

MODELAREA MATEMATICĂ ȘI SIMULAREA ASISTATĂ DE CALCULATOR A DINAMICII FLUIDELOR PERFECTE

SCHIȚCO Oleseă, lector universitar

Summary

The work includes general aspects of the study and analyzing a mathematical model, by computer simulation of the problem situations, leads to a better perception of perfect fluid dynamics. The interactive experiment was developed in Delphi environment, enabling running of the software on most operating systems. It has made a good interference between physics, mathematics and informatics, thus am organized an interdisciplinary learning activity.

1. Introducere. În contextul modernizării și perfecționării învățământului contemporan apare ca necesară și obiectivă aplicarea informaticii în învățământ, utilizarea calculatoarelor, a programelor și limbajelor informatice în sistemul educațional modern.

Societatea noastră se află în continuă schimbare, tehnologia digitală transformă zilnic aspecte din viața noastră. Informatizarea învățământului este cerută de viață, căci din ce în ce mai multe profesii necesită utilizarea calculatorului.

Din experiența cadrelor didactice reiese că utilizarea calculatorului la simularea modelelor de natură fizică determină o revitalizare a interesului elevilor pentru disciplina *informatica și fizica*.

Noțiunea de model se definește ca un sistem care reproduce funcțiile și proprietățile fenomenului studiat din realitate, în mod simplificat și generalizat cu scopul de a pătrunde mai adânc esența acestuia [1].

A modela înseamnă a construi modele, adică a construi un sistem simplificat și generalizat al fenomenului ce urmează să fie studiat. Acest sistem reproduce anumite particularități și funcții esențiale ale originalului [1].

Din cele expuse urmează că modelul matematic reprezintă o descriere aproximativă a unui obiect (fenomen) al realității obiective, exprimată prin simbolica matematică [1].

O simulare pe calculator este un algoritm ce este rulat pe un computer, care explorează comportamentul unui model matematic și este utilizat, de obicei, pentru că acesta din urmă conține ecuații ce nu pot fi rezolvate în mod analitic [2].

Scopul lucrării este de a elabora și de a simula pe calculator un model matematic pentru fenomenul de dinamica fluidelor perfecte.

Pentru a elabora modelul matematic al unei probleme, se realizează următoarele etape:

- formularea problemei pentru toate cazurile prevăzute;
- elaborarea modelului matematic pentru fiecare caz în parte;
- elaborarea algoritmului;
- scrierea programului;
- testarea programului;
- analiza rezultatelor interpretate.

2. Considerații teoretice. În această lucrare, în calitate de activitate interdisciplinară a fost elaborată o simulare pe calculator a dinamicii fluidelor perfecte printr-o situație de problemă-model:

„Apa dintr-o conductă cu diametrul d_1 curge într-un rezervor, prevăzut la partea inferioară cu un orificiu circular de scurgere având diametrul d_2 . Nivelul inițial al apei în rezervor fiind h (Fig.1).

Să se determine și să se reprezinte:

- a) *variația nivelului apei în rezervor, la modificarea dimensiunii diametrului orificiului;*
- b) *variația vitezei apei prin orificiu, la modificarea dimensiunii diametrului orificiului;*
- c) *variația debitului.”*

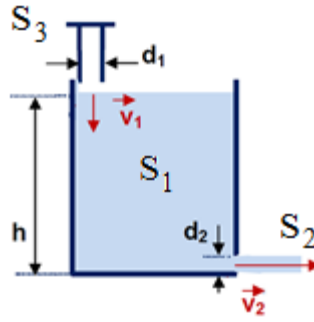


Figura 1. Conductă prin care curge apa într-un rezervor cu orificiu

Pentru a simula modelul acestei probleme, vom analiza trei cazuri, pentru fiecare din ele vom descrie modelul matematic:

Cazul I. Rezervor cu orificiu (conducta închisă) [3].

Aplicăm legea lui Bernoulli pentru curgerea fluidului din rezervorul cu suprafața liberă S_1 prin orificiul de secțiunea S_2 . Se consideră planul de referință la nivelul orificiului:

$$p_0 + \rho \frac{v_1^2}{2} + \rho gh = p_0 + \rho \frac{v_2^2}{2} \Rightarrow \rho gh = \rho \frac{v_2^2 - v_1^2}{2} \Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = 2gh$$

Avînd viteza de curgere a fluidului prin conductă $v_1=0$, determinăm viteza v_2 de curgere a fluidului prin orificiu:

$$v_2^2 = 2gh \Rightarrow v_2 = \sqrt{2gh}$$

Debitul fluidului care trece prin orificiu este:

$$Q = S_2 \cdot v_2$$

Reieșind din faptul că debitul fluidului care trece prin secțiunile S_1 și S_2 este același pentru intervalul de timp $t=1s$, putem determina nivelul apei în rezervor:

$$Q = \frac{S_1 \cdot h}{t} = \frac{S_1 \cdot h}{1} = S_1 \cdot h \Rightarrow H = h - \frac{Q}{S_1}$$

Cazul II. Conductă prin care curge apa în rezervor (orificiul închis).

În cazul acesta cunoaștem viteza de curgere a apei prin conducta de secțiunea S_3 , iar viteza de curgere a apei prin orificiu $v_2=0$, astfel putem determina debitul apei care trece prin conductă:

$$Q = S_3 \cdot v_1$$

Reieșind din faptul că debitul fluidului care trece prin secțiunile S_3 și S_1 este același pentru intervalul de timp $t=1s$, putem determina nivelul apei în rezervor:

$$H = h + \frac{Q}{S_1}$$

Cazul III. Conductă prin care curge apa în rezervor cu orificiu [3].

Dacă se consideră planul de referință la baza rezervorului în care este prevăzut orificiul de secțiunea S_2 , legea lui Bernoulli este:

$$p_0 + \rho \frac{v_1^2}{2} + \rho gh = p_0 + \rho \frac{v_2^2}{2} \Rightarrow \rho gh = \rho \frac{v_2^2 - v_1^2}{2} \Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = 2gh$$

Astfel, putem determina viteza v_2 de curgere a apei prin orificiu:

$$v_2^2 = 2gh + v_1^2 \Rightarrow v_2 = \sqrt{2gh + v_1^2}$$

Debitul fluidului care trece prin orificiu și prin conductă este:

$$Q_{\text{orificiu}} = S_2 \cdot v_2, Q_{\text{conductă}} = S_3 \cdot v_1$$

În continuare, putem determina nivelul apei în rezervor

$$H = h + \frac{Q_{\text{conductă}}}{S_1} - \frac{Q_{\text{orificiu}}}{S_1}$$

3. Simularea fenomenului de dinamica fluidelor perfecte.

Modelul de simulare a fenomenului de dinamica fluidelor perfecte este elaborat în mediul Delphi 7.0 (Fig.2).

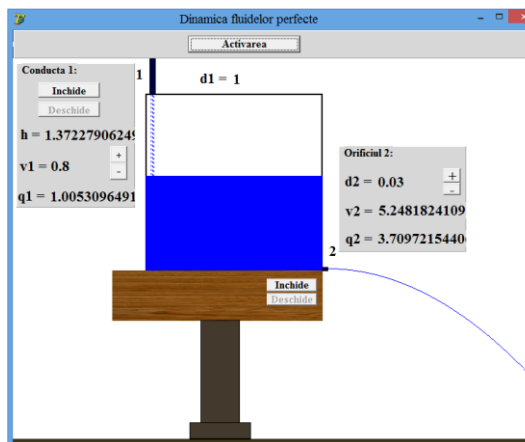


Figura 2. Simularea pe calculator a fenomenului de dinamica fluidelor

Utilizatorul, în această aplicație, are posibilitatea de a studia și de a analiza variația nivelului apei în rezervor, variația vitezei apei prin orificiu, variația debitului la modificarea dimensiunii diametrului orificiului și a vitezei de curgere a apei prin conductă, pentru cazurile când conducta este închisă, orificiul este închis și cazul în care sunt deschise conducta și orificiul.

4. Concluzie

Modelarea matematică este un instrument efektiv de analiză, de cercetare, de studiere a lumii înconjurătoare și, totodată, de a pătrunde în esența fenomenelor, obiectelor cercetate.

Educația asistată de calculator, ca modalitate de instruire, este o contribuție majoră la creșterea eficienței procesului de învățământ. Noile instrumente și metode de predare și învățare au câștigat aprecierea elevilor, studenților și profesorilor deopotrivă.

Modelul de simulare a unui fenomen fizic poate fi revăzut de câte ori este nevoie, reluarea fenomenului nu crează un mediu periculos pentru utilizatori, se pot pune în evidență urmările unui fenomen fizic.

Bibliografie

1. Gremalschi, A., Corlat, S., Braicov, A., *Informatică. Manual pentru clasa a XII-a*, Știința, Chișinău, 2015.
1. Huideș, F., *Instruirea asistată de calculator*, Editura Credis, București, 2007.
3. Coarnă, L., *Dinamica fluidelor*, Universitatea din București, 2012 [accesat 31 martie 2016]. Disponibil pe Internet:
http://www.unibuc.ro/prof/scradeanu_d/docs/2012/mai/31_10_02_32Cap3_Caiet_de_hidraulica_2012.pdf.