

Обозначим x_1 и x_2 векторы внутри линейной оболочки и найдём $z \in L$

$$\begin{cases} (x_1, v) = \alpha_1(x_1, x_1) + \alpha_2(x_1, x_2) \\ (x_2, v) = \alpha_1(x_2, x_1) + \alpha_2(x_2, x_2) \end{cases} \Leftrightarrow \left(\begin{pmatrix} x_1, x_1 & x_1, x_2 \\ x_2, x_1 & x_2, x_2 \end{pmatrix} \middle| \begin{pmatrix} x_1, v \\ x_2, v \end{pmatrix} \right) \Leftrightarrow \left(\begin{array}{cc|c} 16+64 & -16-64 & -32-96 \\ -16-64 & 16+16+64 & 32+16+96 \end{array} \right) \Leftrightarrow \left(\begin{array}{cc|c} 80 & -80 & -128 \\ -80 & 96 & 144 \end{array} \right) \sim$$

$$\sim \left(\begin{array}{cc|c} 5 & -5 & -8 \\ -5 & 6 & 9 \end{array} \right) \sim \left(\begin{array}{cc|c} 5 & -5 & -8 \\ 0 & 1 & 1 \end{array} \right) \sim \left(\begin{array}{cc|c} 5 & 0 & -3 \\ 0 & 1 & 1 \end{array} \right) \Rightarrow \begin{cases} \alpha_1 = \frac{-3}{5} \\ \alpha_2 = 1 \end{cases} \Rightarrow z = \frac{-3}{5}x_1 + x_2 = \begin{pmatrix} 32/5 \\ 4 \\ -64/5 \end{pmatrix}$$

Задача сводится к нахождению угла между v и z с использованием матрицы Грама G заданной в условии:

$$\cos \varphi = \frac{v^T G z}{\sqrt{v^T G v} \sqrt{z^T G z}}$$

$$v^T G z = \begin{pmatrix} 8 & 4 & -12 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 12 & 6 & 22 \\ 6 & 4 & 10 \\ 22 & 10 & 42 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 32/5 \\ 4 \\ -64/5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -144 & -56 & -288 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 32/5 \\ 4 \\ -64/5 \end{pmatrix} = \frac{12704}{5} = 2540.8$$

$$v^T G v = \begin{pmatrix} 8 & 4 & -12 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 12 & 6 & 22 \\ 6 & 4 & 10 \\ 22 & 10 & 42 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 8 \\ 4 \\ -12 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -144 & -56 & -288 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 8 \\ 4 \\ -12 \end{pmatrix} = 2080$$

$$z^T G z = \begin{pmatrix} 32/5 & 4 & -64/5 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 12 & 6 & 22 \\ 6 & 4 & 10 \\ 22 & 10 & 42 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 32/5 \\ 4 \\ -64/5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -904 & -368 & -1784 \\ 5 & 5 & 5 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 32/5 \\ 4 \\ -64/5 \end{pmatrix} = \frac{77888}{25} = 3115.52$$

$$\cos \varphi = \frac{2540.8}{\sqrt{2080} \sqrt{3115.52}} = \frac{397\sqrt{5}}{5\sqrt{31642}} \Rightarrow \varphi = \arccos \frac{397\sqrt{5}}{5\sqrt{31642}} \approx 0.06$$