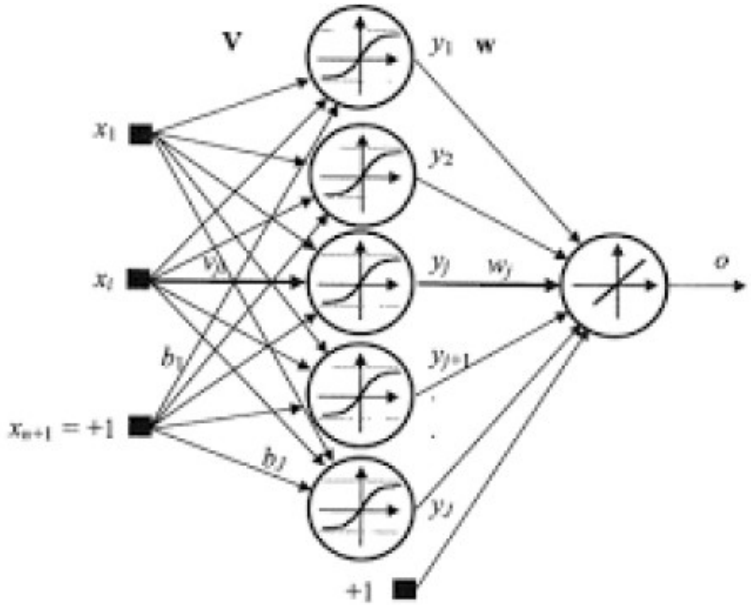
ГРАФОАНАЛІТИЧНИЙ МЕТОД РОЗВ’ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ОПОРУ МАТЕРІАЛІВ ЗА УМОВИ ЗАВДАННЯ МЕТИ ТА ОБМЕЖЕНЬ НЕЧІТКО

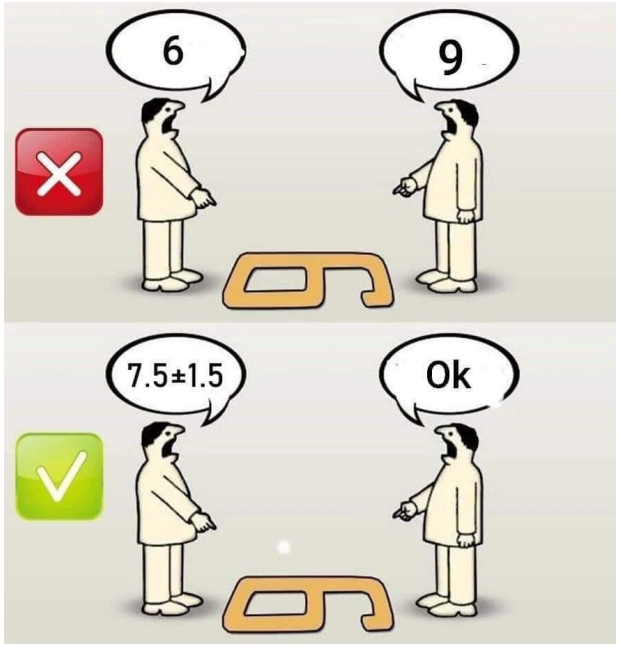
Волчок Денис Леонідович,
кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельної і теоретичної механіки та опору матеріалів
Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, м. Дніпро, Україна
Данішевський Владислав Валентинович,
доктор технічних наук, професор кафедри будівельної і теоретичної механіки та опору матеріалів
Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, м. Дніпро, Україна



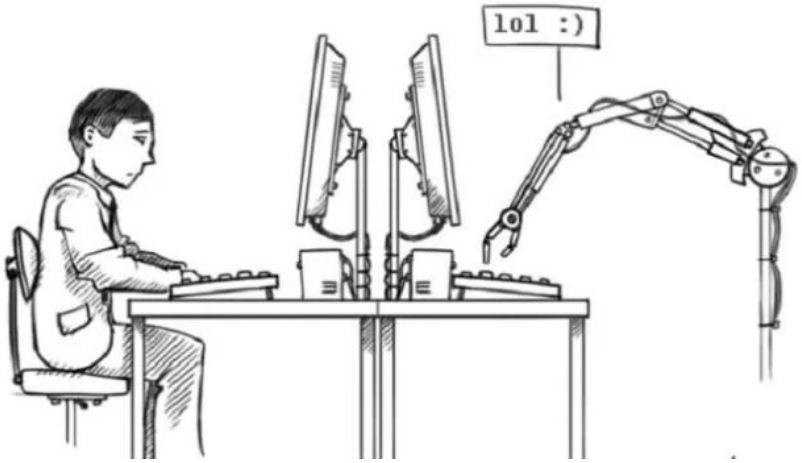
Використання в
задачах будівництва

https://www.swapp.ai/
https://www.finch3d.com/

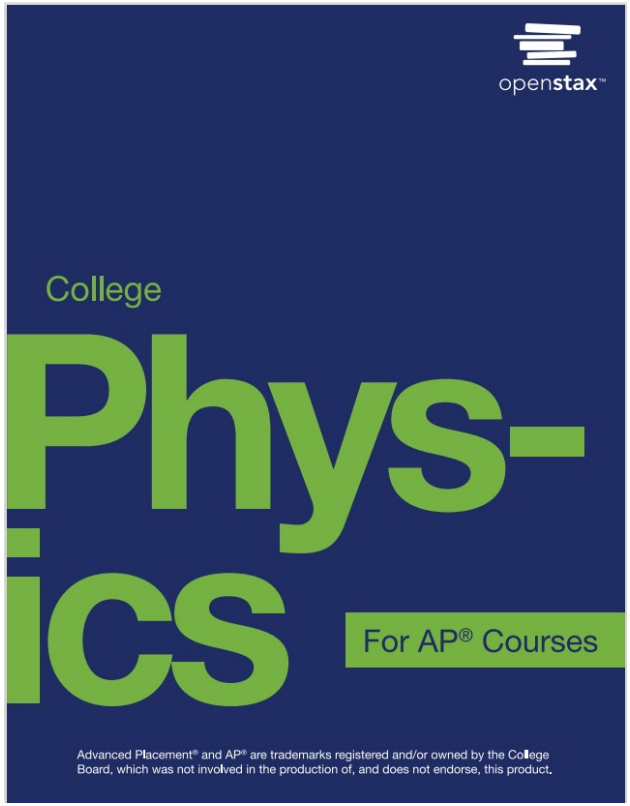
Проблеми формалізації
невизначеності

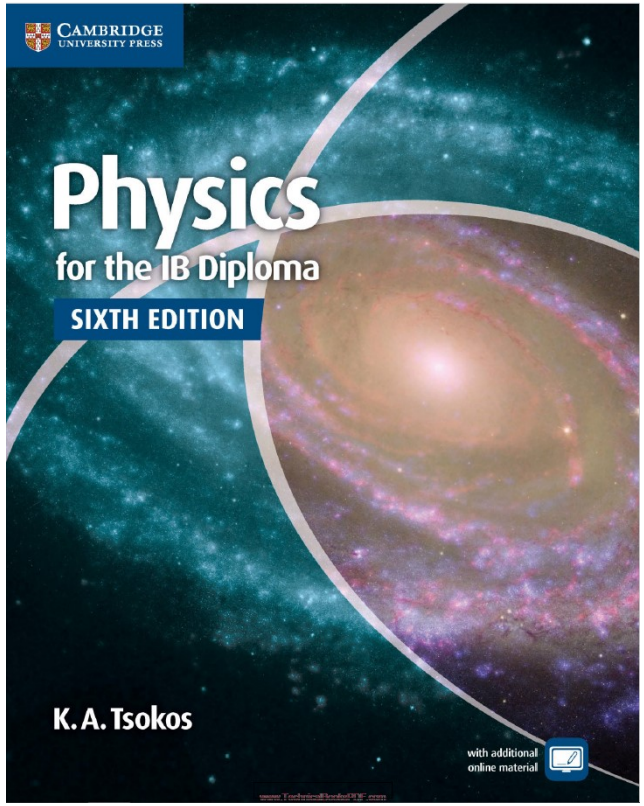


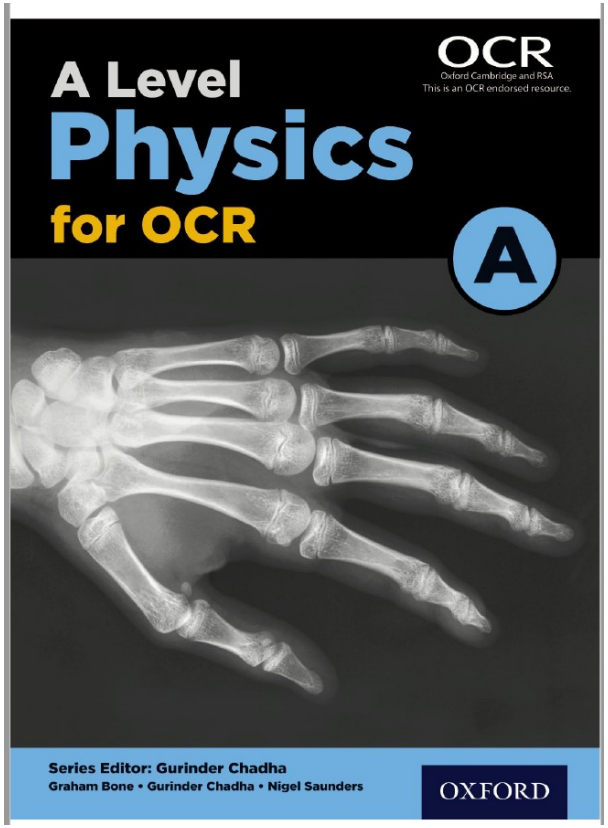
Тест Тюрінга



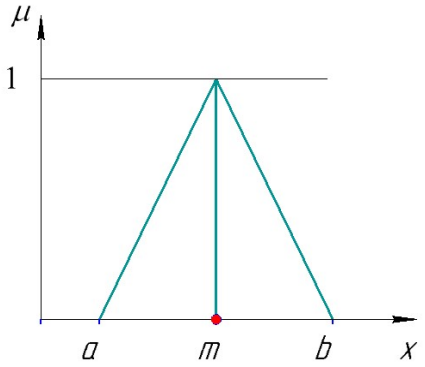
Сучасні освітні програми що включають формалізацію невизначеності.



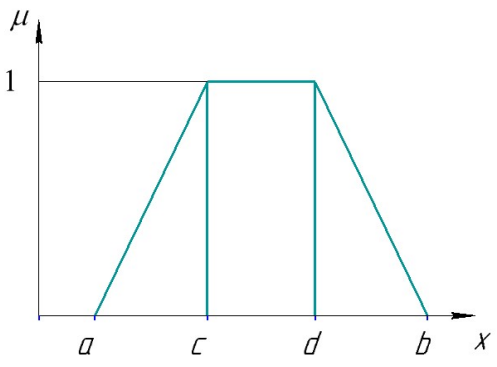




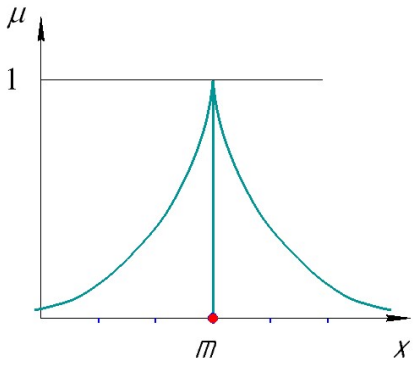
Поширені функції належності



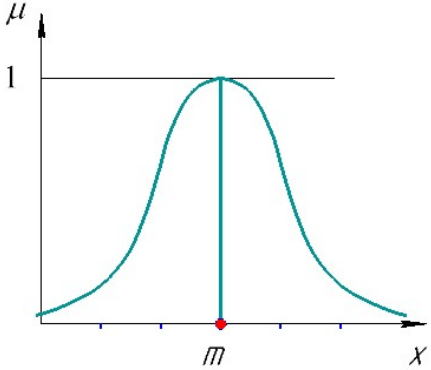
$$\mu_A(x)=\begin{cases}\dfrac{x-a}{m-a},\ if\ \ a\le x<m\\ 1,\ if\ \ x=m\\ \dfrac{b-x}{b-m},\ if\ \ m<x\le b\\ 0\end{cases}$$



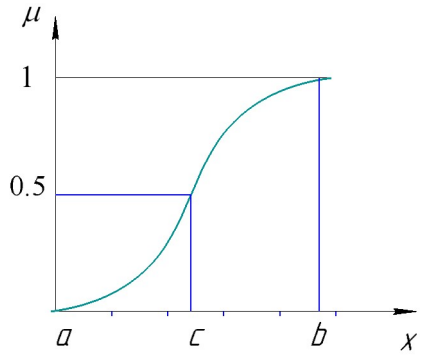
$$\mu_A(x)=\begin{cases}\dfrac{x-a}{c-a},\ if\ \ a\le x\le c\\ 1,\ if\ \ c\le x\le d\\ \dfrac{b-x}{b-d},\ if\ \ d\le x\le b\\ 0\end{cases}$$



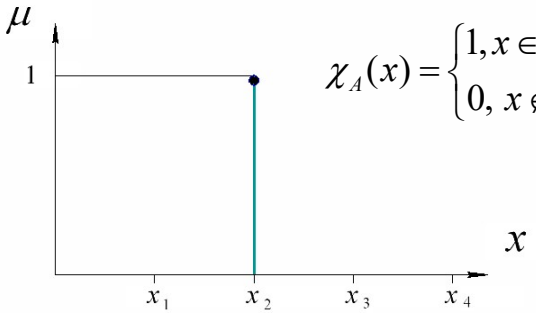
$$\mu_A(x)=\begin{cases}+\infty, x\to\infty\\ \dfrac{1}{1+(x-m)^2}, a\le x\le b\\ -\infty, x\to-\infty\end{cases}$$



$$\mu_A(x)=\begin{cases}+\infty, x\to\infty\\ e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}, a\le x\le b\\ -\infty, x\to-\infty\end{cases}$$

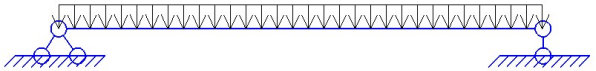


$$\mu_A(x)=\begin{cases}0,\ x\le a\\ 2\left(\dfrac{x-a}{c-a}\right)^2,\ a\le x\le c\\ 1-2\left(\dfrac{x-c}{b-c}\right)^2,\ c\le x\le b\\ 1,\ x\ge b\end{cases}$$



$$\chi_A(x)=\begin{cases}1, x\in A\\ 0,\ x\notin A\end{cases}$$

Singleton

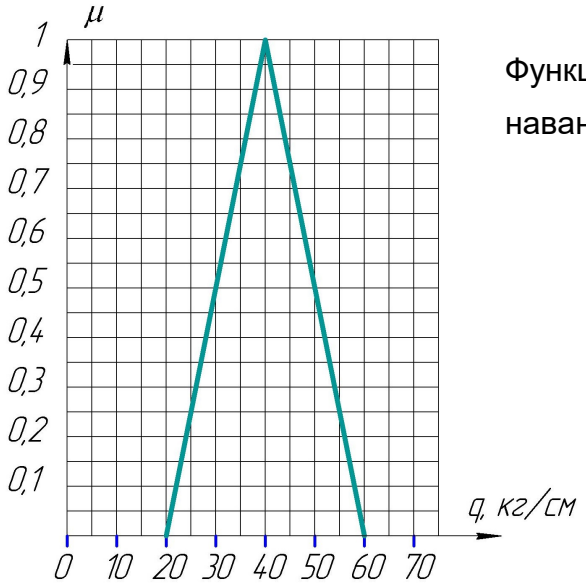


Розрахункова схема балки із розподіленим навантаженням

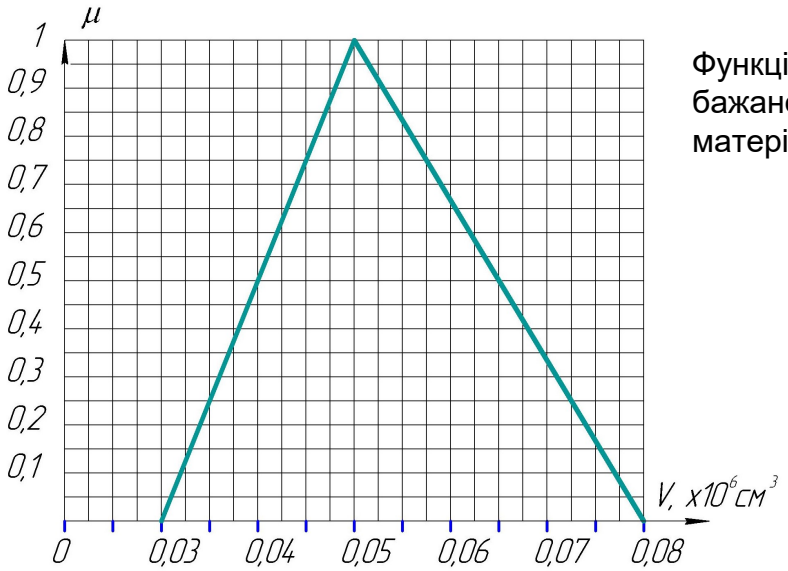
$$\sigma = \frac{ql^2 h}{8 \cdot 2I_z} \le [\sigma] \qquad f = \frac{5ql^4}{384EI_z} \le [f]$$

$$\sigma = \frac{3ql^2}{4bh^2} \le [\sigma] \qquad f = \frac{5ql^4}{32bEh^3} \le [f]$$

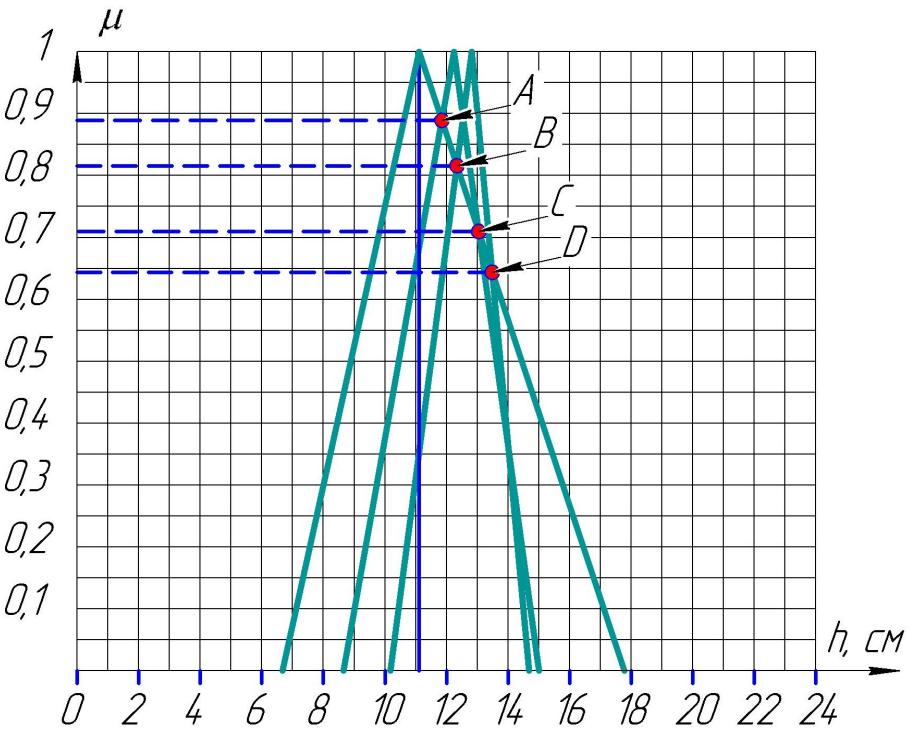
$$h = \frac{l}{2}\sqrt{\frac{3q}{b[\sigma]}} \qquad h = \frac{l}{2}\sqrt[3]{\frac{5ql}{4bE[f]}}$$



Функція належності навантаження



Функція належності бажаного обсягу матеріалу



Суміщення нечітких чисел на одній координатній осі

$$\Phi_0 \cap \Phi_3 = \min(\mu_{\Phi_0}; \mu_{\Phi_3})$$

$$(m.A \text{ и } m.C) = \min(0,8892; 0,7097) = 0,7097$$

$$\Phi_0 \cap \Phi_1 = \min(\mu_{\Phi_0}; \mu_{\Phi_1})$$

$$(m.B \text{ и } m.D) = \min(0,816; 0,6438) = 0,6438$$

$$Q = (\Phi_0 \cap \Phi_3) \wedge (\Phi_0 \cap \Phi_1)$$

Точка С задовольняє умовам об'єднання і рівень можливості буде взятий як $\max(0,07097; 0,6438) = 0,7097$. Таким чином, можна побачити, що значення параметра поперечного перерізу балки буде дорівнювати $\mu = 0,7097 \rightarrow h = 13см$. Визначивши ступінь належності для точки С визначимо відповідні навантаження та обсяг матеріалу: $\mu = 0,7097 \rightarrow q_1 = 34 кг/см$ та $q_2 = 46 кг/см$; $\mu = 0,7097 \rightarrow V_1 = 0,044м^3$ та $V_2 = 0,0585м^3$, $V_1, V_2 \leq 0,8$ за умовою.

Звичайно, що проектувальний розрахунок повинен відповідати умовам міцності (1) та жорсткості (2). Для випадку $q_1 = 34\,{}^{кг}/_{см}$, $h = 13см$ умови міцності та жорсткості виконуються:

$$\sigma = \frac{3ql^2}{4bh^2} = \frac{3 \cdot 34 \cdot 9 \cdot 10^4}{4 \cdot 15 \cdot 169} = 905 < 1200\ кг/см^2,$$

$$f = \frac{5 \cdot 34 \cdot 81 \cdot 10^8}{32 \cdot 15 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 2197} = 0,653 \le 0,8\ см^2$$

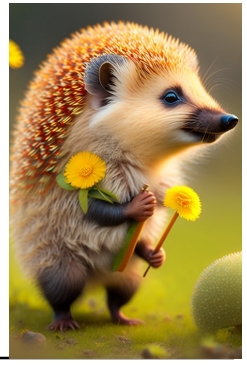
Для випадку $q_2 = 46\,{}^{кг}/_{см}$, $h = 13см$ умови міцності та жорсткості не виконуються:

$$\sigma = \frac{3ql^2}{4bh^2} = \frac{3 \cdot 46 \cdot 9 \cdot 10^4}{4 \cdot 15 \cdot 169} = 1224 > 1200\ кг/см^2,$$

$$f = \frac{5 \cdot 46 \cdot 81 \cdot 10^8}{32 \cdot 15 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 2197} = 0,88 > 0,8\ см^2.$$

Таким чином, результатом проектувального розрахунку статично визначеної балки є наступні величини. Розмір поперечного перерізу $h = 13см$; розподілене навантаження $q = 34\,{}^{кг}/_{см}$; обсяг матеріалу $V = 0,0585м^3$.

Література

1. Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Є.С. Опір матеріалів. - К.: Вища школа. - 2004. - 655 с.
2. Baranenko Valeriy, Volchok Denys Evaluation de déplacement maximal d’un noeud constructif à condition de robustesse et ayant un volume imprécis Revista Romana de Inginerie Civila, Volumul 9 (2018), Numarul 3. - P. 307-314
3. Baranenko V., Volchok D. Evaluation of the maximum axial force on a cylindrical shell structure in terms of stability and strength using fuzzy quantities of chosen geometric parameters //Roads and Bridges-Drogi i Mosty. – 2016. – Т. 15. – №. 1. – С. 71-81.
4. Rutkowska D., Pilinski M., Rutkowski L., Sieci neuronowe, algorytmy genetuczne i systemy rozmyte. – PWN, Warsaw – Logz . -1999. – 452 pp.
5. Zadeh L. Fuzzy sets . Information and Control, 8.- 1965 P. 338 - 353.

Дякую за увагу!!!