

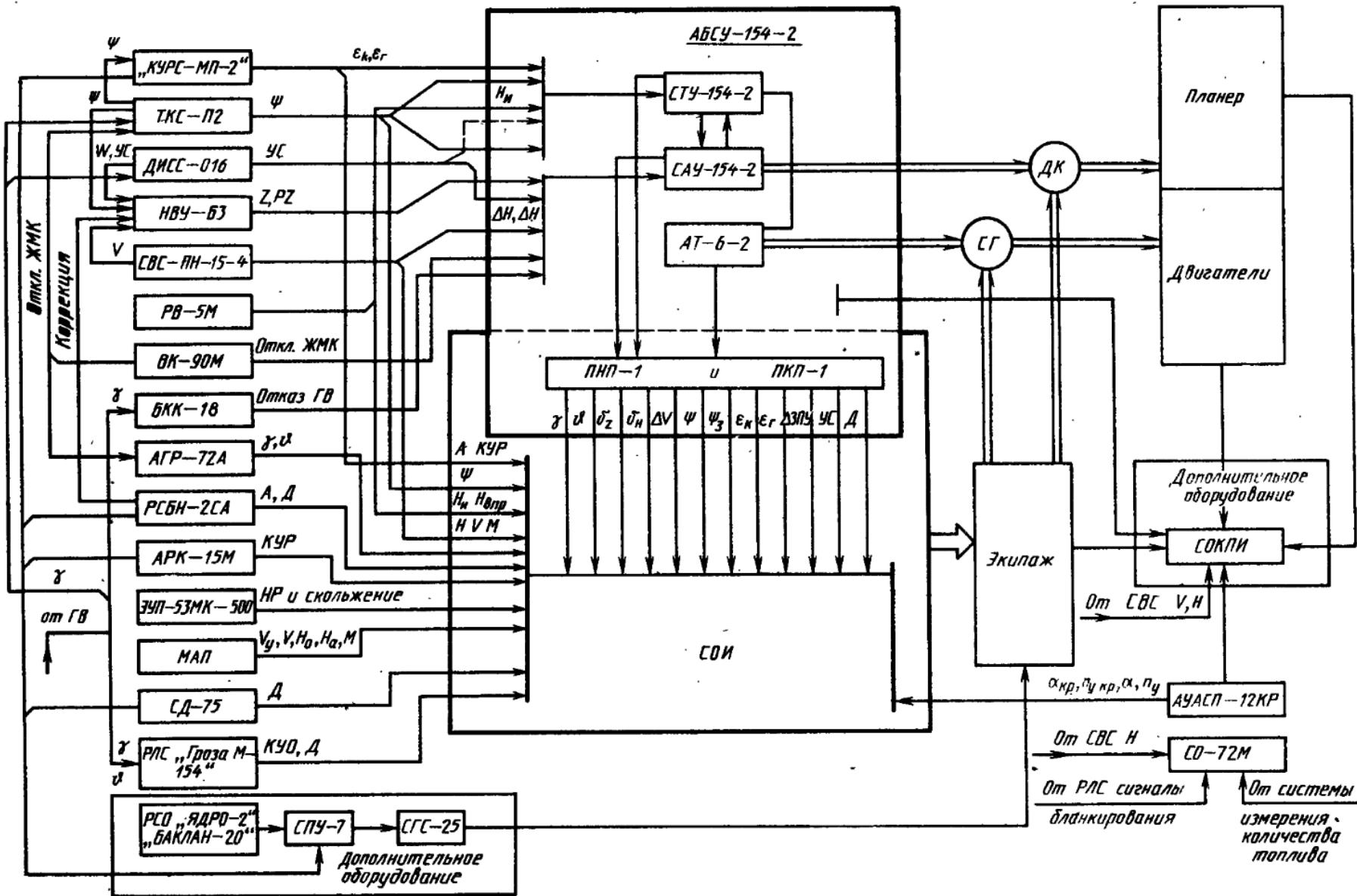


АБСУ-154-2



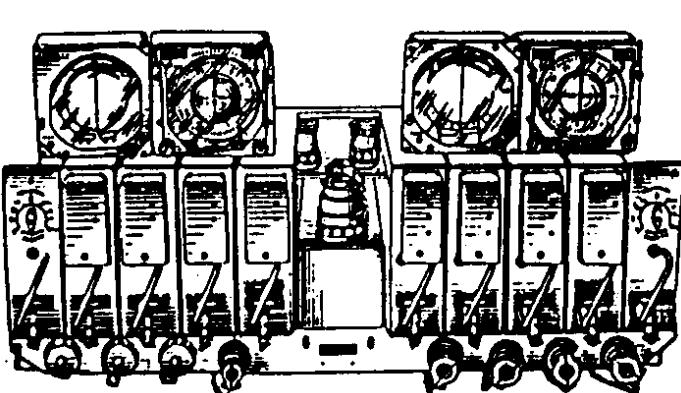
Sverdlovskavia



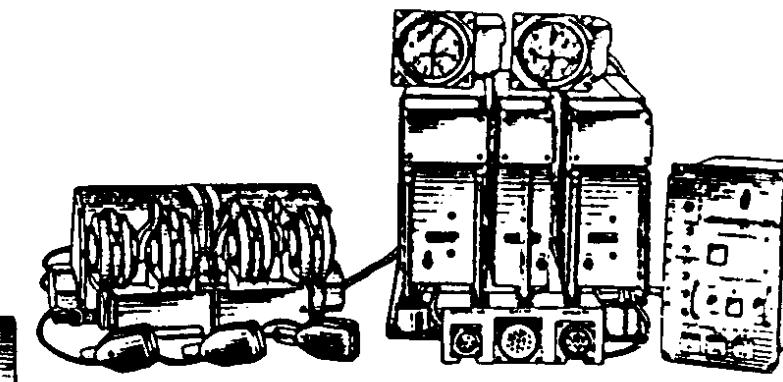




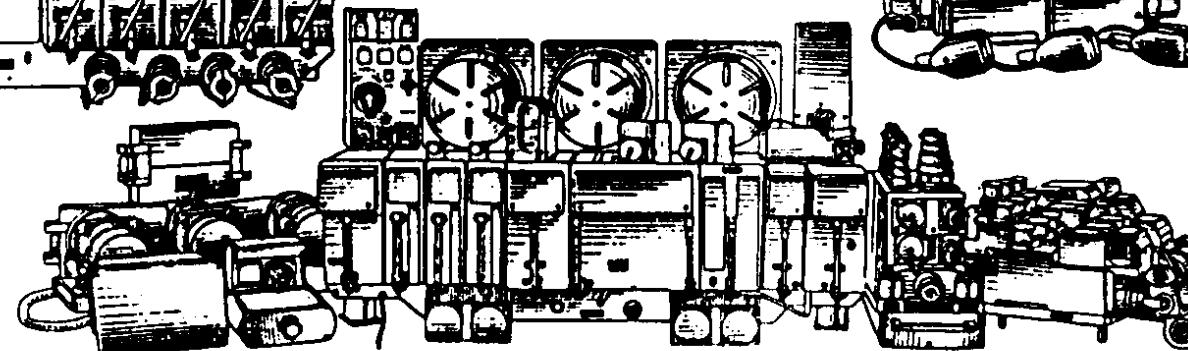
Подсистема автоматической балансировки самолета



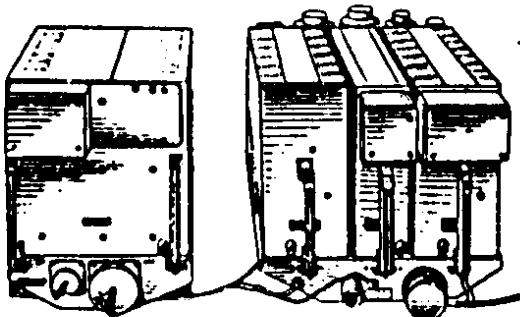
СИСТЕМА ТРАЕКТОРНОГО
УПРАВЛЕНИЯ СТУ-154-сер?



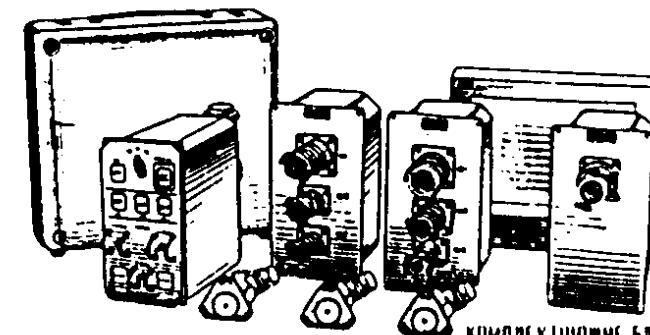
АВТОМАТ ТЯГИ АТ-6-2



СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО
УПРАВЛЕНИЯ САУ-154-2



ВЫЧИСЛИТЕЛЬ УХОДА ВЧ-1-2
БЛОК НАВИГАЦИИ И СИГНАЛИЗАЦИИ БНС-1-2



КОМПЛЕКТУЮЩИЕ БЛОКИ И ИНСТРУМЕНТЫ

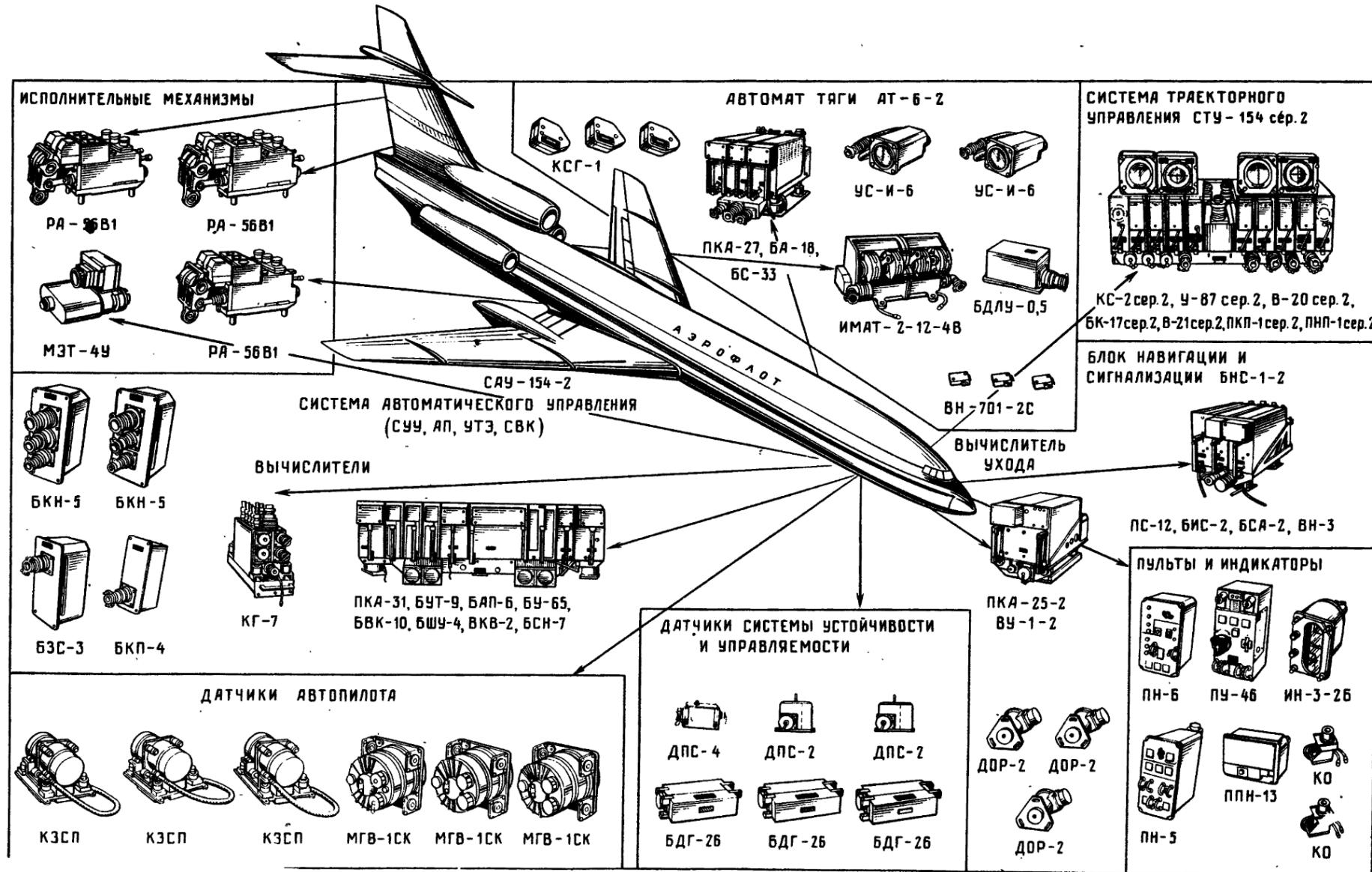
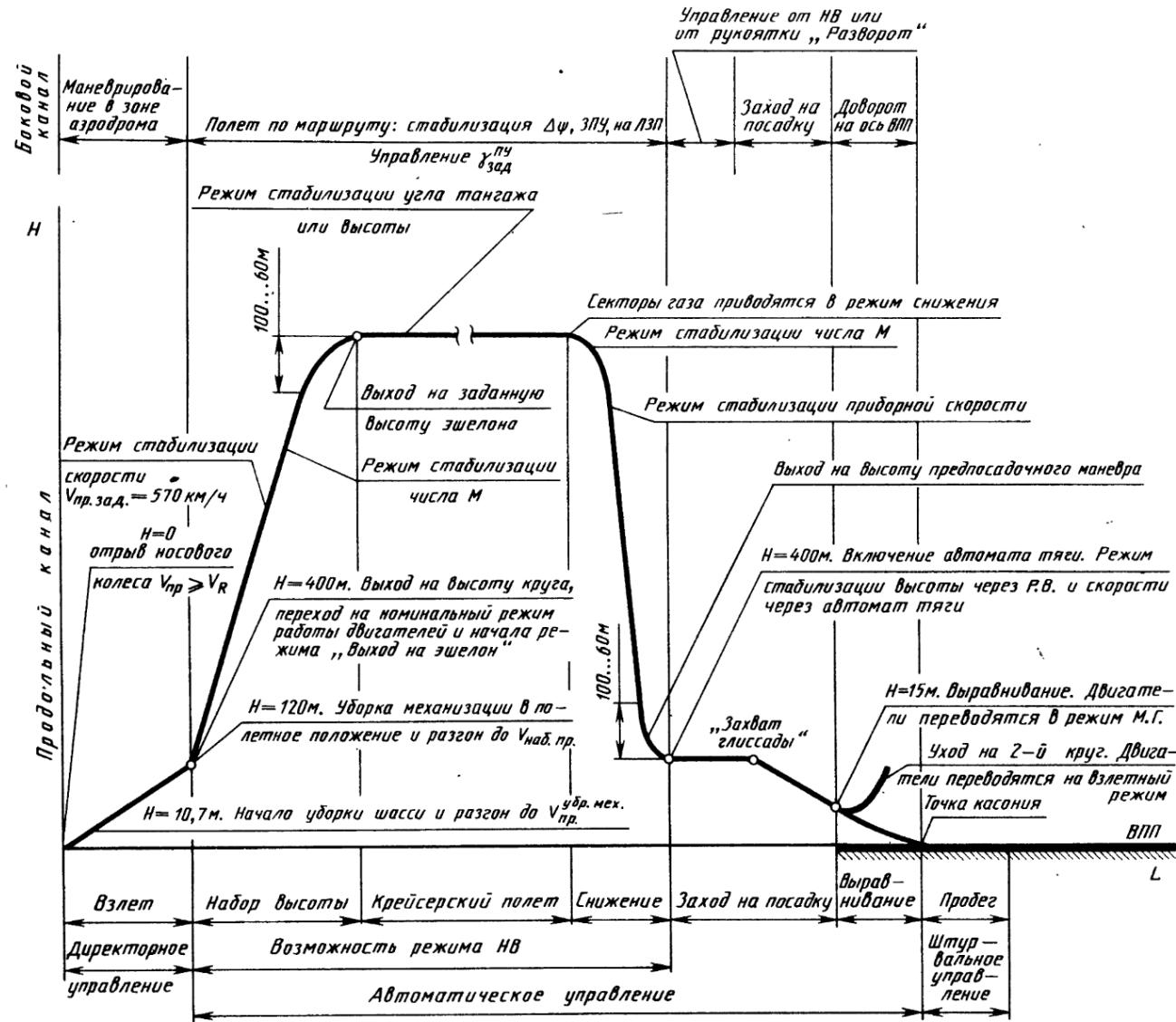


Рис. 97. Автоматическая бортовая система управления АБСУ-154-2

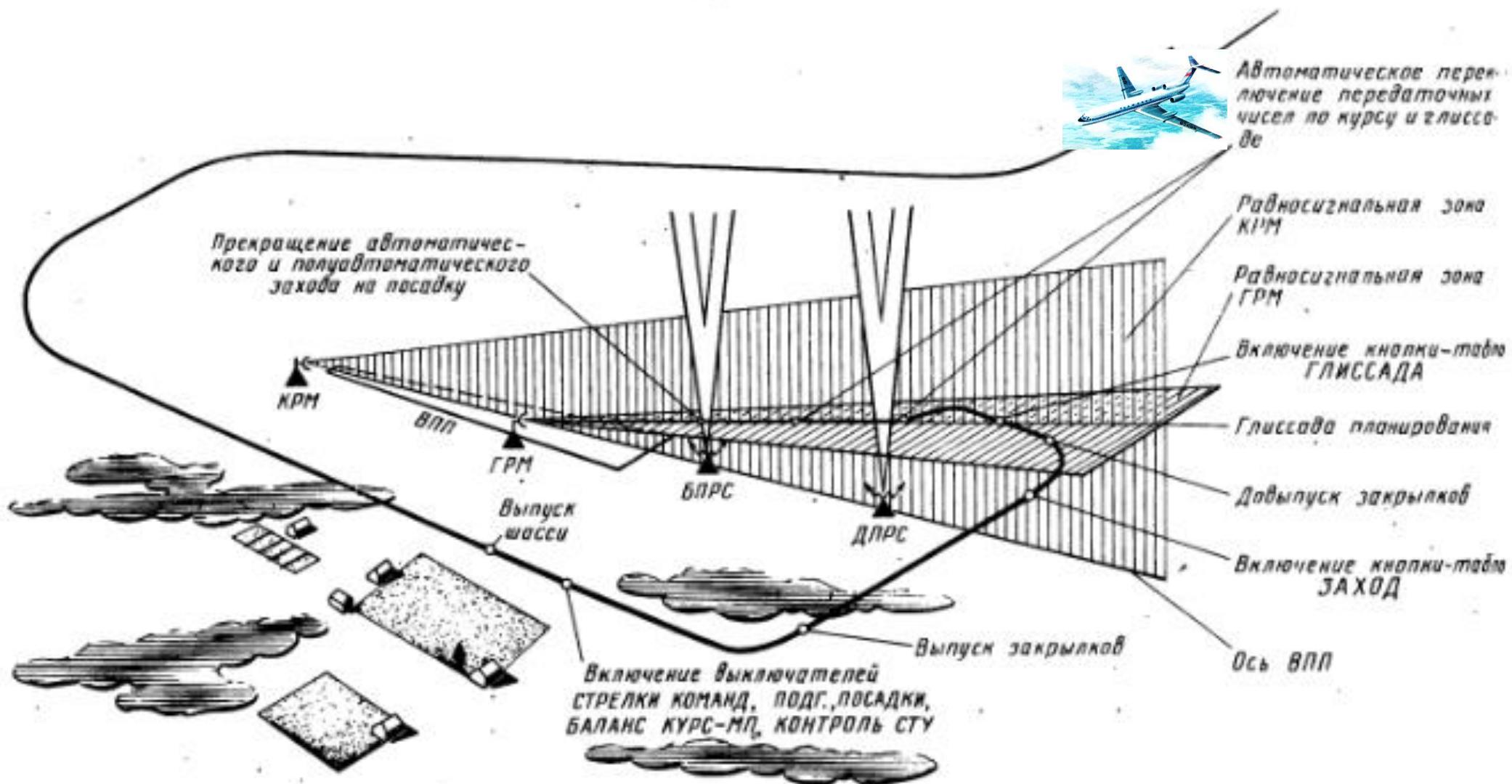


Автоматизация этапов полета Ту-154 с АБСУ-154



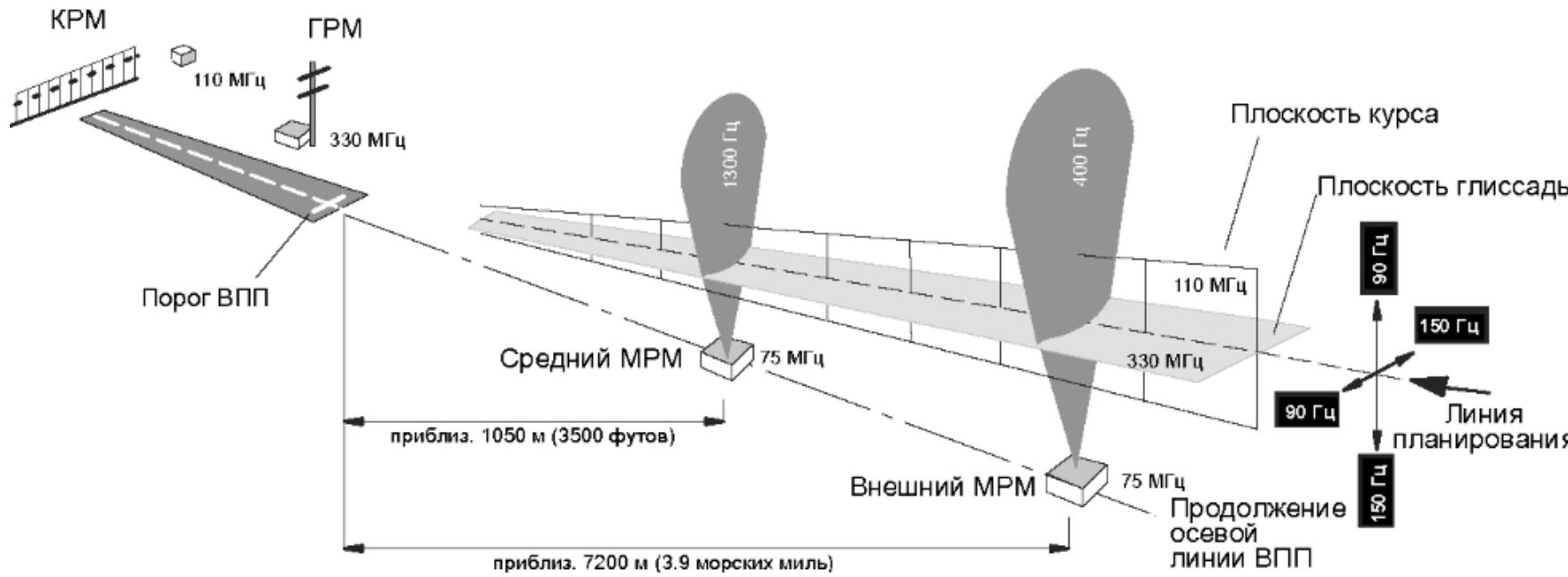


Работа АБСУ при заходе на посадку





Радиомаячная система посадки ILS

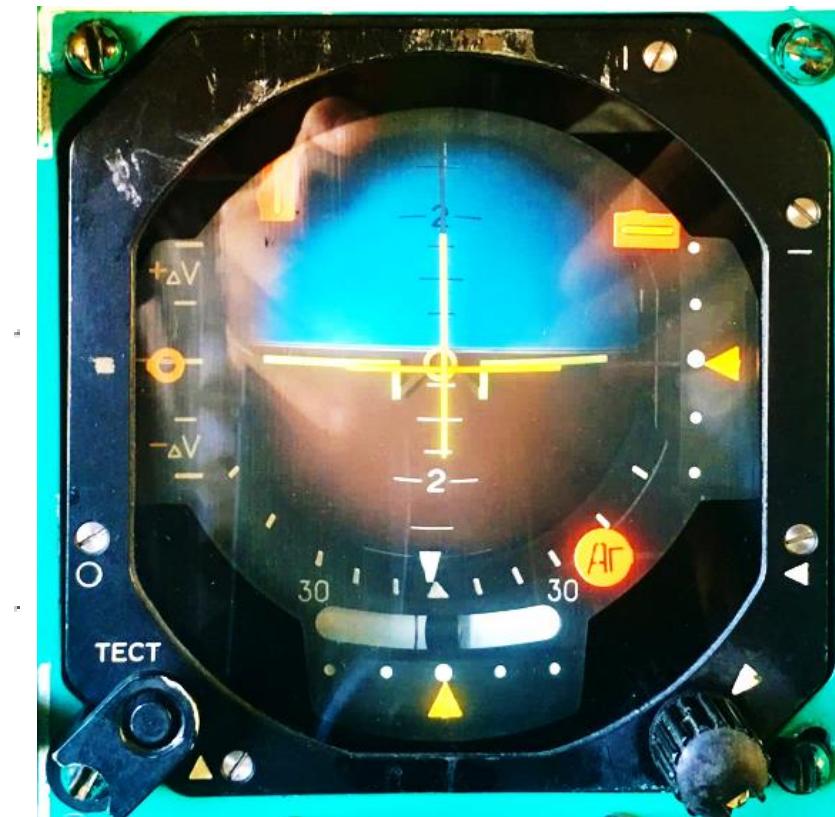
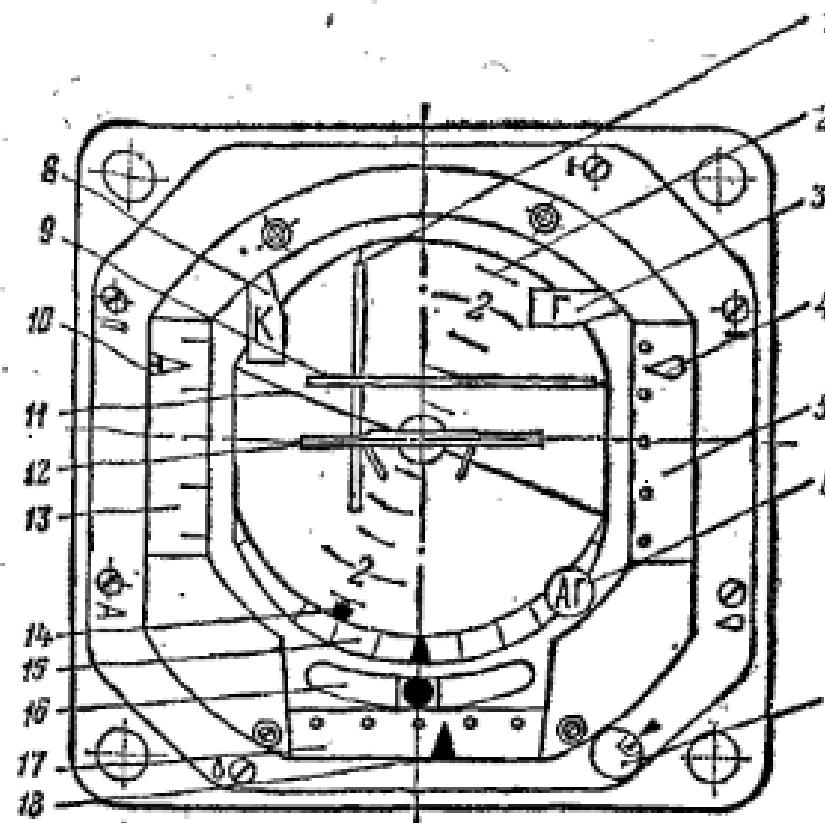




Прибор командно-пилотажный ПКП-1

Рис. 12.13. Прибор командно-пилотажный:

1 — команда планка управления курсом; 2 — шкала тангажа; 3 — бленкер отказа управления глиссадой; 4, 10, 14, 18 — подвижные индексы; 5 — шкала отклонения в вертикальной плоскости; 6 — бленкер отказа гироэвртикали; 7 — установка горизонта; 8 — бленкер отказа камера управления курсом; 9 — команда планка управления глиссадой; 11 — линия горизонта; 12 — неподвижный силуэт самолета; 13 — шкала отклонения скорости; 15 — шкала крена; 16 — указатель скольжения; 17 — шкала отклонения в горизонтальной плоскости.





Прибор навигационный плановый ПНП-1

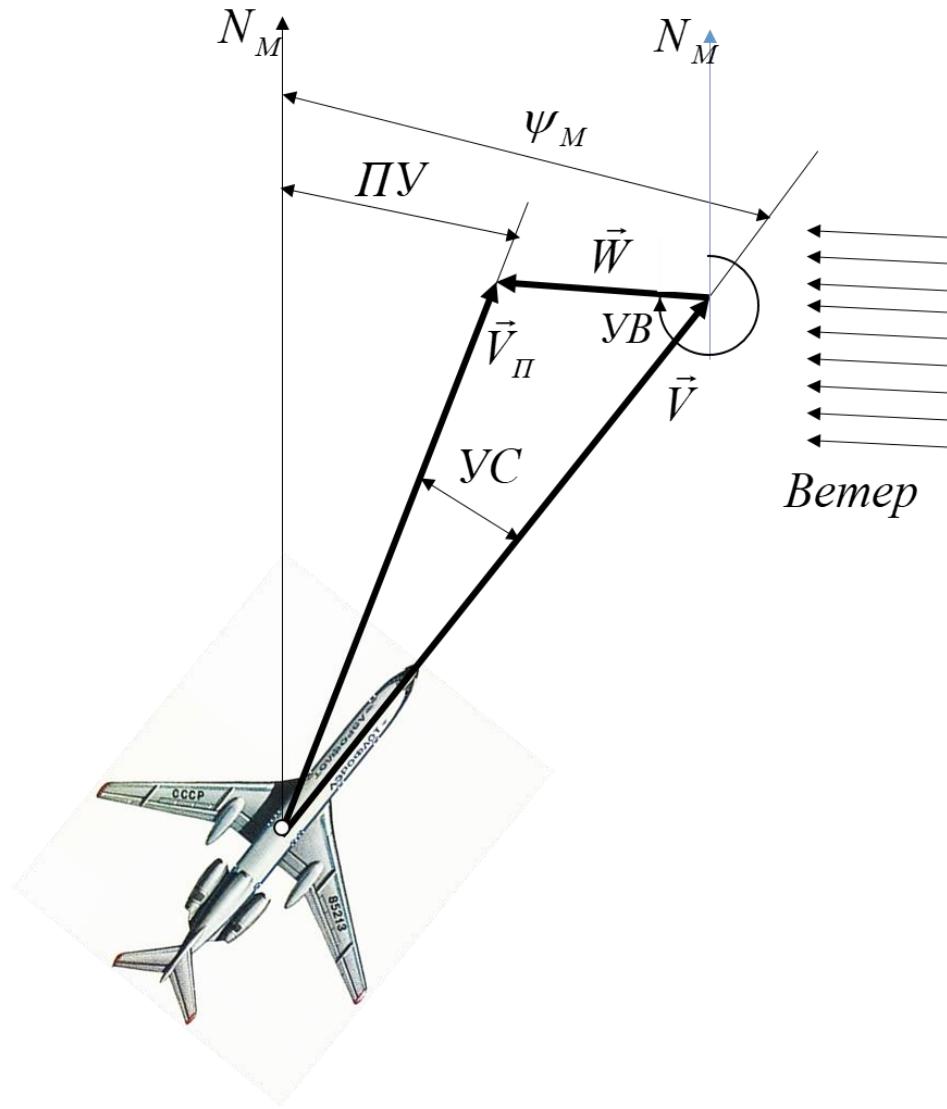


Рис. 12.14. Прибор навигационно-пилотажный:

1 — индекс указателя угла сноса; 2 — счетчик заданного путевого угла; 3 — индекс заданного курса; 4 — подвижная шкала текущего курса; 5 — индекс подвижной шкалы текущего курса; 6 — бленкер отказа глиссадного радиоканала; 6 — стрелка заданного путевого угла; 7 — планка отклонения от заданной траектории в горизонтальной плоскости; 8 — шкала отклонения от заданной траектории в вертикальной плоскости; 9 — планка отклонения от заданной траектории в вертикальной плоскости; 10 — неподвижный силуэт самолета; 11 — бленкер отказа курсового радиоканала; 12 — бленкер отказа курсовой системы; 13 — кремальера заданного путевого угла; 14 — шкала угла сноса; 15 — счетчик дальности; 16 — индексы разворота; 17 — шкала отклонения от заданной траектории в горизонтальной плоскости; 18 — индикатор навигационных режимов; 19 — задатчик курса

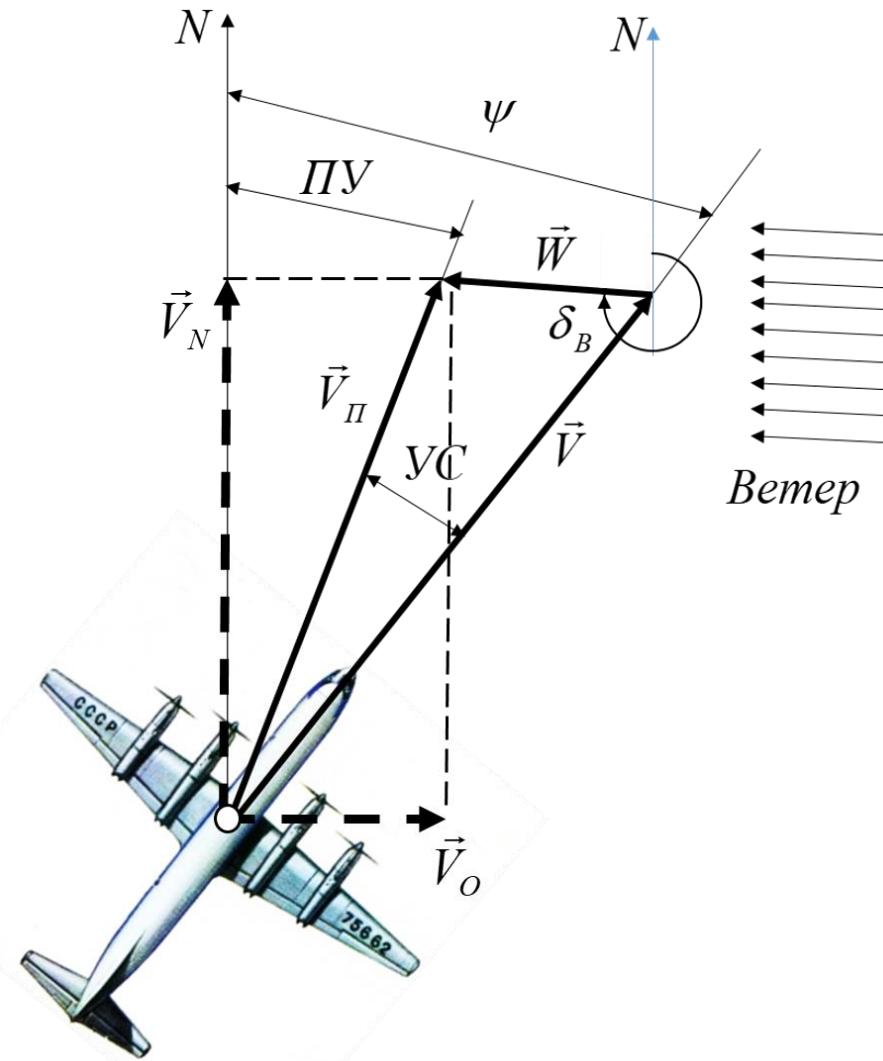


Навигационный треугольник скоростей



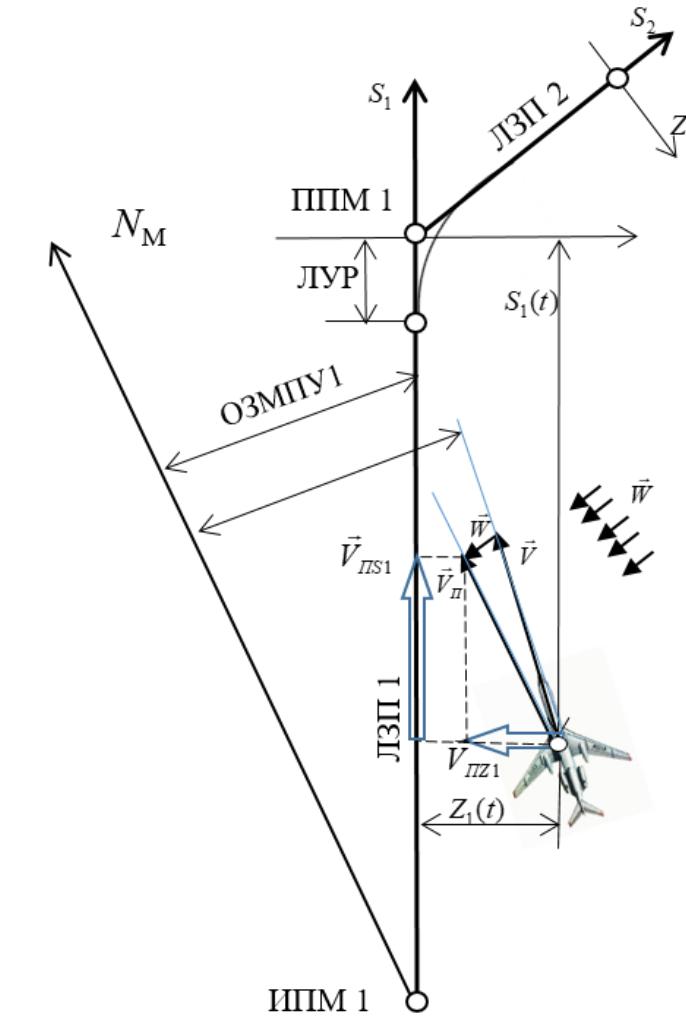
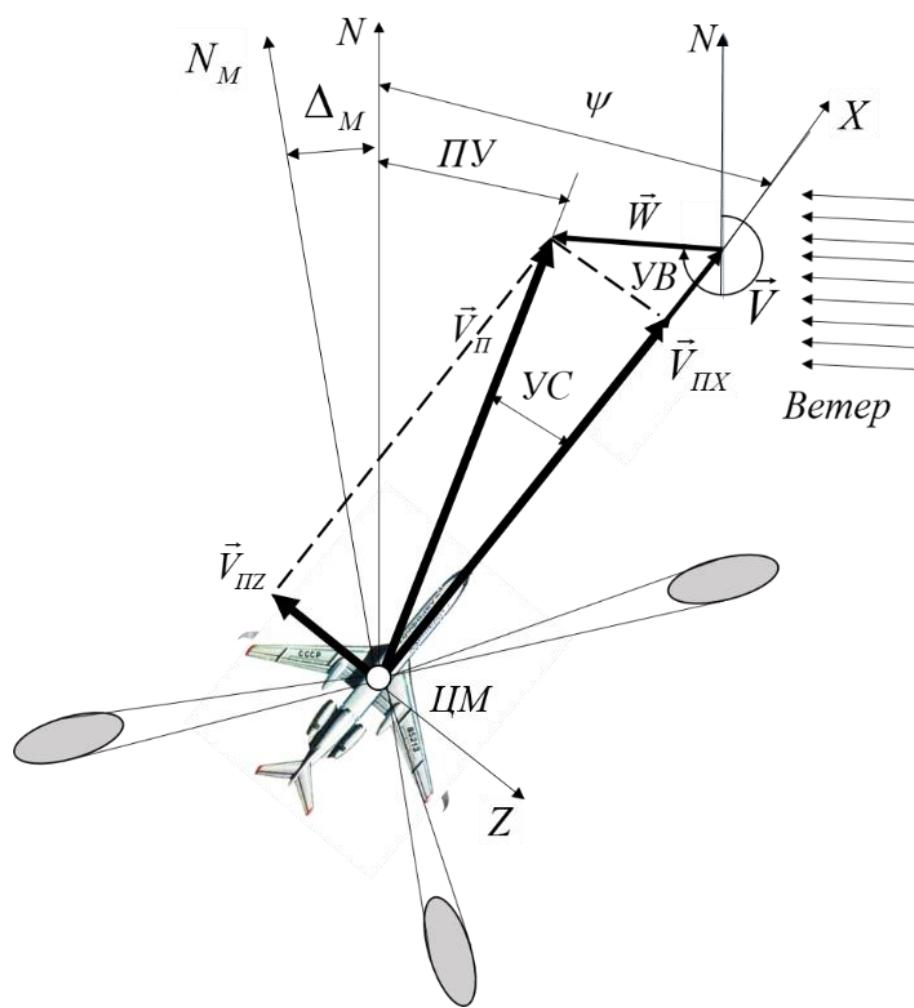


Курсо-воздушно-доплеровское счисление пути



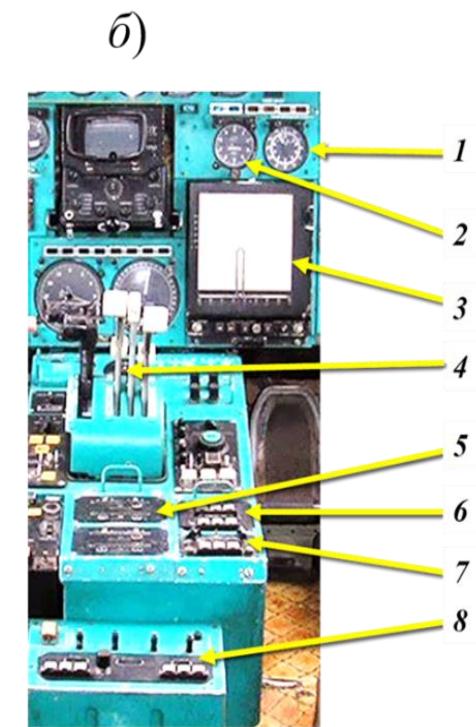
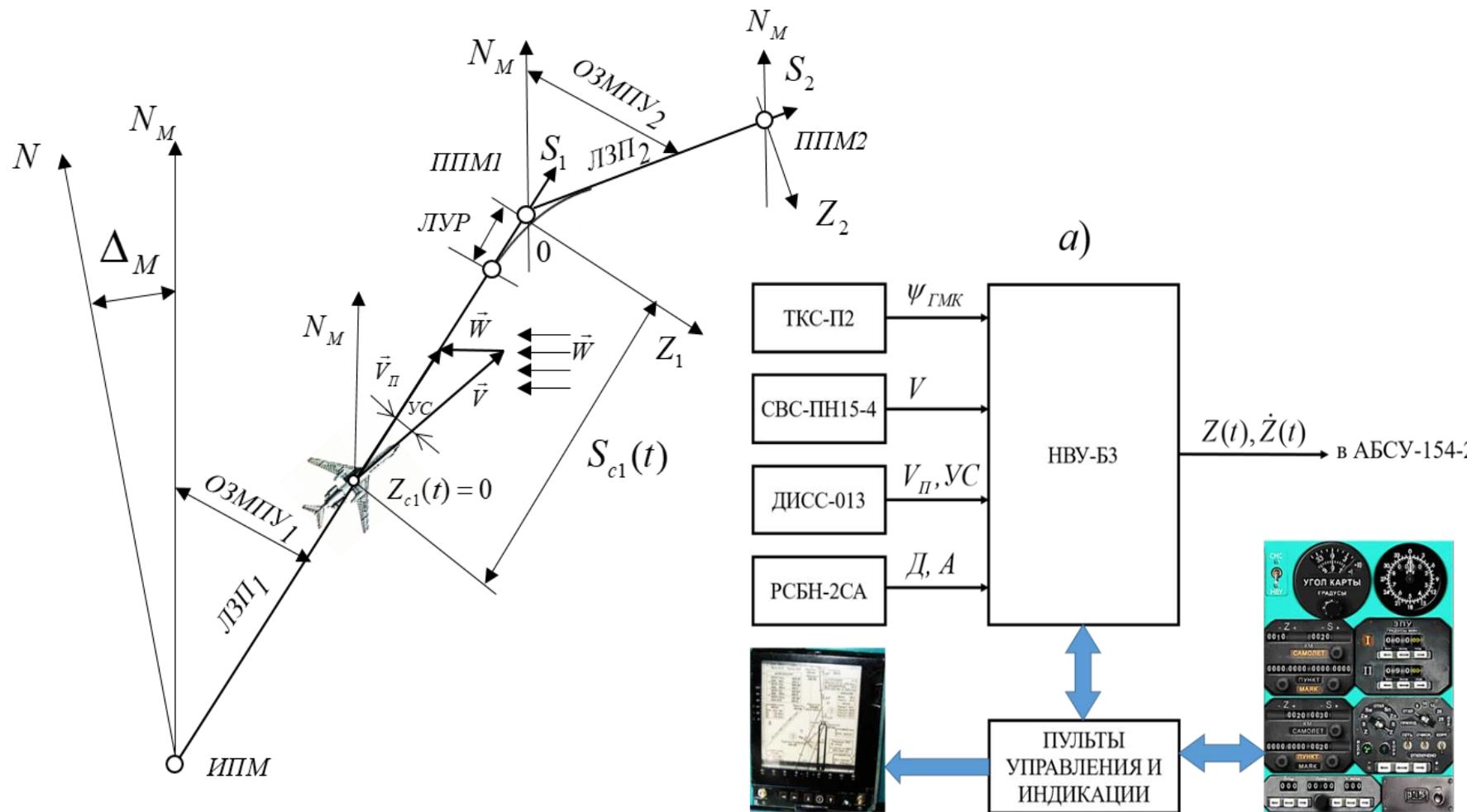


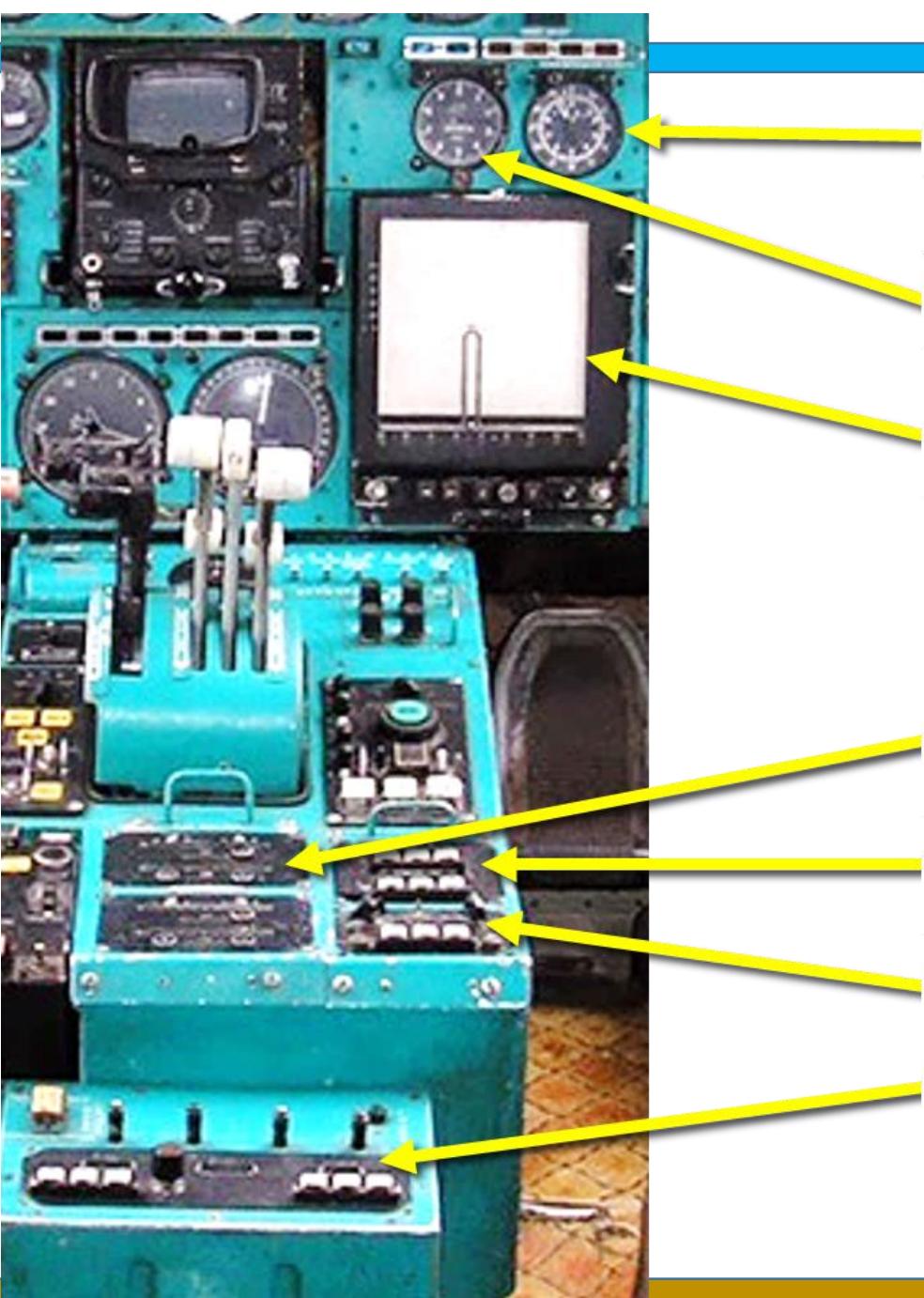
Курсо-воздушно-доплеровское счисление пути





Курсо-воздушно-доплеровское счисление пути





Приборы и пульты штурмана Самолета Ту-154Б-2



Структурно-функциональная схема автоматизированной системы управления

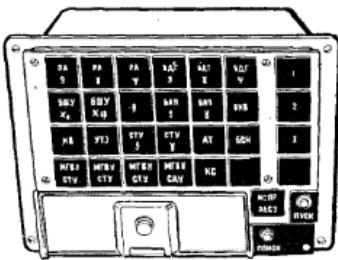


Рис. 12.15. Пульт поиска неисправностей

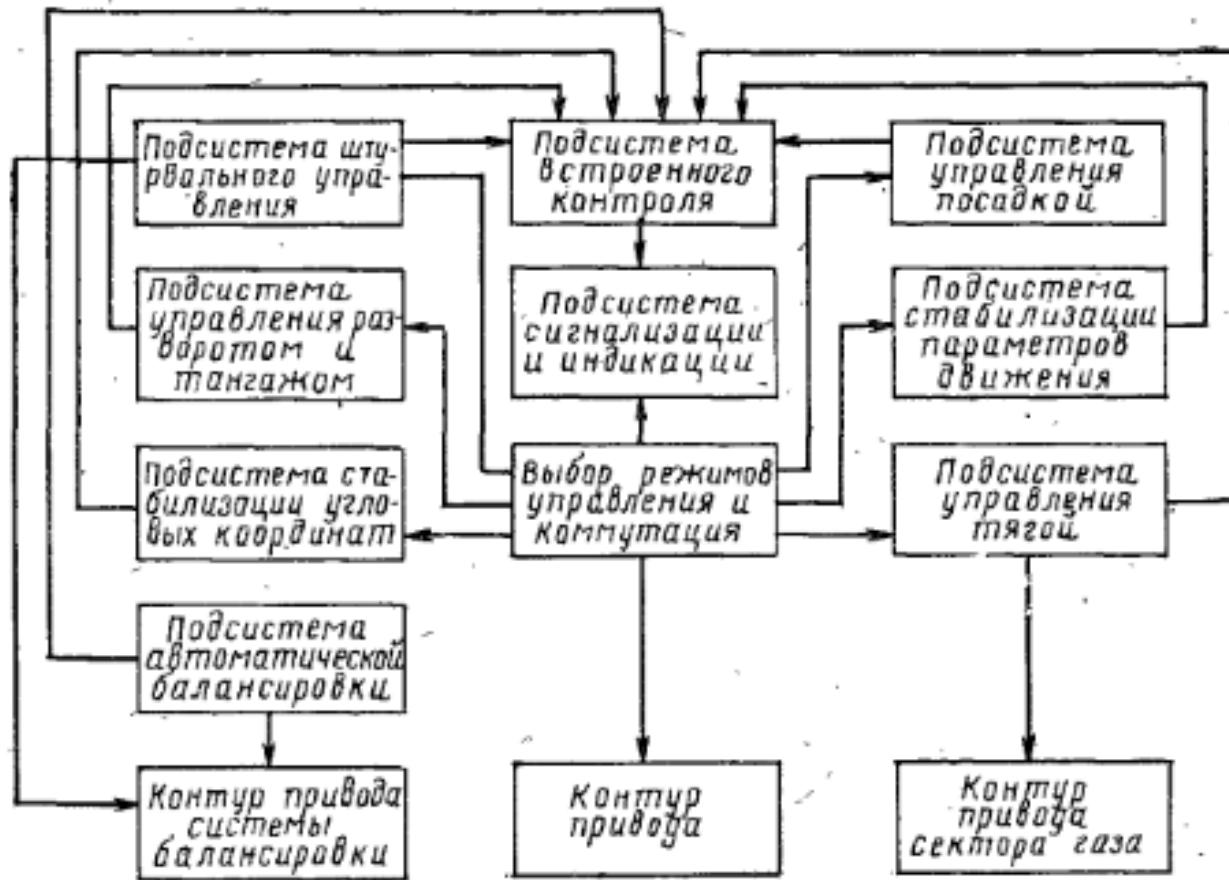
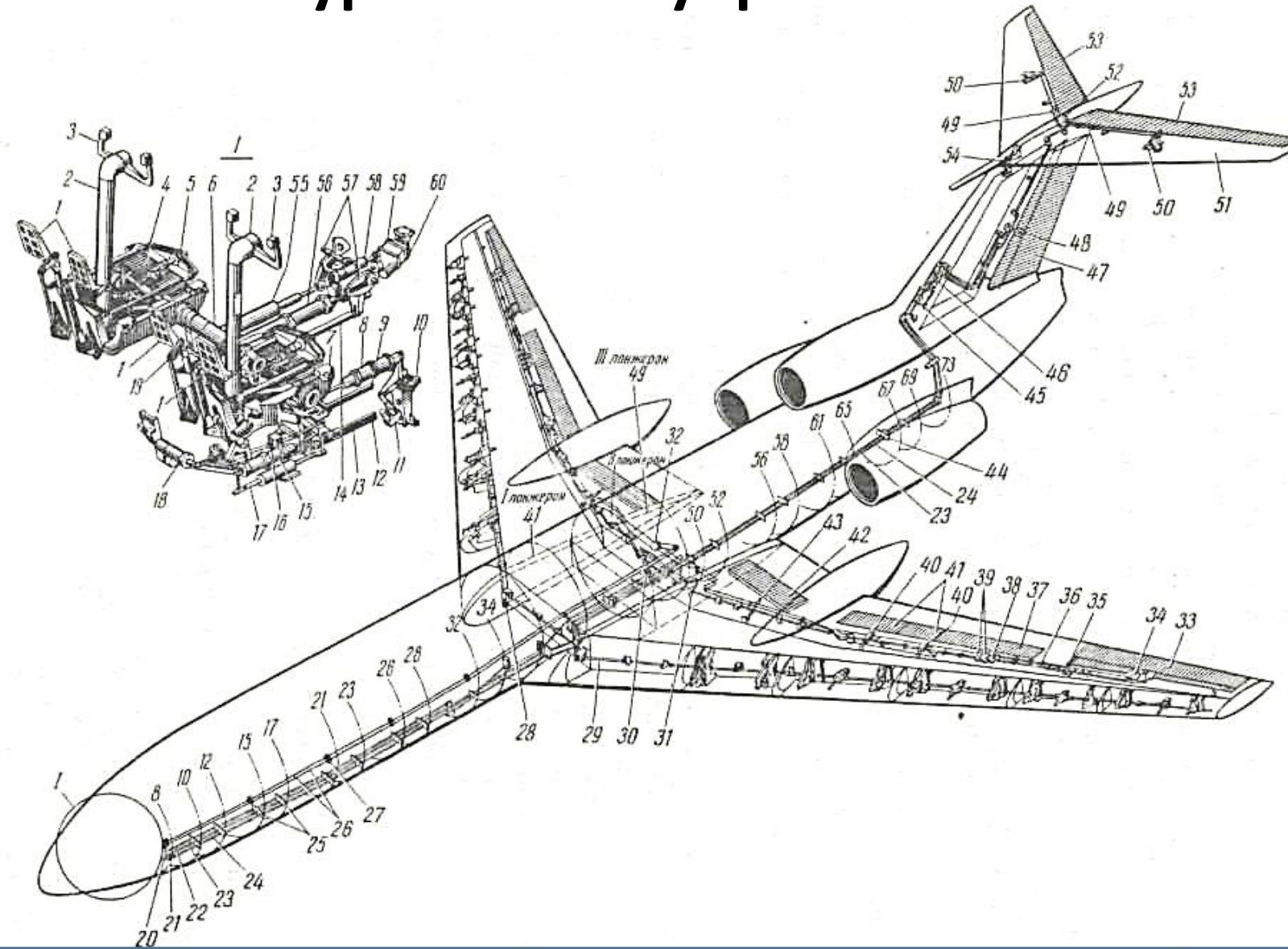


Рис. 12.1. Структурно-функциональная схема автоматизированной системы управления



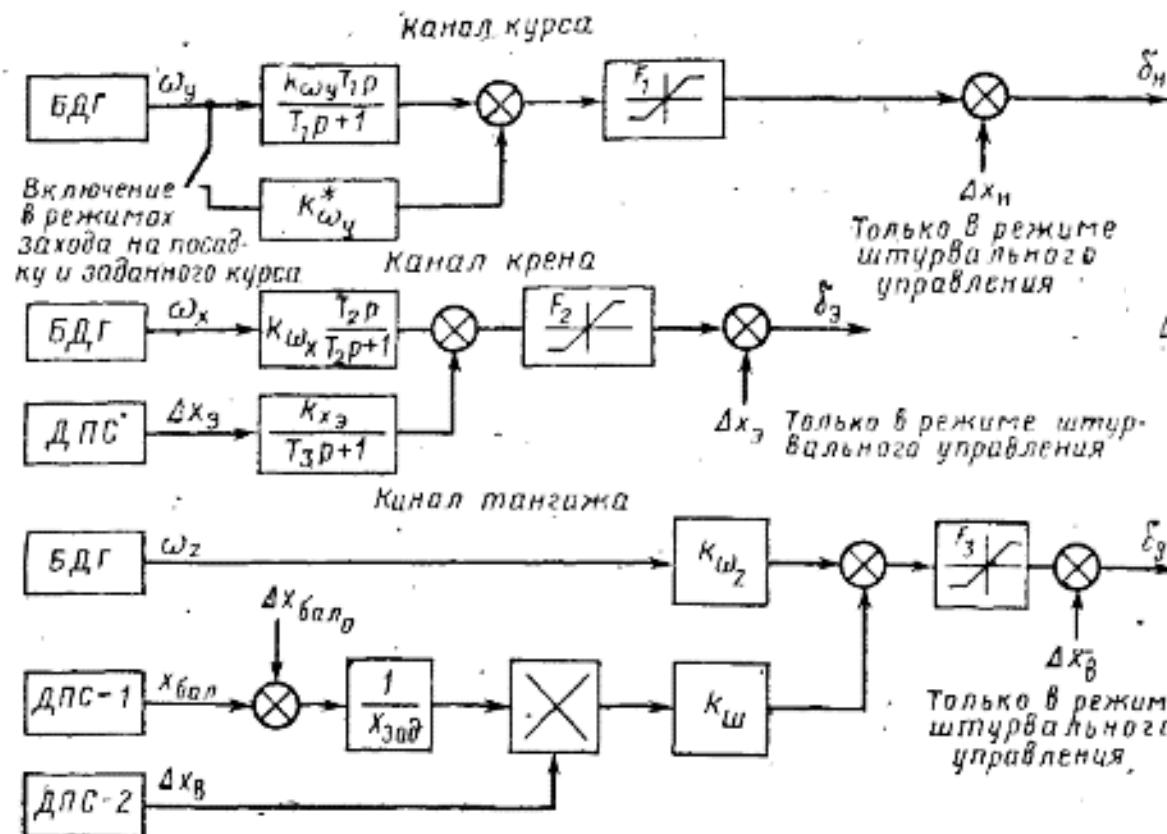


Система штурвального управления самолетом





Подсистема штурвального управления



$$\Delta \delta_H = F_1 k_{\omega_y} \frac{T_1 p}{T_1 p + 1} \omega_y + \Delta X_B. \quad (12.1)$$

$$\Delta \delta_E = F_2 \left(k_{\omega_x} \frac{T_2 p}{T_2 p + 1} \omega_x + k_{x_3} \frac{1}{T_3 p + 1} \Delta X_3 \right) + \Delta X_B. \quad (12.2)$$

$$\Delta \delta_B = F_3 (k_{\omega_z} \omega_z - k_W k_X \Delta X_B) + \Delta X_B. \quad (12.3)$$

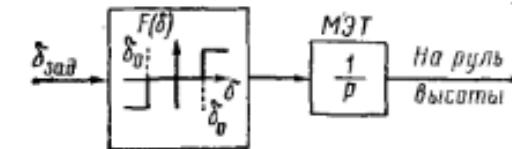


Рис. 12.2. Структурная схема штурвального управления:
БДГ — блок демпфирующих гироскопов; ДПС — датчик положения

Рис. 12.3. Структурная схема контура автоматической балансировки



Подсистема автоматической балансировки самолета

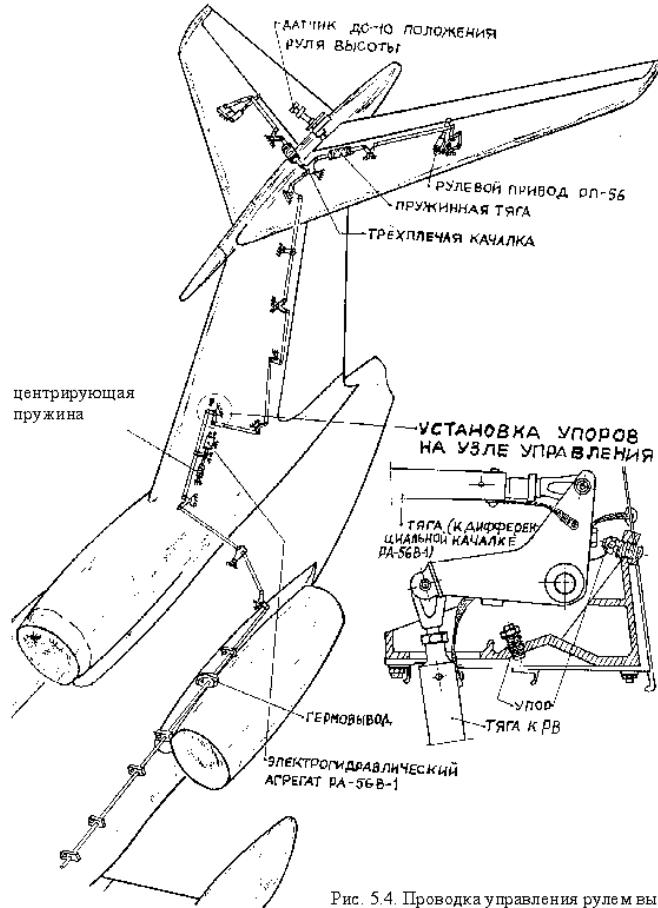


Рис. 5.4. Проводка управления рулем высоты.

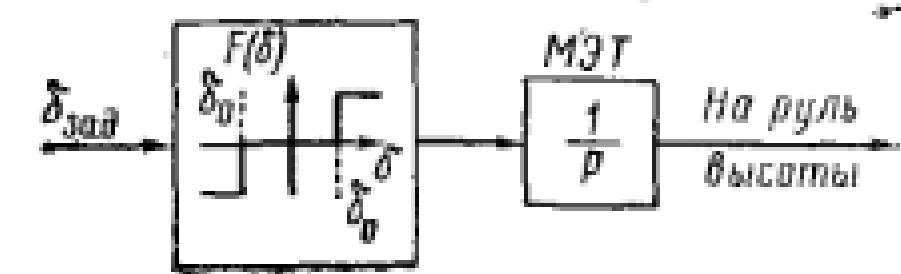
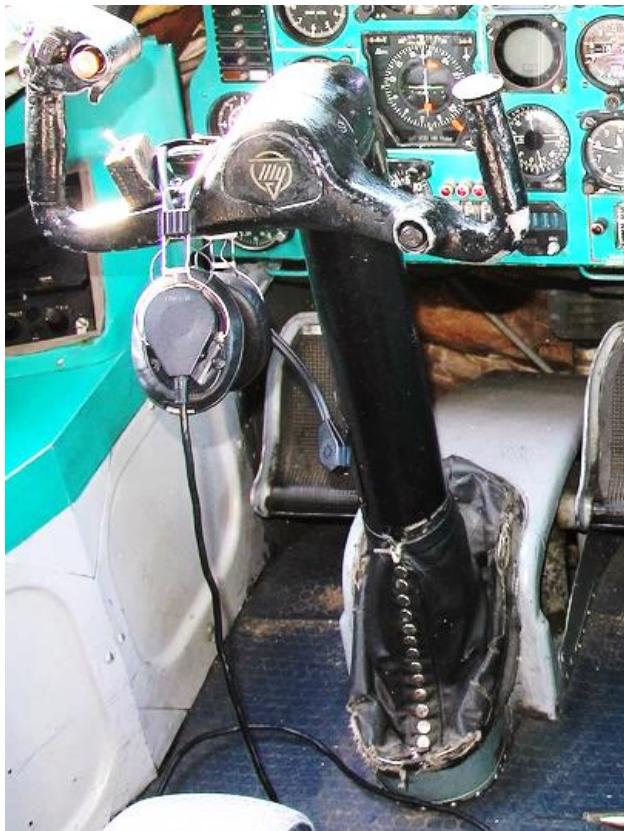


Рис. 12.3. Структурная схема контура автоматической балансировки

$$\Delta \delta_{\text{бал}} = \frac{1}{p} F(\delta) \Delta \delta_{\text{упр}}, \quad (12.4)$$

где $\Delta \delta_{\text{упр}}$ — управляющий сигнал в канале тангажа;

$$F(\delta) = \begin{cases} 0 & \text{при } |\Delta \delta_{\text{упр}}| < \delta_0; \\ 1 & \text{при } |\Delta \delta_{\text{упр}}| > \delta_0. \end{cases}$$



Подсистема угловой стабилизации

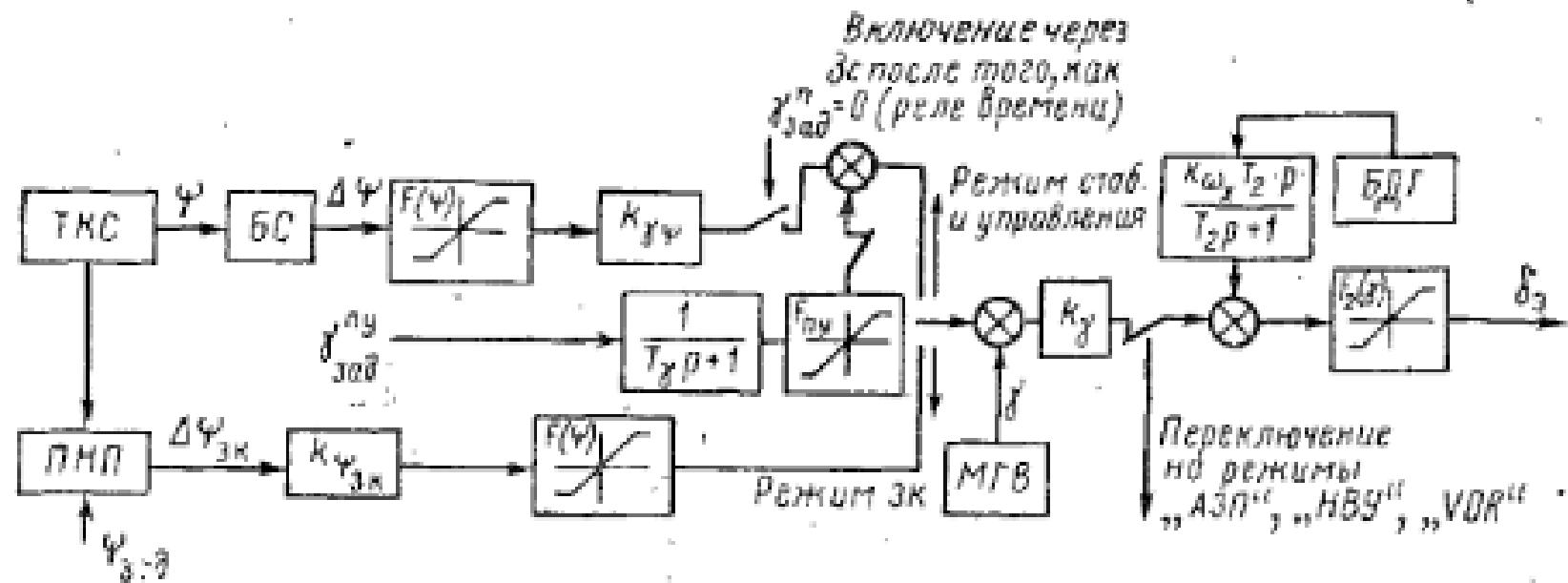


Рис. 12.4. Структурная схема канала крена:

TKS — точная курсовая система; BC — блок связи; PNP — пилотажно-навигационный прибор; MGV — малогабаритная гироневерткаль; АЗП — автоматический заход на посадку; ЭК — заданный курс.

$$\Delta \delta_2 = F_2 \left[k_T (\gamma - k_{T\psi} F_1(\psi) \Delta \psi) + k_{\omega_x} \frac{T_2 p}{T_2 p + 1} \omega_x \right]. \quad (12.6)$$



Подсистема угловой стабилизации

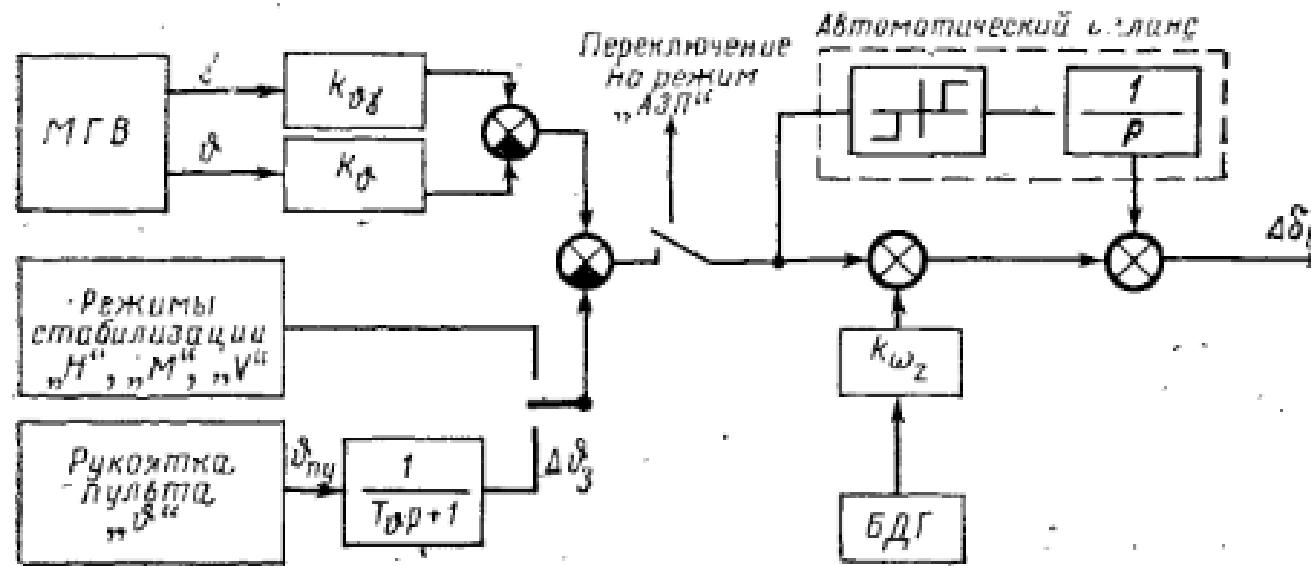


Рис. 12.5. Структурная схема канала тангажа

$$\begin{aligned} \Delta\delta_B &= \left(1 + \frac{1}{p} F(\delta)\right) [k_{\theta} (\Delta\theta - \Delta\theta_s) - k_{\theta\gamma} |\gamma|] + k_{\omega_z} \omega_z; \\ \Delta\theta_s &= \frac{\vartheta_{py}}{T_{\theta} p + 1}. \end{aligned} \quad (12.12)$$



Подсистема стабилизации параметров движения

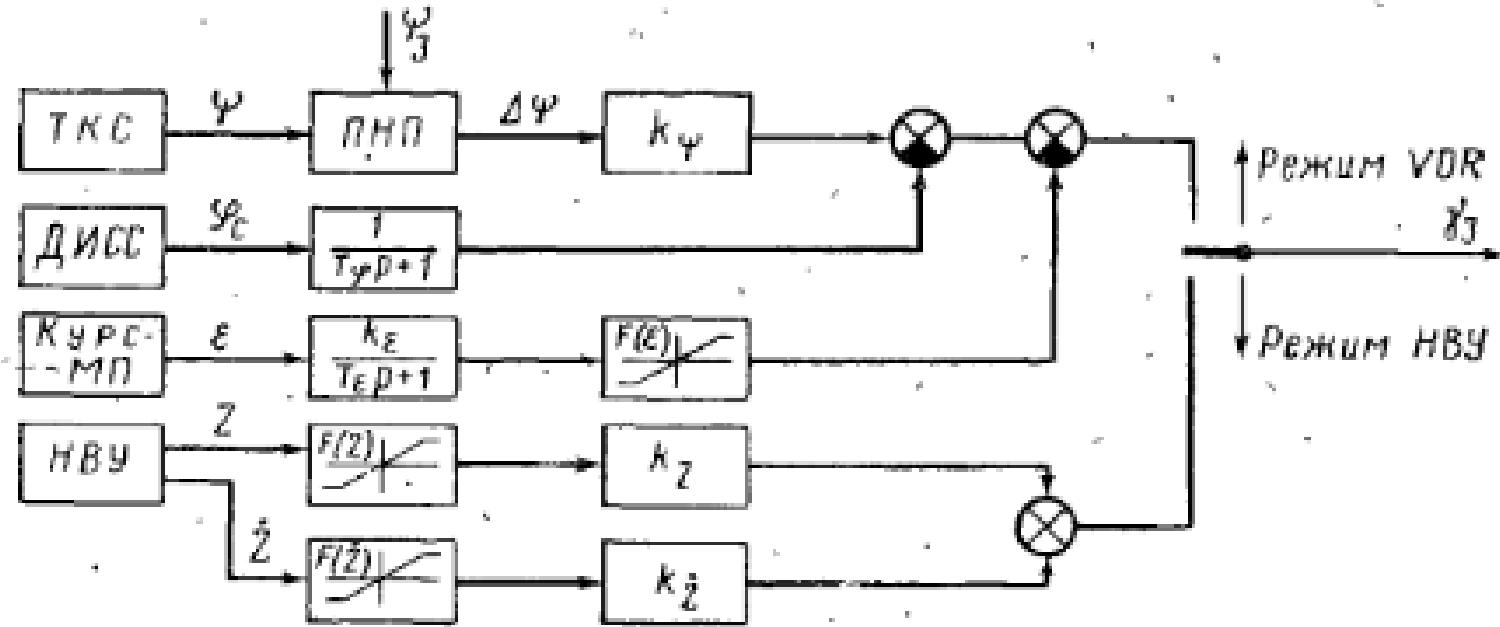


Рис. 12.6. Структурная схема управления на траектории (боковое движение)

$$\gamma_3 = -k_z F(Z) Z - k_{\dot{z}} F(\dot{Z}) p Z. \quad (12.13)$$

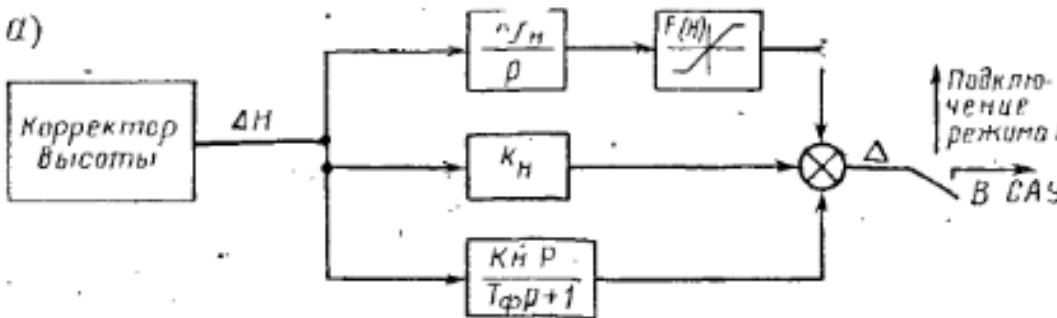
В режиме VOR

$$\gamma_3 = -F(\epsilon) \frac{k_\varphi}{T_\varphi p + 1} \epsilon + k_\psi \Delta\psi - \frac{1}{T_\psi p + 1} \varphi_c. \quad (12.14)$$



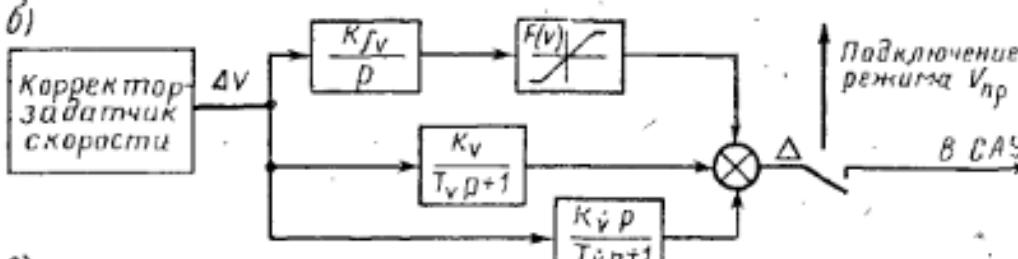
Подсистема стабилизации параметров движения

a)



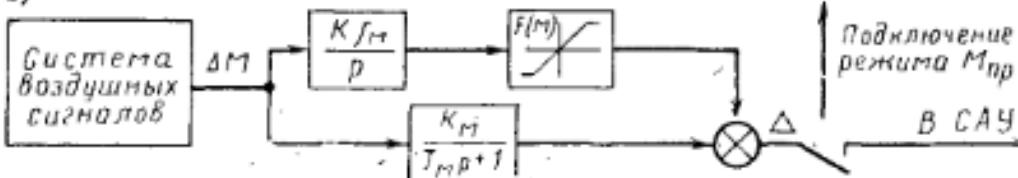
$$\left. \begin{aligned} \Delta \delta_B &= \left(1 + \frac{1}{p} F(H) \right) [k_\theta (\Delta \theta - \Delta \theta_3) - k_{\theta\tau} |\tau|] + k_{\omega_z} \omega_z; \\ \Delta \theta_3 &= - \left[k_H + \frac{k_H p}{T_{\phi} p + 1} + F(H) \frac{k_f H}{p} \right] \Delta H. \end{aligned} \right\} \quad (12.15)$$

б)



$$\Delta \theta_3 = \left[\frac{k_V}{T_V p + 1} + \frac{k_{\dot{V}} p}{T_{\dot{V}} p + 1} + F(V) \frac{k_f V}{p} \right] \Delta V. \quad (12.16)$$

в)



$$\Delta \theta_3 = \left[\frac{k_M}{T_M p + 1} + F(M) \frac{k_f M}{p} \right] \Delta M. \quad (12.17)$$

Рис. 12.7. Структурная схема управления на траектории (продольное движение)



Подсистема управления заходом на посадку (продольный канал)

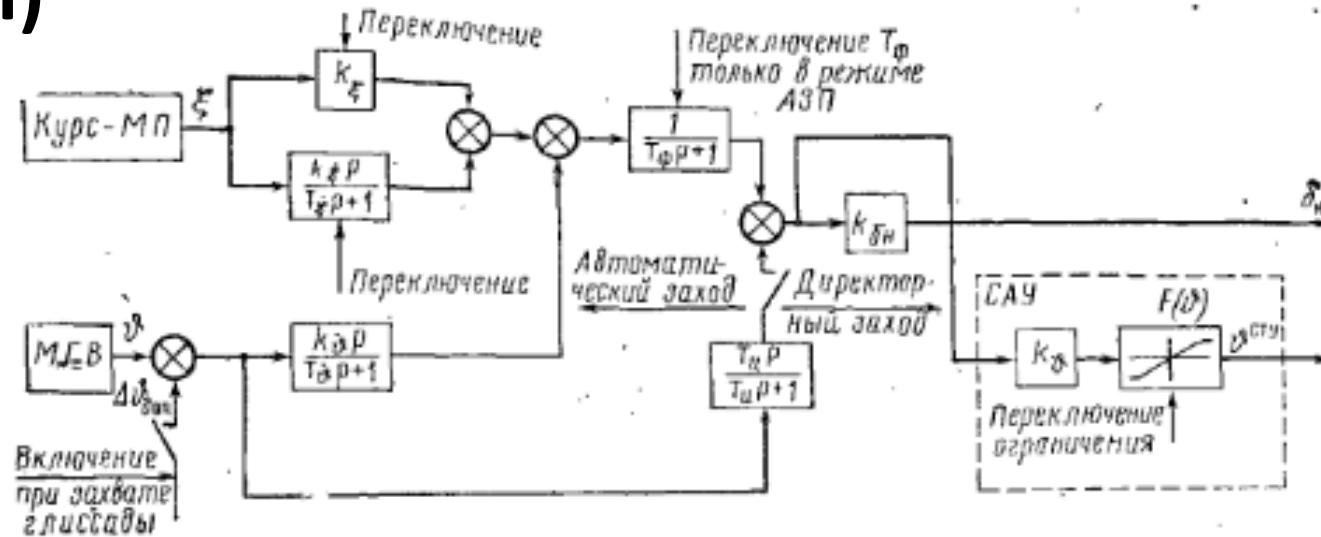


Рис. 12.8. Структурная схема управления заходом на посадку (продольное движение)

Для того чтобы исключить статическую ошибку при различных балансировочных значениях, сигнал текущего значения тангажа проходит через изодромное звено

$$\Delta\theta_B = k_\theta \left(1 + \frac{1}{p} F(\delta) \right) \left(\frac{T_{uP}}{T_{uP} + 1} \Delta\theta - \Delta\theta_s \right) + k_{\omega_z} \omega_z, \quad (12.18)$$

где

$$\Delta\theta_s = -\frac{1}{T_{\phi P} + 1} \left(k_\xi \xi + \frac{k_\xi p}{T_\xi p + 1} \xi + \frac{k_\phi p}{T_\phi p + 1} \vartheta \right). \quad (12.19)$$



Подсистема управления заходом на посадку

(продольный канал)

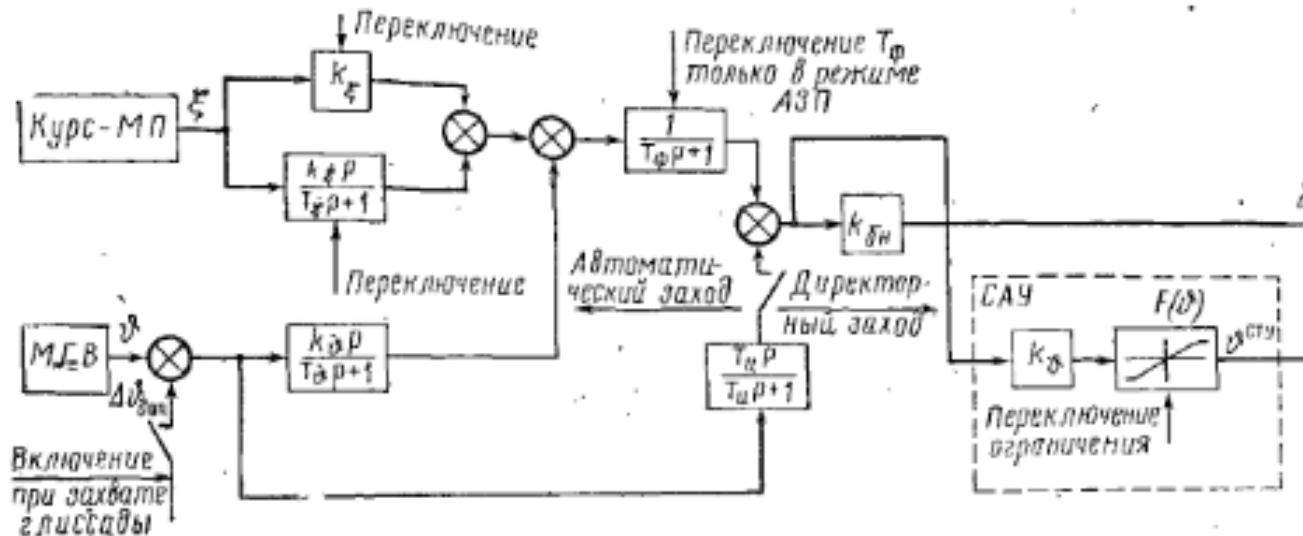


Рис. 12.8. Структурная схема управления заходом на посадку (продольное движение)

Вход в глиссаду
в автоматическом режиме

$$\Delta \dot{\delta}_n = k_\phi \left(1 + \frac{1}{p} F(\delta) \right) \left[\frac{T_\phi p}{T_\phi p + 1} (\Delta \delta - \Delta \delta_{\text{доп}}) - \Delta \delta_a \right] + k_{\omega_z} \omega_z. \quad (12.20)$$

Вход в глиссаду
При пилотировании летчиком

$$\dot{\delta}_H = \frac{k_H}{T_\phi p + 1} \left(k_\xi \xi + \frac{k_\xi p}{T_\xi p + 1} \xi + \frac{k_\phi p}{T_\phi p + 1} \theta \right). \quad (12.21)$$





Подсистема управления заходом на посадку (боковой канал)

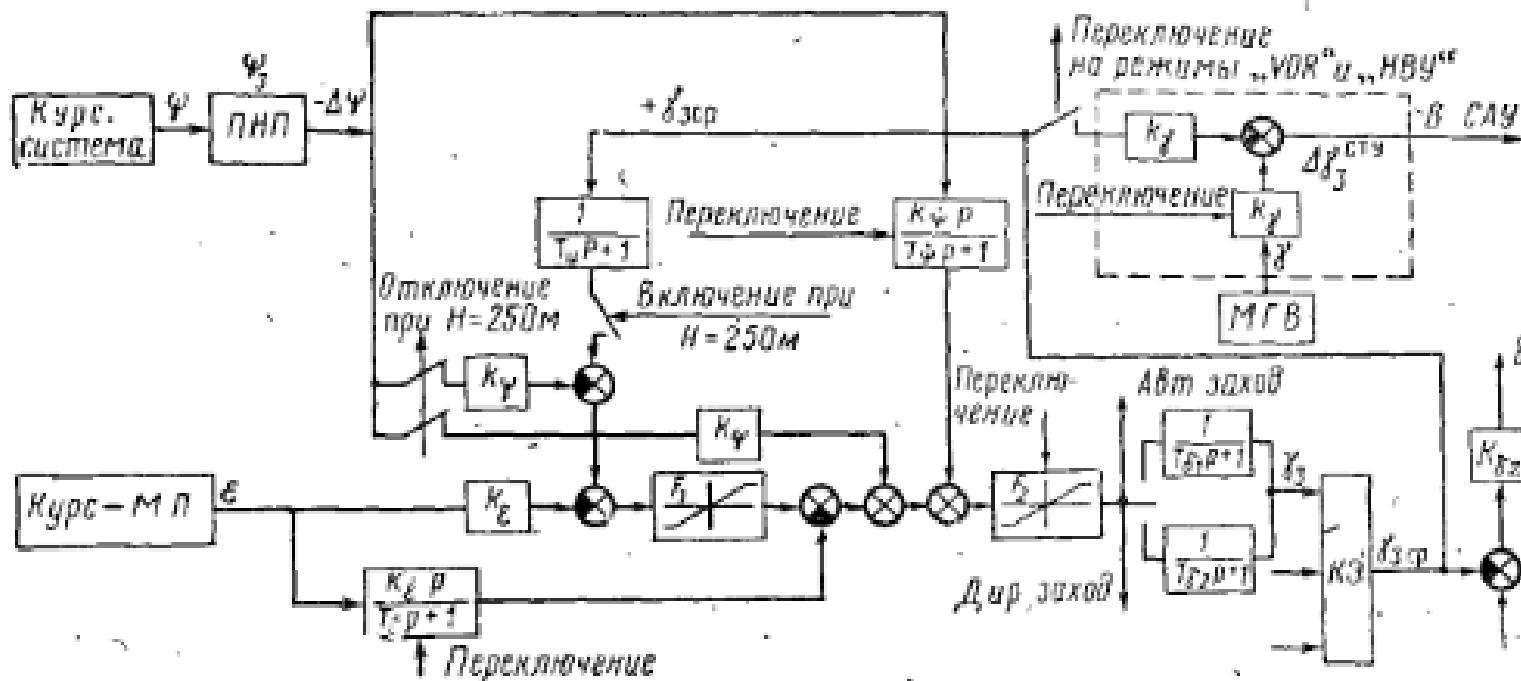


Рис. 12.9. Структурная схема управления заходом на посадку (боковое движение)

В автоматическом режиме

$$\left. \begin{aligned} \Delta \delta_x &= k_{\gamma} \gamma - k_{\gamma_3} \gamma_3 + k_{\delta_x} \frac{T_2 p}{T_2 p + 1} \omega_x; \\ \gamma_3 &= -(k_x \varepsilon_{\max} - k_{\psi} \Delta \psi) + \frac{k_{\phi} p}{T_{\phi} p + 1} \Delta \psi. \end{aligned} \right\} \quad (12.23)$$



Подсистема управления заходом на посадку (боковой канал)



В автоматическом режиме

На близком расстоянии от ВПП

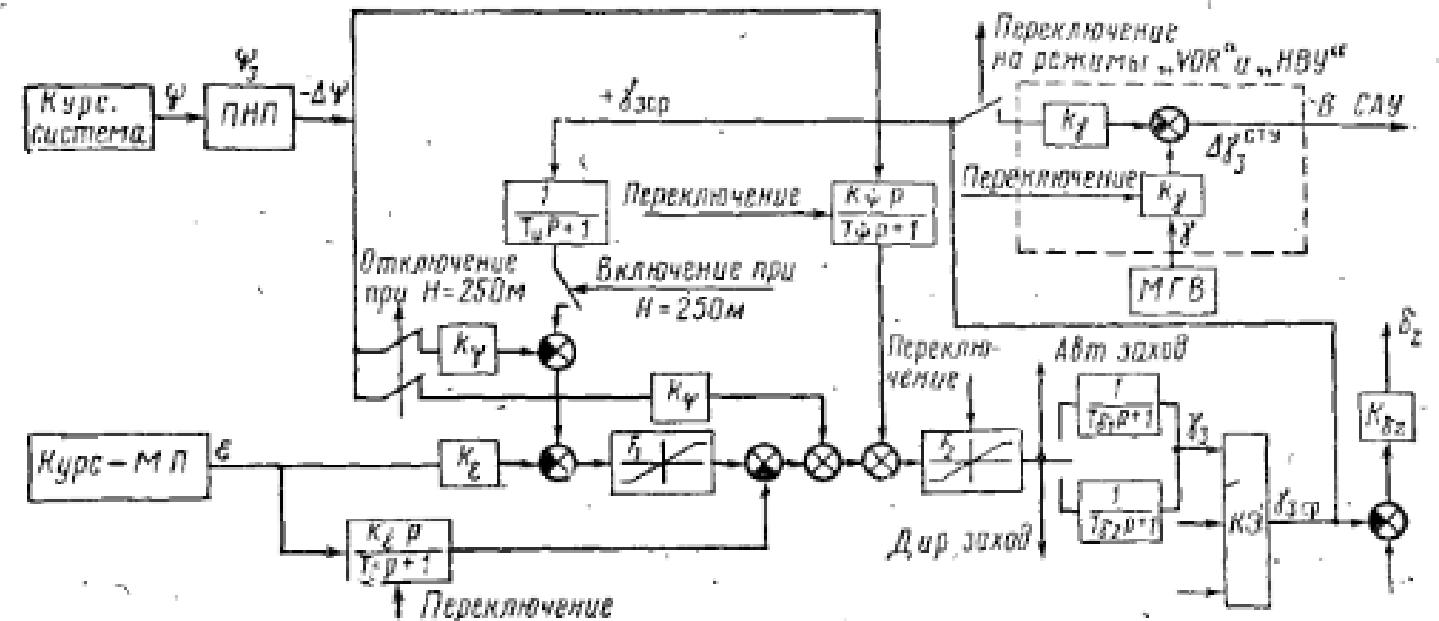


Рис. 12.9. Структурная схема управления заходом на посадку (боковое движение)

$$\left. \begin{aligned} \Delta \delta_z &= k_\gamma \gamma - k_{\gamma_3} \gamma_3 + k_{\psi_x} \frac{T_2 p}{T_2 p + 1} \omega_x \\ \gamma_3 &= -(k_e \varepsilon_{\max} - k_\psi \Delta \psi) + \frac{k_\phi p}{T_\phi p + 1} \Delta \psi \end{aligned} \right\} \quad (12.23)$$

$$\gamma_3 = -\frac{F_2}{T_3 p + 1} \left(F_1 k_e \varepsilon + \frac{R_i^* p}{T_i^* p + 1} \varepsilon + \frac{k_\psi p}{T_\psi p + 1} \Delta \psi + k_\phi \Delta \psi - \tilde{F}_1 k_\psi \Delta \psi \right) \quad (12.24)$$



Подсистема управления заходом на посадку (боковой канал)

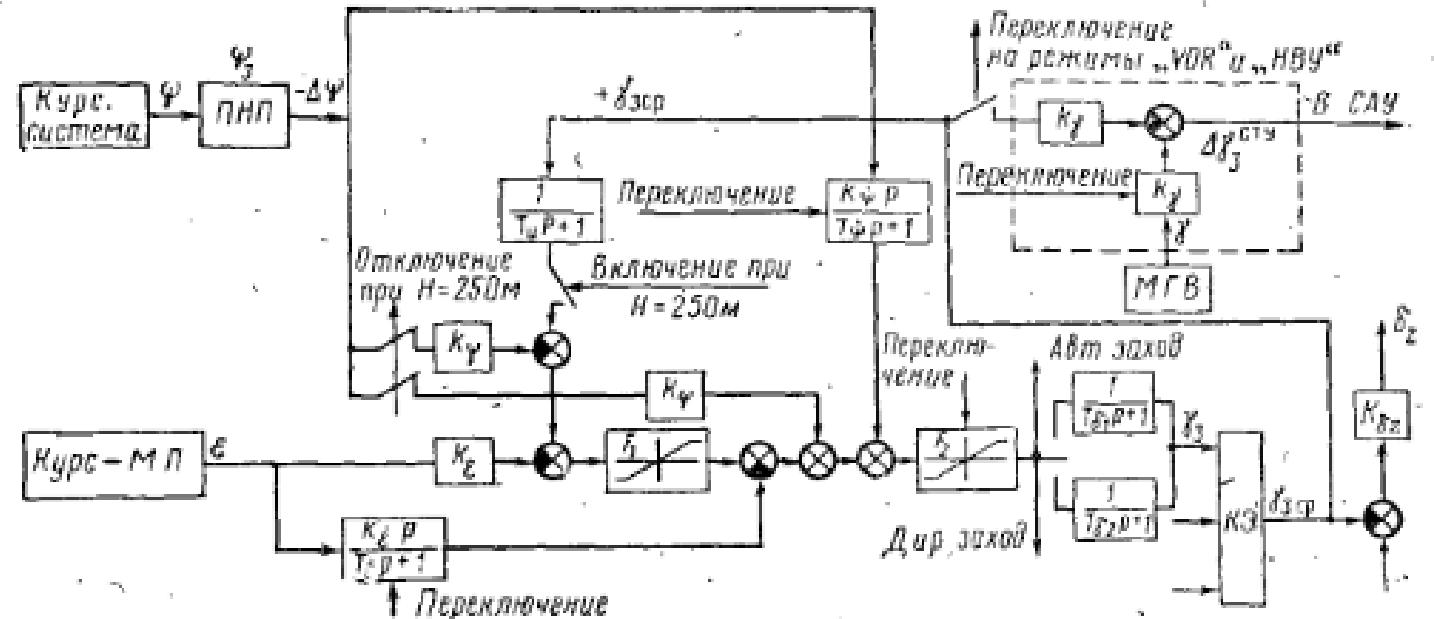


Рис. 12.9. Структурная схема управления заходом на посадку (боковое движение)

В автоматическом режиме полный управляемый сигнал

$$\begin{aligned} \gamma_3 = & -\frac{F_2}{T_{\psi p} + 1} \left(F_1(\gamma) k_e s + \frac{k_e p}{T_e p + 1} s + \frac{k_\psi p}{T_\psi p + 1} \Delta\psi + \right. \\ & \left. + k_\psi \Delta\phi - F_1(\gamma) k_\psi \Delta\phi + \frac{F_1(\gamma)}{T_{\psi p} + 1} \gamma_3 \right). \end{aligned} \quad (12.25)$$



Подсистема управления тягой двигателей

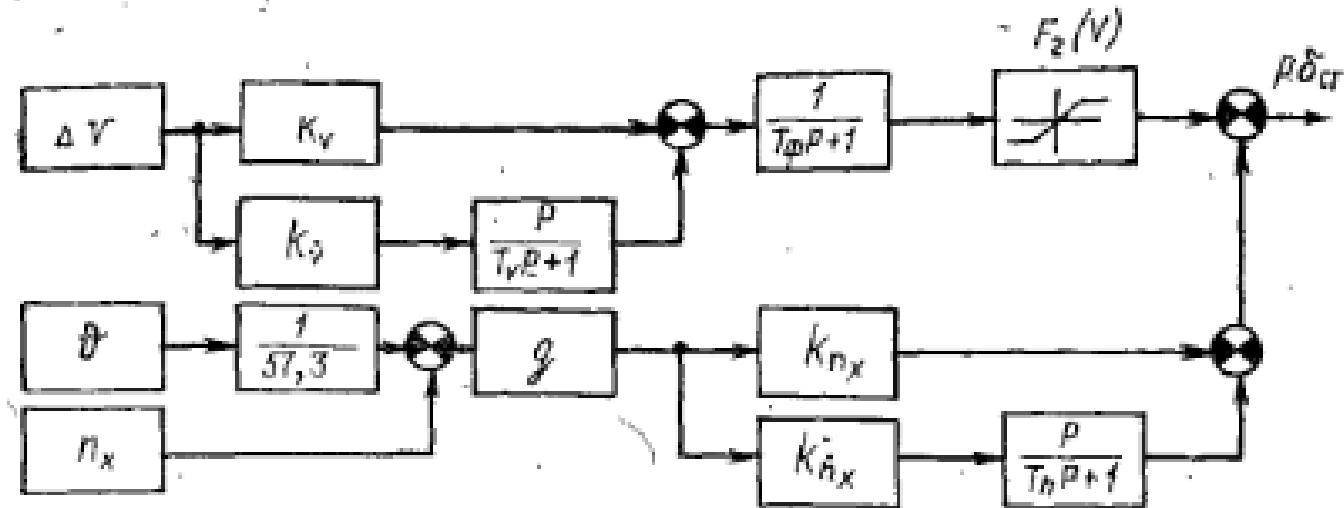
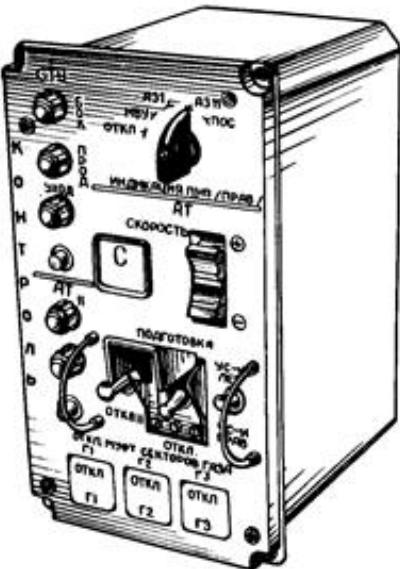


Рис. 12.10. Структурная схема управления тягой двигателей

$$\mu_0 = \frac{F(V)}{T_\phi p + 1} \left[k_Y \Delta V + k_V \frac{p}{T_V p + 1} \Delta V \right] + \left[k_{\eta_x} + k_{\dot{\eta}_x} \frac{p}{T_{\eta_x} p + 1} \right] \left(\eta_x + \frac{\theta}{57,3} \right) g. \quad (12.26)$$



Подсистема управления тягой двигателей

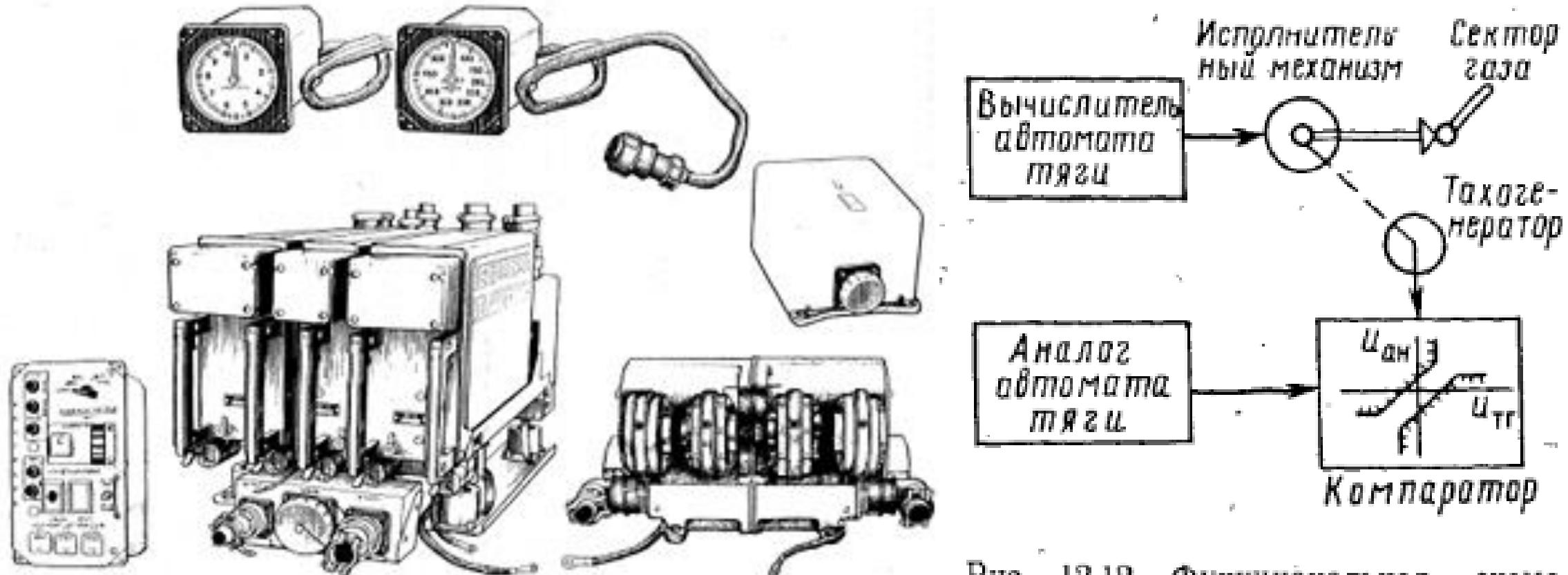


Рис. 12.12. Функциональная схема автомата тяги



Система встроенного контроля

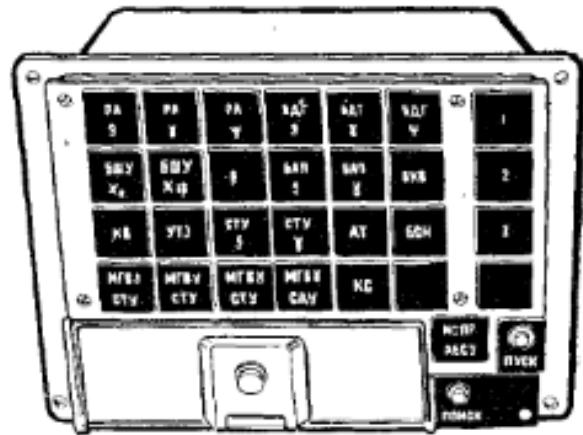
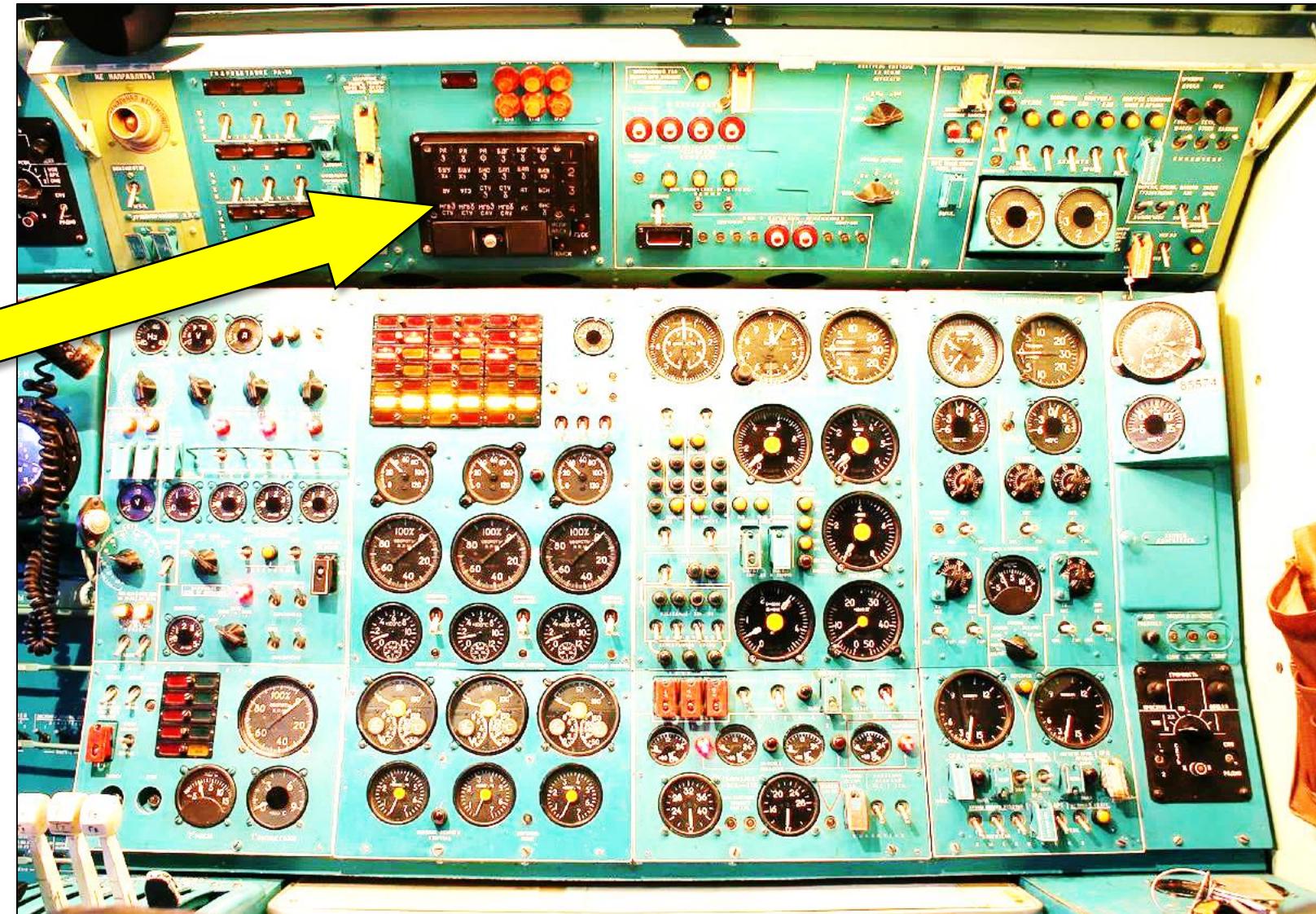


Рис. 12.15. Пульт поиска неисправностей





Подсистема встроенного контроля

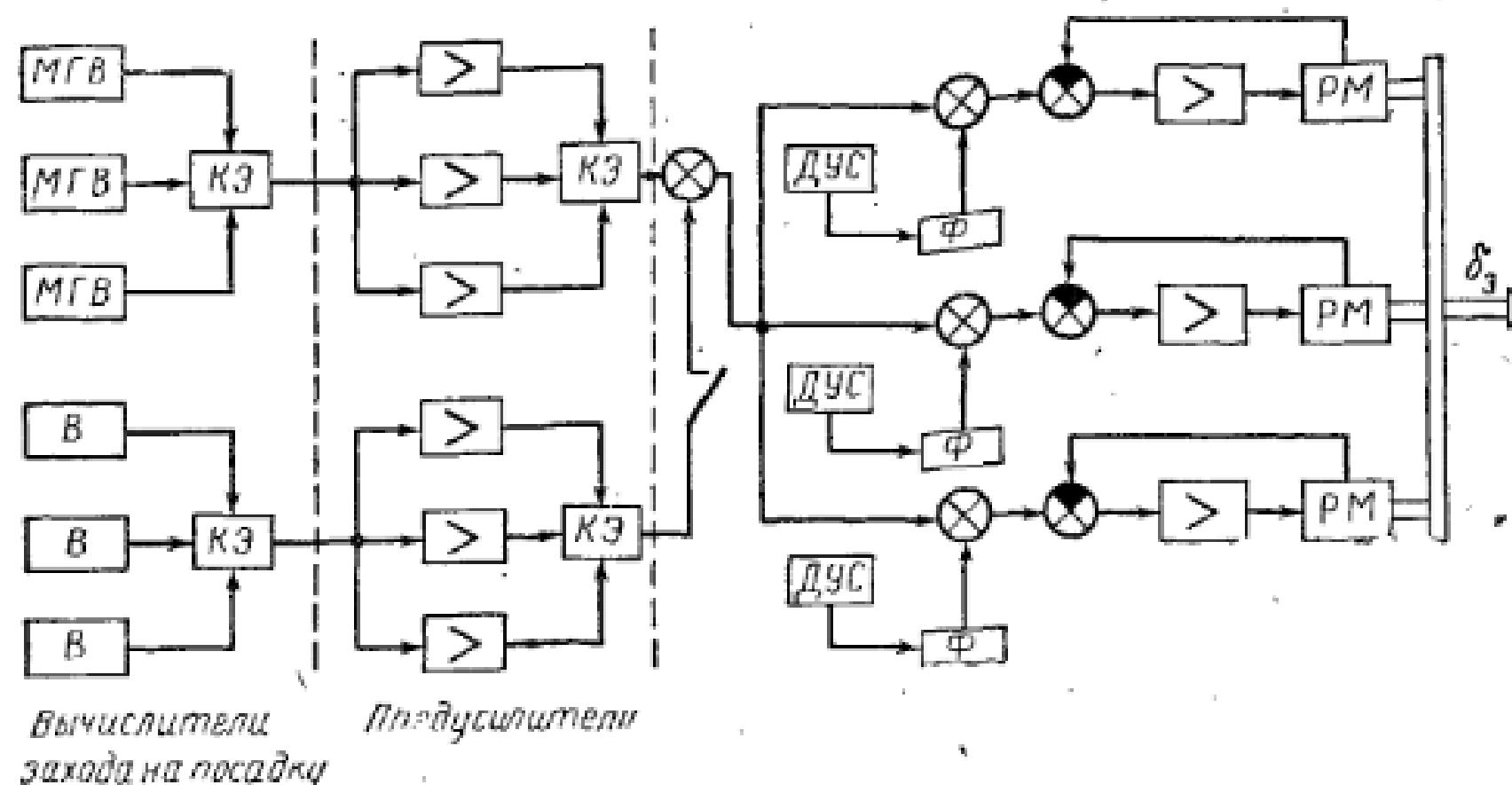


Рис. 12.11. Структурно-функциональная схема канала крена:
КЭ — кворум-элемент; ДУС — датчик угловой скорости; Ф — фильтр; РМ — рулевая машина;
В — вычислитель СТУ