

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.

```
expectedReturns = {10, 30, 45};
```

```
deviation1 = 0;
```

```
deviation2 = 10;
```

```
deviation3 = 15;
```

```
correlationMatrix = {{1, 0, 0}, {0, 1, -0.8}, {0, -0.8, 1}};
```

```
covarianceMatrix = ConstantArray[0, {3, 3}];
```

постоянный массив

```
covarianceMatrix[[1, 1]] = deviation1^2 * correlationMatrix[[1, 1]];
```

```
covarianceMatrix[[1, 2]] = deviation1 * deviation2 * correlationMatrix[[1, 2]];
```

```
covarianceMatrix[[1, 3]] = deviation1 * deviation3 * correlationMatrix[[1, 3]];
```

```
covarianceMatrix[[2, 1]] = deviation2 * deviation1 * correlationMatrix[[2, 1]];
```

```
covarianceMatrix[[2, 2]] = deviation2^2 * correlationMatrix[[2, 2]];
```

```
covarianceMatrix[[2, 3]] = deviation2 * deviation3 * correlationMatrix[[2, 3]];
```

```
covarianceMatrix[[3, 1]] = deviation3 * deviation1 * correlationMatrix[[3, 1]];
```

```
covarianceMatrix[[3, 2]] = deviation3 * deviation2 * correlationMatrix[[3, 2]];
```

```
covarianceMatrix[[3, 3]] = deviation3^2 * correlationMatrix[[3, 3]];
```

```
Print[MatrixForm[covarianceMatrix]];
```

печать матричная форма

```
weights = {w1, w2, w3};
```

```
expectedRisk = weights.covarianceMatrix.weights;
```

```
Print[expectedRisk];
```

печатать

```
constraints = {w1 + w2 + w3 == 100, w1 >= 0, w2 >= 0, w3 >= 0};
```

```
optimalSolution =
```

```
NMinimize[{expectedRisk, w1 + w2 + w3 == 1 && w1 >= 0 && w2 >= 0 && w3 >= 0}, {w1, w2, w3}];
```

численная минимизация

```
optimalSolution
```

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

$$w2 (100 w2 - 120. w3) + w3 (-120. w2 + 225 w3)$$

Out[132]=

$$\{2.60081 \times 10^{-41}, \{w1 \rightarrow 1., w2 \rightarrow 8.47033 \times 10^{-22}, w3 \rightarrow 4.23516 \times 10^{-22}\}\}$$