

4. Акції виду A_1, A_2, A_3 мають, відповідно, сподівані норми прибутку 10%, 30% та 45%, середньоквадратичні відхилення 0%, 10% та 15%, коефіцієнти кореляції $\rho_{12} = 0$, $\rho_{13} = 0$ та $\rho_{23} = -0,8$. *Необхідно:*

а) визначити структуру ПЦП, що має найбільшу сподівану норму прибутку при мінімальному ризику;

б) побудувати множини допустимих та ефективних ПЦП.

```
In[60]:= mu = {10, 30, 45};
sigma1 = 0;
sigma2 = 10;
sigma3 = 15;
sigma = {{0, 0, 0}, {0, 10, 0}, {0, 0, 0}};
rho = {{1, 0, 0}, {0, 1, -0.8}, {0, -0.8, 1}};
sigma = {{0, 0, 0}, {0, 10, 0}, {0, 0, 0}};
sigma[[1]][1] = sigma1 * sigma1 * rho[[1]][1];
sigma[[1]][2] = sigma1 * sigma2 * rho[[1]][2];
sigma[[1]][3] = sigma1 * sigma3 * rho[[1]][3];
sigma[[2]][1] = sigma2 * sigma1 * rho[[2]][1];
sigma[[2]][2] = sigma2 * sigma2 * rho[[2]][2];
sigma[[2]][3] = sigma2 * sigma3 * rho[[2]][3];
sigma[[3]][1] = sigma3 * sigma1 * rho[[3]][1];
sigma[[3]][2] = sigma3 * sigma2 * rho[[3]][2];
sigma[[3]][3] = sigma3 * sigma3 * rho[[3]][3];
Print[MatrixForm[sigma]]
|надр... |матрична форма
x = {x1, x2, x3};
expectedRisk = x.sigma.x;
Print[expectedRisk]
|надрукувати
constraints = {x1 + x2 + x3 == 100, x1 >= 0, x2 >= 0, x3 >= 0};
solution = NMinimize[{expectedRisk, x1 + x2 + x3 == 1 && x1 >= 0 && x2 >= 0 && x3 >= 0}, {x1, x2, x3}]
|чисельна мінімізація
```

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 100 & -120. \\ 0 & -120. & 225 \end{pmatrix}$$

$$x_2 (100 x_2 - 120. x_3) + x_3 (-120. x_2 + 225 x_3)$$

```
Out[81]= {2.60081 × 10-41, {x1 → 1., x2 → 8.47033 × 10-22, x3 → 4.23516 × 10-22}}
```