

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[67]:= 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 == 100 && x1 >= 0 && x2 >= 0 && x3 >= 0}, {x1, x2, x3}]
|чисельна мінімізація

( 0    0    0 )
( 0  100  -120. )
( 0 -120.  225 )

x2 (100 x2 - 120. x3) + x3 (-120. x2 + 225 x3)

Out[88]= {0., {x1 -> 100., x2 -> 0., x3 -> 0.}}
```