

Расчёт средней квадратической погрешности функции

Вариант №5555

Задача №1:

Вычислить расстояние D_y от судна до ориентира, рассчитанное по измеренному вертикальному углу α с помощью формулы:

$$D_y = 1.86 \frac{h}{\alpha}, \text{ мили.}$$

где $h = 66$ м - высота ориентира,

$\alpha = 33.3'$ - вертикальный угол.

СКП высоты ориентира и вертикального угла соответственно равны:

$$m_h = \pm 1 \text{ м}; \quad m_\alpha = \pm 2'.$$

1. Вычисляем значение расстояния:

$$D_y = 1.86 \frac{66}{33.3} = 3.7 \text{ мили.}$$

2. Вычислим формулы расчётных производных и решим их:

$$\frac{dD}{dh} = \frac{1.86}{\alpha} = \frac{1.86}{33.3} = 0.055856; \quad \frac{dD}{d\alpha} = \frac{-1.86h}{\alpha^2} = \frac{-1.86 \cdot 66}{1108.89} = -0.110705.$$

3. Вычисляем СКП расстояния:

$$m_D = \sqrt{0.055856^2 \cdot 1^2 + (-0.110705)^2 \cdot 2^2} = \pm 0.2283 \approx \pm 0.2 \text{ мили};$$

$$D \pm m_D = 3.7 \pm 0.2 \text{ мили.}$$

Задача №2:

Вычислить дальность видимости ориентира в море D по формуле:

$$D = 2.1\sqrt{h} + 2.1\sqrt{e}, \text{ мили,}$$

где $h = 174$ м - высота ориентира,

$e = 18.3$ м - высота глаза наблюдателя.

СКП высоты ориентира и высоты глаза наблюдателя соответственно равны:

$$m_h = \pm 4.2 \text{ м}; \quad m_e = \pm 0.7 \text{ м};$$

1. Вычисляем дальность видимости ориентира:

$$D = 2.1\sqrt{174} + 2.1\sqrt{18.3} = 39.8 \text{ мили.}$$

2. Вычислим формулы расчётных производных и решим их:

$$\frac{dD}{dh} = \frac{2.1}{2\sqrt{h}} = \frac{1.05}{13.1909} = 0.0796; \quad \frac{dD}{de} = \frac{2.1}{2\sqrt{e}} = \frac{1.05}{4.2778} = 0.24545.$$

3. Вычисляем СКП расстояния:

$$m_D = \sqrt{0.0796^2 \cdot 4.2^2 + 0.24545^2 \cdot 0.7^2} = \pm 0.3759 \approx \pm 0.4 \text{ мили};$$

$$D \pm m_D = 39.8 \pm 0.4 \text{ мили.}$$

Задача №3:

Вычислить угол дрейфа судна α по формуле:

$$\alpha = K(W/V)^2 \sin g, \dots^\circ$$

где K - коэффициент дрейфа, \dots° , ($K = 3$ для всех вариантов);

$W = 14$ м/с - скорость наблюдаемого ветра;

V - скорость судна, уз, ($V = 15$ уз для всех вариантов);

$g = 30^\circ$ - курсовой угол наблюдаемого ветра;

СКП коэффициента дрейфа и курсового угла наблюдаемого ветра соответственно равны:

$$m_K = \pm 1^\circ; \quad m_g = \pm 4^\circ.$$

Перед вычислениями необходимо перевести скорость ветра в узлы, для чего разделим W на 0.514 и получим что $W = 27.2$ уз. Отношение (W/V) считается величиной постоянной и известной, в нашем случаи $(W/V) = 1.813$. При вычислении m_α величину СКП курсового угла m_g следует представить а радианной мере, для чего разделить её на 57.3° .

1. Вычисляем значение угла дрейфа:

$$\alpha = 3(1.813)^2 \sin(30^\circ) = 4.9^\circ.$$

2. Вычислим формулы расчётных производных и решим их:

$$\frac{d\alpha}{dK} = (W/V)^2 \sin(g) = (1.813)^2 \sin(30^\circ) = 1.643485;$$

$$\frac{d\alpha}{dg} = K(W/V)^2 \cos(g) = 3(1.813)^2 \cos(30^\circ) = 8.539796.$$

3. Вычисляем СКП угла дрейфа:

$$m_\alpha = \sqrt{1.643485^2 \cdot 1^2 + 8.539796^2 \cdot 0.06981^2} = \pm 1.7483 \approx \pm 1.7^\circ;$$

$$\alpha \pm m_\alpha = 4.9 \pm 1.7^\circ.$$

Задача №4:

Вычислить разность широт $\Delta\phi$ и отстояние ΔW при аналитическом счислении по формулам:

$$\Delta\phi = S \cos \text{ПУ}, \dots'; \quad \Delta W = S \sin \text{ПУ}, \dots'$$

где $S = 174$ мили - пройденное расстояние,

$\text{ПУ} = 124^\circ$ - путевой угол.

СКП пройденного расстояни и путевого угла соответственно равны:

$$m_S = \pm 3.2 \text{ мили}; \quad m_{\text{ПУ}} = \pm 0.7^\circ;$$

1. Вычисляем разность широт и отстояние:

$$\Delta\phi = 174 \cos 124 = -97.3'; \quad \Delta W = 174 \sin 124 = 144.3'.$$

2. Вычислим формулы расчётных производных и решим их:

$$\frac{d\Delta\phi}{dS} = \cos \text{ПУ} = \cos (124^\circ) = -0.559193; \quad \frac{d\Delta\phi}{d\text{ПУ}} = -S \sin \text{ПУ} = -174 \sin (124^\circ) = -144.252538;$$

$$\frac{d\Delta W}{dS} = \sin \text{ПУ} = \sin (124^\circ) = 0.829038; \quad \frac{d\Delta W}{d\text{ПУ}} = S \cos \text{ПУ} = 174 \cos (124^\circ) = -97.299565;$$

3. Вычисляем СКП разности широт и отстояния:

$$m_{\Delta\phi} = \sqrt{-0.559193^2 \cdot 3.2^2 + -144.252538^2 \cdot 0.7^2} = \pm 2.5116 \approx \pm 2.5';$$

$$\Delta\phi \pm m_{\Delta\phi} = -97.3' \pm 2.5';$$

$$m_{\Delta W} = \sqrt{0.829038^2 \cdot 3.2^2 + -97.299565^2 \cdot 0.7^2} = \pm 2.9071 \approx \pm 2.9';$$

$$\Delta W \pm m_{\Delta W} = 144.3' \pm 2.9'.$$