

1. Записать передаточную функцию и построить частотные амплитудную и фазовую характеристики одноосного индикаторного гиросtabilизатора без коррекции по заданным параметрам (3 балла).
2. Определить запасы устойчивости и частоту среза (3 балла)
3. Провести синтез регулятора с целью обеспечения заданных запасов устойчивости и частоты среза (4 балла).
4. Записать передаточную функцию и построить частотные характеристики скорректированной системы (3 балла). Определить показатель колебательности системы (2 балла).

№	$I, \text{сНсмс}^2$	$M^{вн}, \text{Нмм}$	$M^p, \text{Нмм}$	$\omega_{xx}, \text{об/мин}$	$\alpha_{ст}, \text{угл. мин.}$	Треб. запас устойчивости по фазе, град	Треб. запас устойчивости по ампл., дБ	Треб. частота среза, Гц
21	150	250	360	1400	4,1	48	более 16	28

Точность ТЛС РК1 ИВ2-77 Выходной 27

$$I_n = 150 \text{ сВ} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2 = 0,015 \text{ К} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$$

$$M^{bn} = 250 \text{ В} \cdot \text{мм} = 0,25 \text{ К} \cdot \text{м}$$

$$M^n = 360 \text{ К} \cdot \text{мм} = 0,36 \text{ К} \cdot \text{м}$$

$$\omega_{\text{кк}} = 1400 \frac{\text{об}}{\text{мин}} = \frac{1400}{60} 2\pi \frac{\text{рад}}{\text{с}} = 146,6 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$d_{\text{ш}} = 4,1 \text{ мм} = 4,1 \cdot \frac{1}{100} \text{ м} = 4,1 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Точность изготовления по ГОСТ 48°

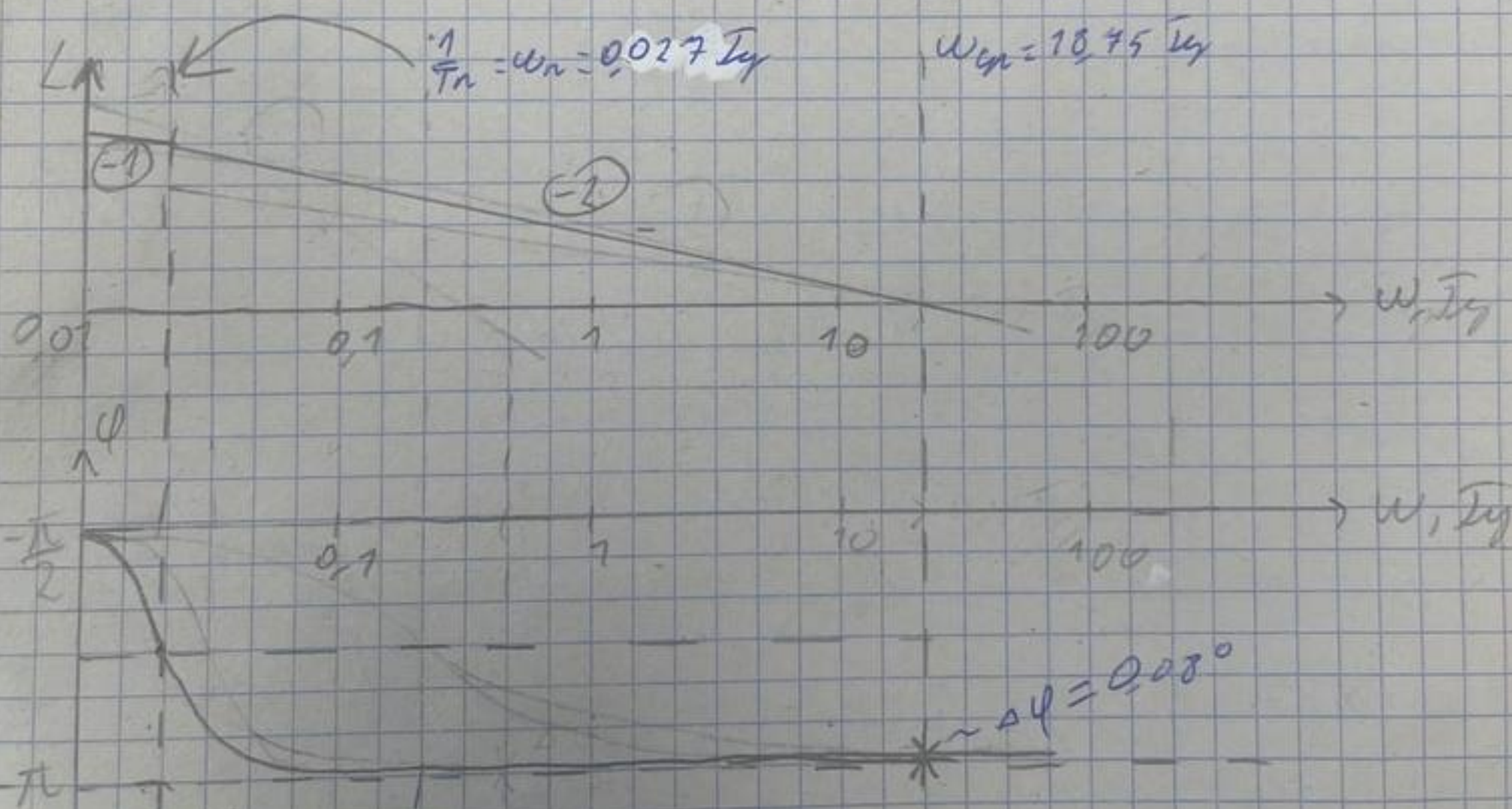
Точность по амплитуде: более 26 дБ

$$\text{Точность частоты сигнала: } 28 \cdot 10^3 \approx 28 \cdot 2\pi \frac{\text{рад}}{\text{с}} = 175,9 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

1) Занесем ПФ системы:

$$W(s) = \frac{K_c}{T_n s + D_n s} \cdot K_c = \frac{K_c}{D_n s \left(\frac{T_n}{D_n} s + 1 \right)} = \left\{ \frac{T_n}{D_n} = T_n \right\} =$$

$$= \frac{K_c}{D_n s (T_n s + 1)} = \frac{208,3}{0,0025 s (0,65 s + 1)}$$



$$M^{bn} = K_c d_{\text{ш}} = 7 K_c = \frac{M^{bn}}{d_{\text{ш}}} = \frac{250 \cdot 0,25 \text{ К} \cdot \text{м}}{4,1 \cdot 10^{-2} \text{ м}} \approx 208,3 \left(\frac{\text{К} \cdot \text{м}}{\text{м}} \right)$$

$$D_n = \frac{M^n}{\omega_{\text{кк}}} = \frac{0,36 \text{ К} \cdot \text{м}}{146,6 \frac{\text{рад}}{\text{с}}} \approx 0,0025 \text{ К} \cdot \text{м} \cdot \text{с}$$

$$\omega_{gr} = \sqrt{\frac{K_c}{D_n}} = \sqrt{\frac{208,3 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-2}}{0,015 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-2}}} \approx 119,3 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$\omega_{gr} = 119,3 \frac{\text{рад}}{\text{с}} = \frac{119,3}{2\pi} \text{ Гц} \approx 18,95 \text{ Гц}$$

2) Зона по фазе

$$T_n = \frac{\eta_n}{D_n} = \frac{0,015 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-2}}{0,0025 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-2}} = 6 \text{ с}$$

$$\omega_n = \frac{1}{T_n} = \frac{1}{6 \text{ с}} \approx 0,1667 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \approx 0,027 \text{ Гц}$$

2) Зона по фазе и амплитуде

$$\varphi(\omega_{gr}) = -\frac{\pi}{2} - \arctg(T_n \omega_{gr}) = -\frac{\pi}{2} - \frac{1,569}{1,559} =$$

$$= -90^\circ - 89,92^\circ = -179,92^\circ$$

$$\Delta\varphi = \varphi(\omega_{gr}) - (-\pi) = -179,92^\circ + 180^\circ = 0,08^\circ$$

Зона по амплитуде находится в точке пересечения с мн. $-\pi$, по шкале ФЧХ откладываем $-\pi$, и находим ее пересечение, поэтому $\Delta A \rightarrow \infty$ (полюс функции 16,9 дБ)

3) Обобщенный резонанс: $W_p = \frac{1+T_1 S}{1+T_2 S}$, при этом $T_1 \gg T_2$, тогда

$$W_{gr} = \frac{K_c}{D_n S(T_1 S + T)} \cdot \frac{1+T_2 S}{1+T_2 S}$$

Положим $T_2 = 0$, тогда $W(s) = \frac{K_c (1+T_2 S)}{D_n S(T_1 S + T)}$
 $= 1$, так как на ω_{gr} $A(\omega_{gr})$ $D_n S(T_1 S + T)$ $0,01$

$$A(\omega_{gr}^{max}) = 1 = \frac{K_c T_1 (W_{gr}^{max})}{D_n (W_{gr}^{max}) \cdot T_n} = 1$$

$$\Rightarrow T_1 = \frac{D_n W_{gr}^{max} T_n}{K_c} = \frac{0,0025 (\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-2}) \cdot 28,2 \pi (\frac{\text{рад}}{\text{с}}) \cdot 6 (\text{с})}{208,3 (\frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{рад}})}$$

$$= 0,00227 \text{ с} = 0,0127 \text{ с}$$

$$T_1 = \frac{1}{0,00227 \text{ с}} = 437,4 \frac{\text{рад}}{\text{с}} = \frac{437,4}{2\pi} \text{ Гц} = 70,531 \text{ Гц}$$

то определяем T_2 :

$$\Delta\varphi^{max} = 48^\circ$$

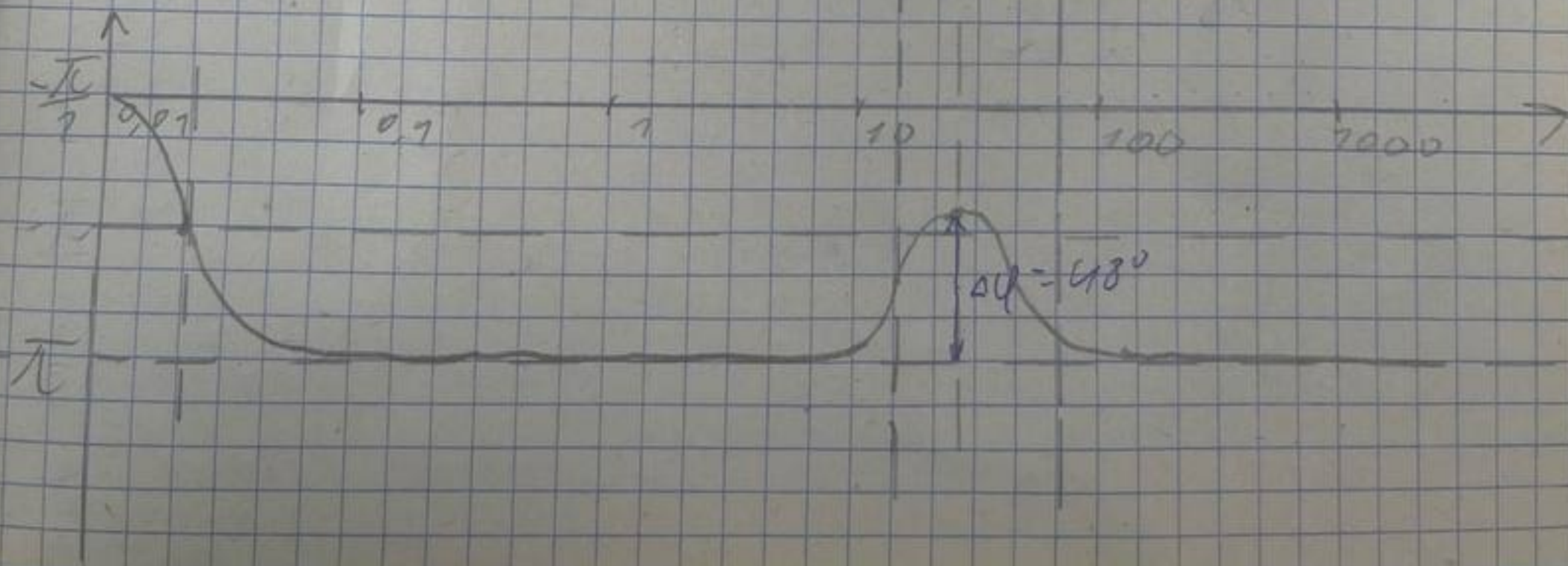
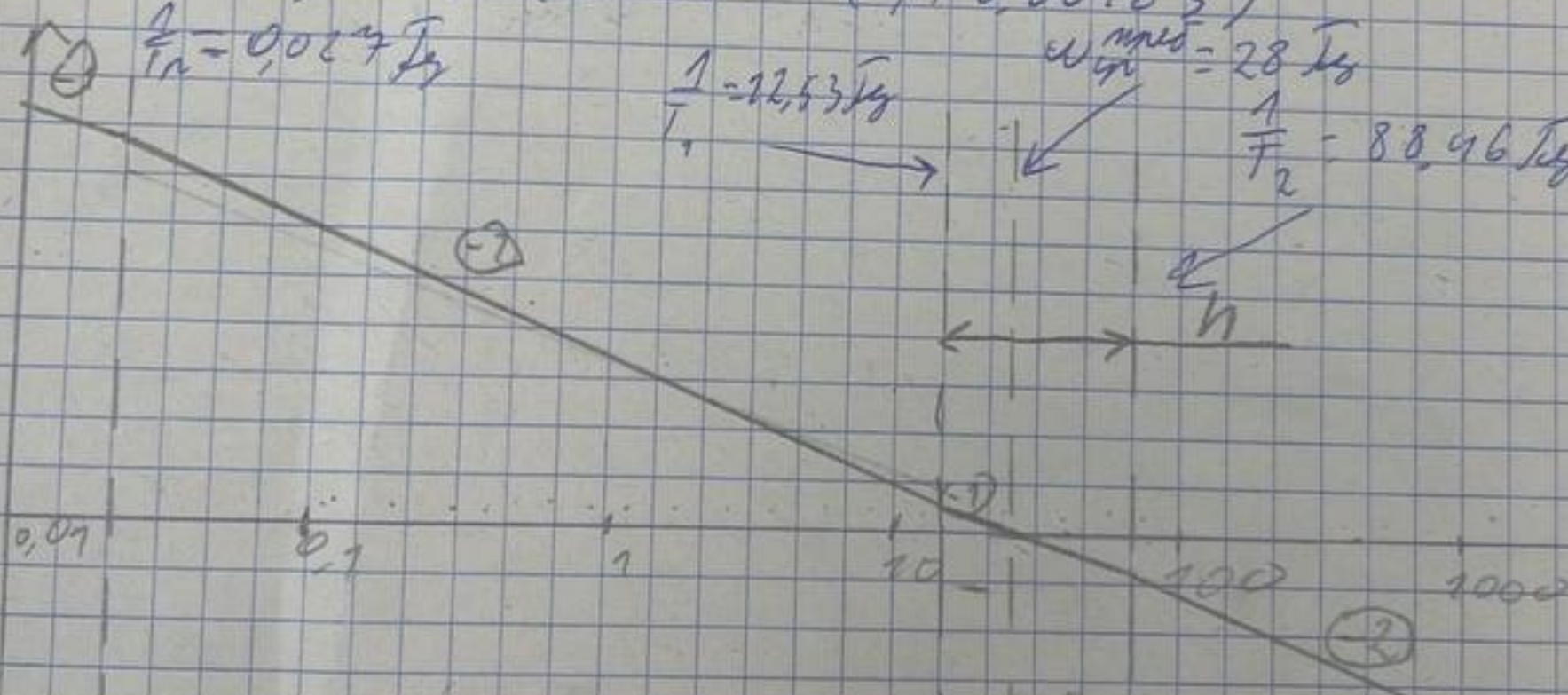
$$-\pi + 48 \cdot \frac{\pi}{180} = -\frac{\pi}{2} - \arctg(T_n \omega_{gr}^{max}) + \frac{\pi}{2} + \arctg(T_1 \omega_{gr}^{max}) -$$

$$\begin{aligned}
 & -\frac{\pi}{2} - \arctg(T_2 \omega_{\text{норм}}) = -\frac{\pi}{2} - \arctg(6 \cdot 775,9) + \frac{\pi}{2} + \\
 & + \arctg(0,0127 \cdot 775,9) - \frac{\pi}{2} - \arctg(T_2 \cdot 775,9) = \\
 & -90^\circ + 48^\circ \\
 & -\pi + 0,837 = -1,569 + 1,149 - \frac{\pi}{2} - \arctg(T_2 \cdot 775,9) \\
 & -0,379 = -\arctg(T_2 \cdot 775,9) \\
 & \Rightarrow T_2 \approx 0,0018 \text{ c} \Rightarrow \frac{1}{T_2} \approx 555,56 \frac{\text{рад}}{\text{c}} = \frac{555,56}{2\pi} \text{ Гц} = \\
 & = 88,46 \text{ Гц}
 \end{aligned}$$

$\Rightarrow$ Для обеспечения $\omega_{\text{норм}}$: $T_1 = 0,0127 \text{ c}$
 Для обеспечения $\Delta\varphi_{\text{норм}}$: $T_2 = 0,0018 \text{ c}$

Знак по амплитуде отклонения $\rightarrow \infty$ (уменьш, требова-
 ние знака более 16 раз выполнено)

$$\begin{aligned}
 \eta) \quad W(s) &= \frac{208,3}{0,0025s(65+1)} \cdot \frac{(1+0,0127s)}{(1+0,0018s)} \\
 \frac{1}{T_1} &= 0,0127 \text{ Гц} \quad \frac{1}{T_2} = 12,53 \text{ Гц} \quad \omega_{\text{норм}} = 28 \text{ Гц} \quad \frac{1}{T_2} = 88,46 \text{ Гц}
 \end{aligned}$$



$$h = \frac{M+1}{M-1} = \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} = 88,46 - 12,53 = 75,93 \text{ Кг}$$

$$\frac{M+1}{M-1} = 75,93 \text{ Кг} \Rightarrow M = 1,027 - \text{показатель колебательности}$$

1. Записать передаточную
однооснов

орного
устой
улято

ую ф
елить

Н

360