



МОДЕЛЮВАННЯ СУЦІЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА СИСТЕМОЮ СТРИЖНІВ

Овчаренко О. А., к. т. н., доцент

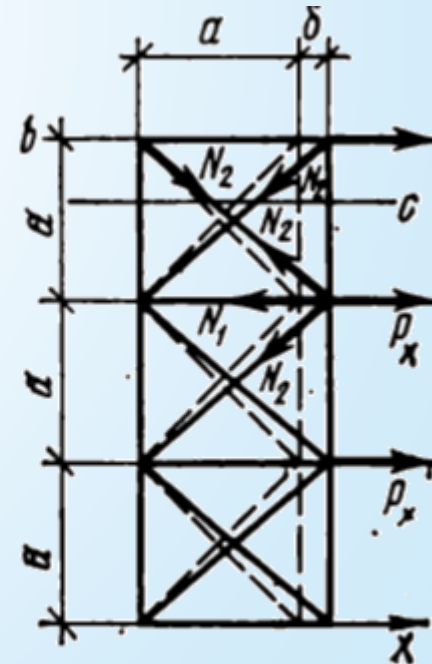
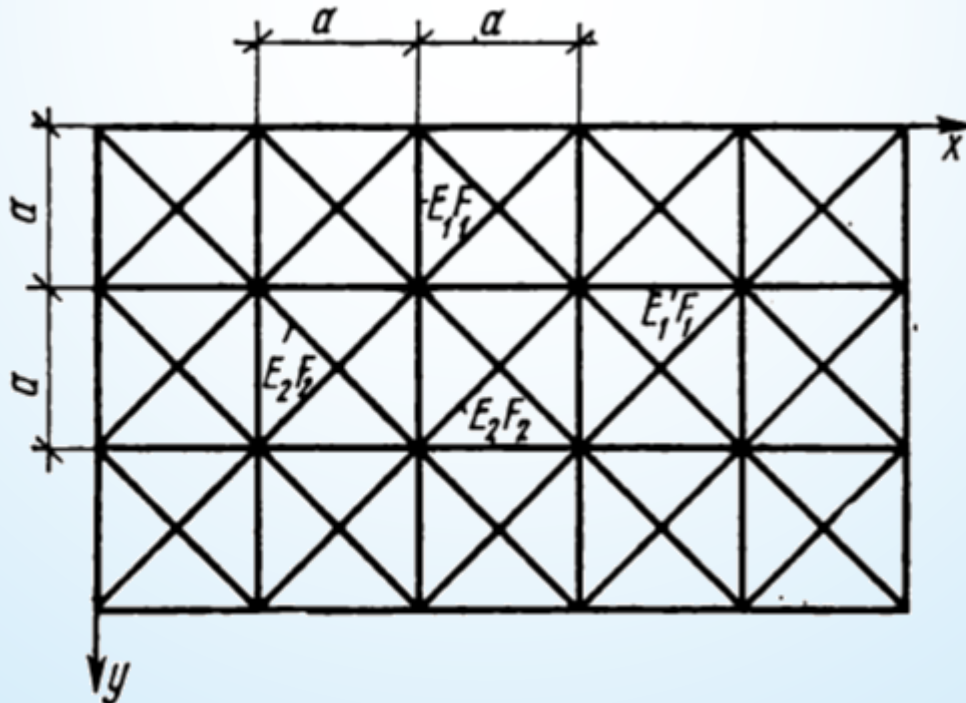
Стержнева апроксимація суцільного тіла



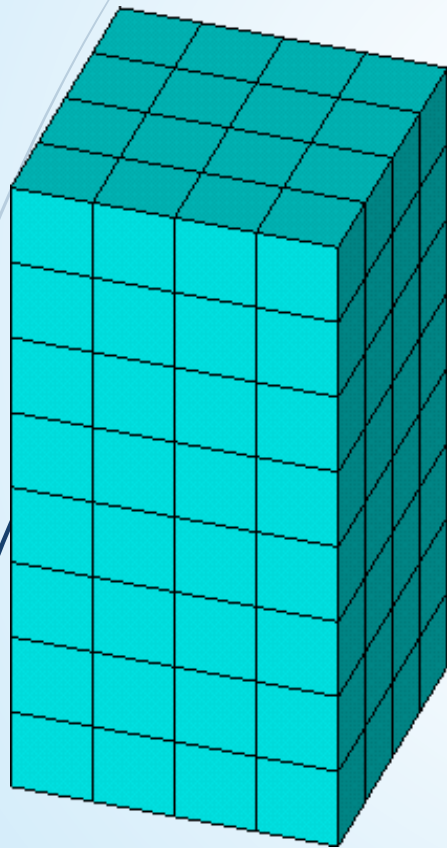
Олексій Руфович Ржаніцин (1911-1987) – професор кафедри будівельних конструкцій Московського інженерно-будівельного інституту

Ржаницын А. Р. Представление сплошного изотропного упругого тела в виде шарнирно-стержневой системы // Исследования по вопросам строительной механики и теории пластичности. - М.: Стройиздат, 1956. - С. 84-96.

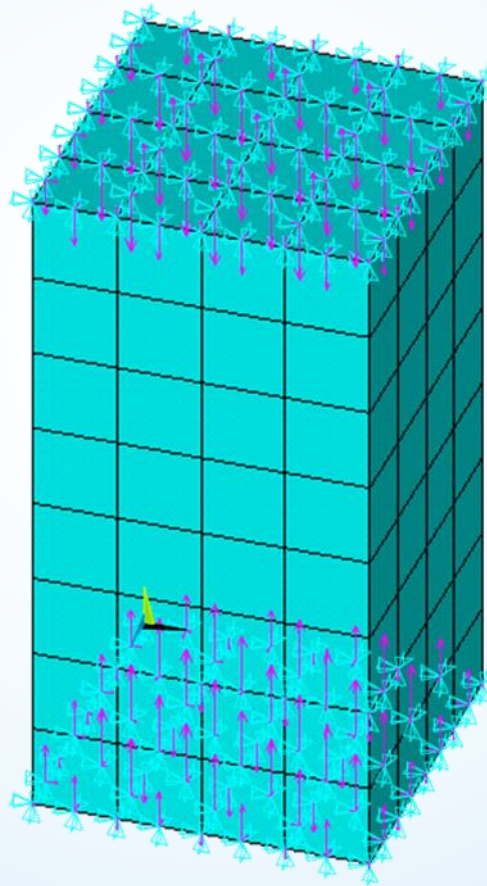
$$E_1 F_1 = \frac{\eta + \sqrt{2}}{2\eta + \sqrt{2}} E a$$



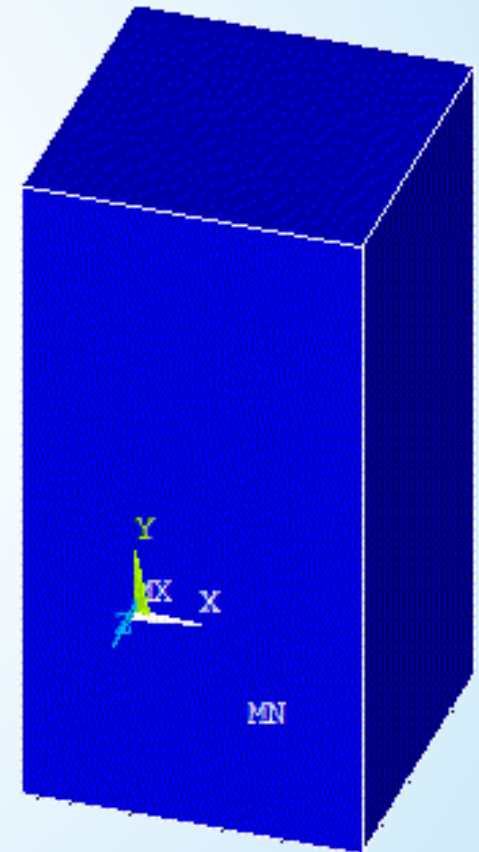
Використання методу скінченних елементів для моделювання суцільних тіл



Дискретна
модель тіла

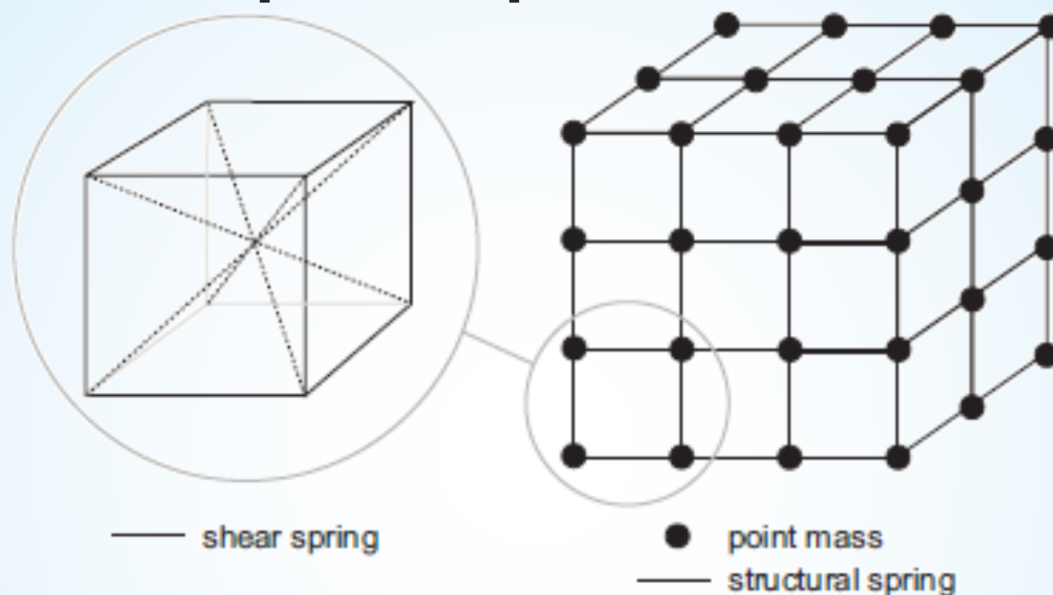


Введення
граничних умов



Результати
розрахунку

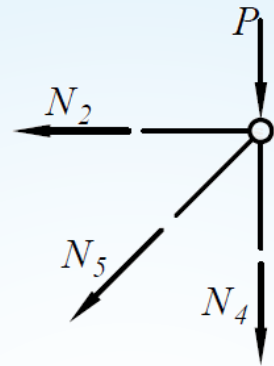
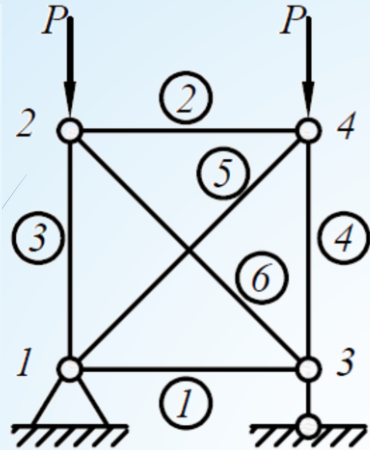
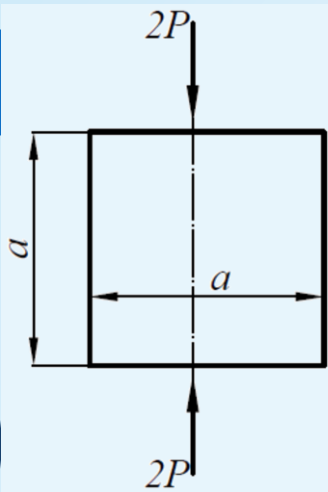
Використання систем мас та пружин при моделюванні деформівних тіл в комп'ютерних іграх



Властивості середовища визначаються візуально

Параметри моделі	Змія	Коро-ва	Дракон
Модуль пружності, кН/м^2	100	50	100
Щільність, кг/м^3	1000	1000	1000

Стержнева модель, що пропонується



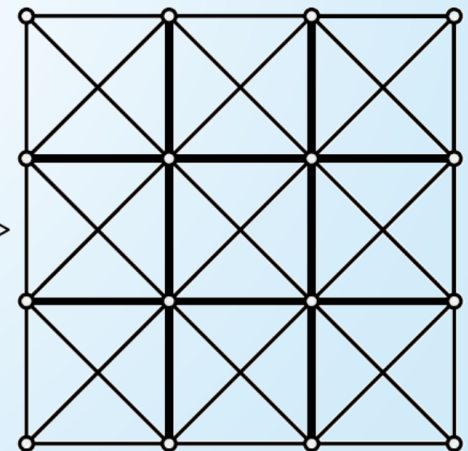
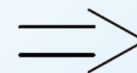
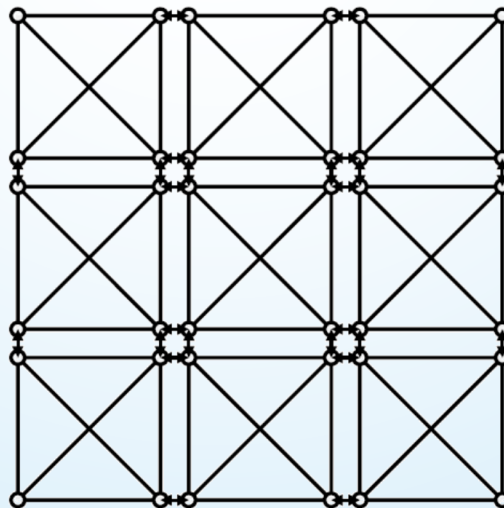
$$\begin{cases} \sum X = 0: -N_2 - N_5 \frac{1}{\sqrt{2}} = 0; \\ \sum Y = 0: -N_4 - N_5 \frac{1}{\sqrt{2}} - P = 0, \end{cases}$$

$$N_2 = u \frac{E_1 F_1}{a}; \quad N_4 = v \frac{E_1 F_1}{a}; \quad N_5 = \left(u \frac{1}{\sqrt{2}} - v \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \frac{E_1 F_2}{a\sqrt{2}}$$

Знайдений зв'язок між властивостями
реального тіла та стержневою моделлю

$$E_1 F_1 = \frac{0,5\eta + \sqrt{2}}{2\eta + 2\sqrt{2}} E a$$

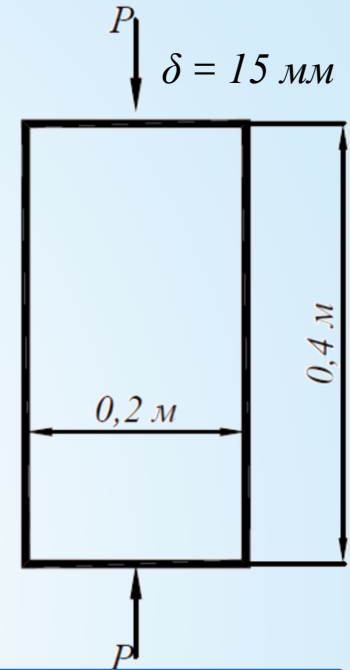
E_1 – модуль пружності матеріалу стрижня; F_1 – площа перерізу горизонтальних та вертикальних стрижнів; F_2 – площа перерізу похилих стрижнів; $E_1 F_1$ – жорсткість горизонтальних та вертикальних стрижнів; $E_1 A_2$ – жорсткість похилих стрижнів; u – горизонтальне переміщення вузла 4; v – вертикальне переміщення вузла 4.



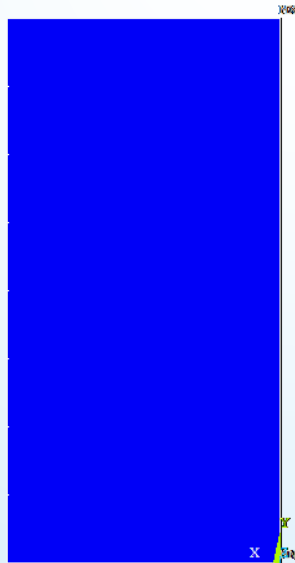
Кластерна
структура
стержневої
моделі

Визначення ефективності отриманих результатів

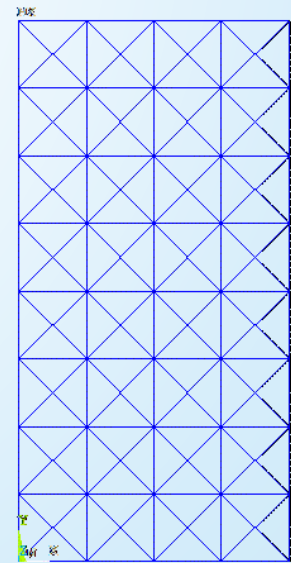
Розм. сітки	Розмір к-ки, м	Сумарна сила, кН			Похибка, %	
		точне р-ня	по Ржаніцину	наші досл.	по Ржаніцину	наші досл.
1x2	0,2	150,00	261,14	150,00	74,1	0
2x4	0,1		205,80	150,00	37,2	0
4x8	0,05		178,09	150,00	18,7	0
8x16	0,025		164,15	150,00	9,4	0
16x32	0,0125		157,12	150,00	4,7	0



Розрахунок
суцільного тіла
методом
скінченних
елементів



Розрахунок
суцільного тіла за
допомогою
кластерної
структури



ВИСНОВКИ

1. Стержнева апроксимації розрахунку суцільного тіла має більш швидкий та стабільніший алгоритм розрахунку у порівнянні з традиційним методом скінчених елементів
2. Використання кластерної структури стержневої системи дає можливість отримати точніший результат розрахунку. Для розтягування/стискання від дорівнює точному результату
3. Кластерна структура дозволяє ефективніше розраховувати руйнування через з системи окремих кластерів

Моделювання суцільних середовищ стержневими системами має значні перспективи у сучасних наукових дослідженнях