
Дисциплина: «Эксплуатация и ремонт авиационного оборудования самолетов и вертолетов»

Тема № 13. Электрические устройства систем управления воздухозаборниками.

Гр. занятие № 24. «Электрические системы управления входными устройствами воздухозаборников реактивных двигателей.»

Учебные цели занятия

ЗНАТЬ:

способы управления входными устройствами воздухозаборников.

Отводимое время на занятие 180 минут

Учебные вопросы занятия

1. Способы управления входными устройствами воздухозаборников.
2. Система автоматического управления всережимным воздухозаборником по величине степени сжатия π_k воздуха в компрессоре.
3. Блок-схема системы автоматического управления воздухозаборником по величине приведенной (скорости) частоты вращения ротора авиадвигателя.

Литература на самоподготовку

- 1. Под редакцией Е.А. Румянцева, Авиационное оборудование, издание ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, Москва 1980г., стр. 55...63.**
- 2. В.Д. Константинов, И.Г. Уфимцев, Н.В. Козлов Авиационное оборудование самолетов, военное издательство МО СССР, Москва, 1970г. 340 стр. 110...119.**
- 3. Под редакцией д.т.н., профессора Ю.П. Доброленского, Авиационное оборудование, М. Воениздат, 1989г., стр. 72-76.**
- 4. Под ред. П. И. Чинаева, Авиационное оборудование , М: Воениздат, 1976 г. стр. 183...201.**
- 5. И.М. Синдеев, Электрооборудование летательных аппаратов, Москва, ВИА им. Проф. Н.Е. Жуковского, стр. 340...385.**

ВОПРОС 1

Способы управления входными устройствами воздухозаборников

Назначение входного устройства ТРД

Входное устройство служит:

- **для подвода воздуха к компрессору с определённой скоростью**
- **преобразования скоростного напора воздуха в статическое давление.**

Требования к входным устройствам

Входные устройства должны обеспечивать:

- ✓ **подачу воздуха к компрессору с малыми потерями;**
- ✓ **получение на входе в компрессор равномерных полей давлений и скоростей, необходимых для обеспечения устойчивой работы компрессора.**

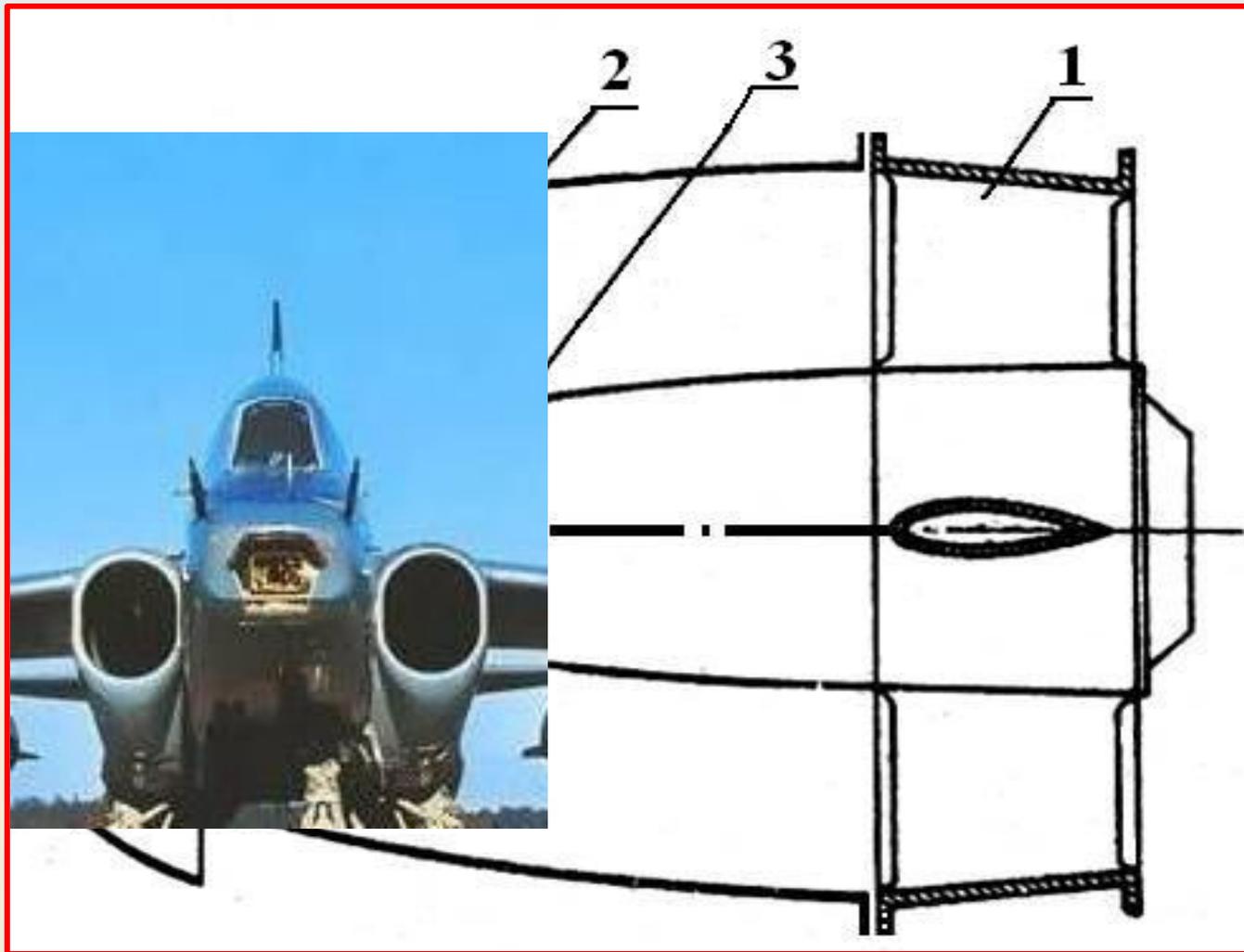
Входное устройство для дозвукового ТРД



Входное устройство для дозвукового ТРД



Схема входного устройства для дозвукового ТРД



1 - передний корпус компрессора; 2 - внешняя обечайка входного устройства; 3 - обтекатель.

Сверхзвуковое входное устройство



Сверхзвуковое входное устройство



Сверхзвуковое входное устройство



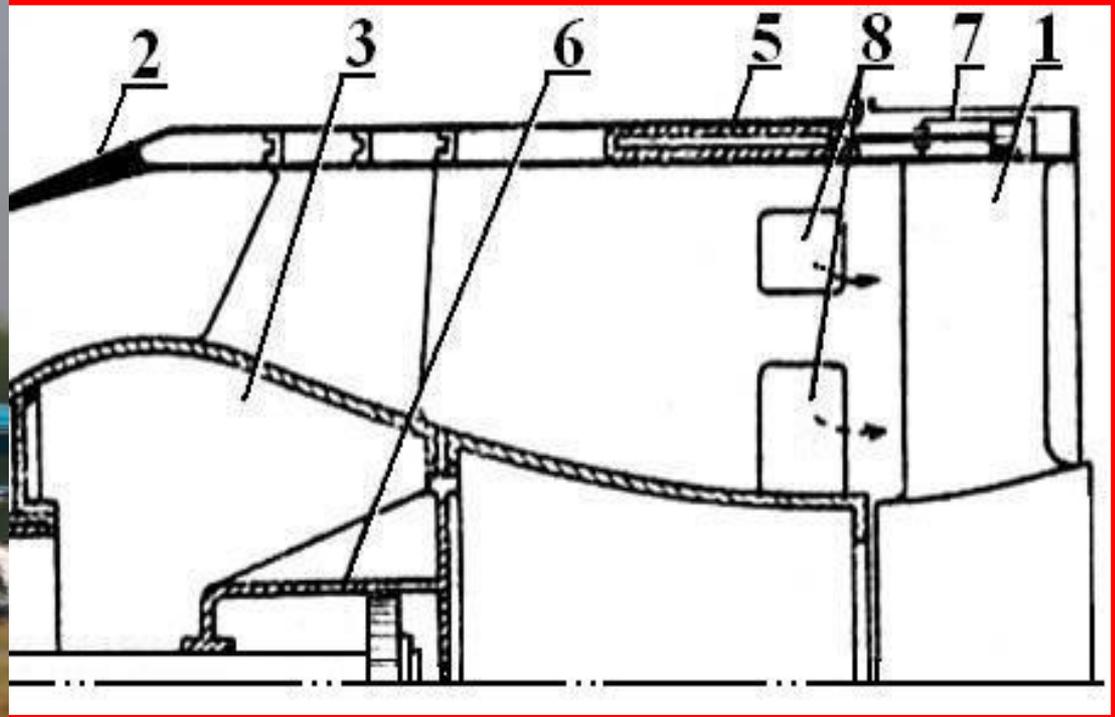
$V_{\max} = 1400$ км/ч, на уровне моря

Сверхзвуковое входное устройство



$V_{\max} = 1900$ км/ч, на высоте 11000м

Схема сверхзвукового входного устройства



1 — передний корпус компрессора; 2 — внешний обтекатель; 3 — внутренний обтекатель; 4 — регулируемый конус; 5 — кольцо перепускного устройства; 6 — механизм управления конусом; 7 — механизм управления кольцом перепуска; 8 — окна перепуска.

Классификация входных устройств

в зависимости от скорости полёта

дозвуковые

сверхзвуковые

в зависимости от схемы устройства

осесимметричные

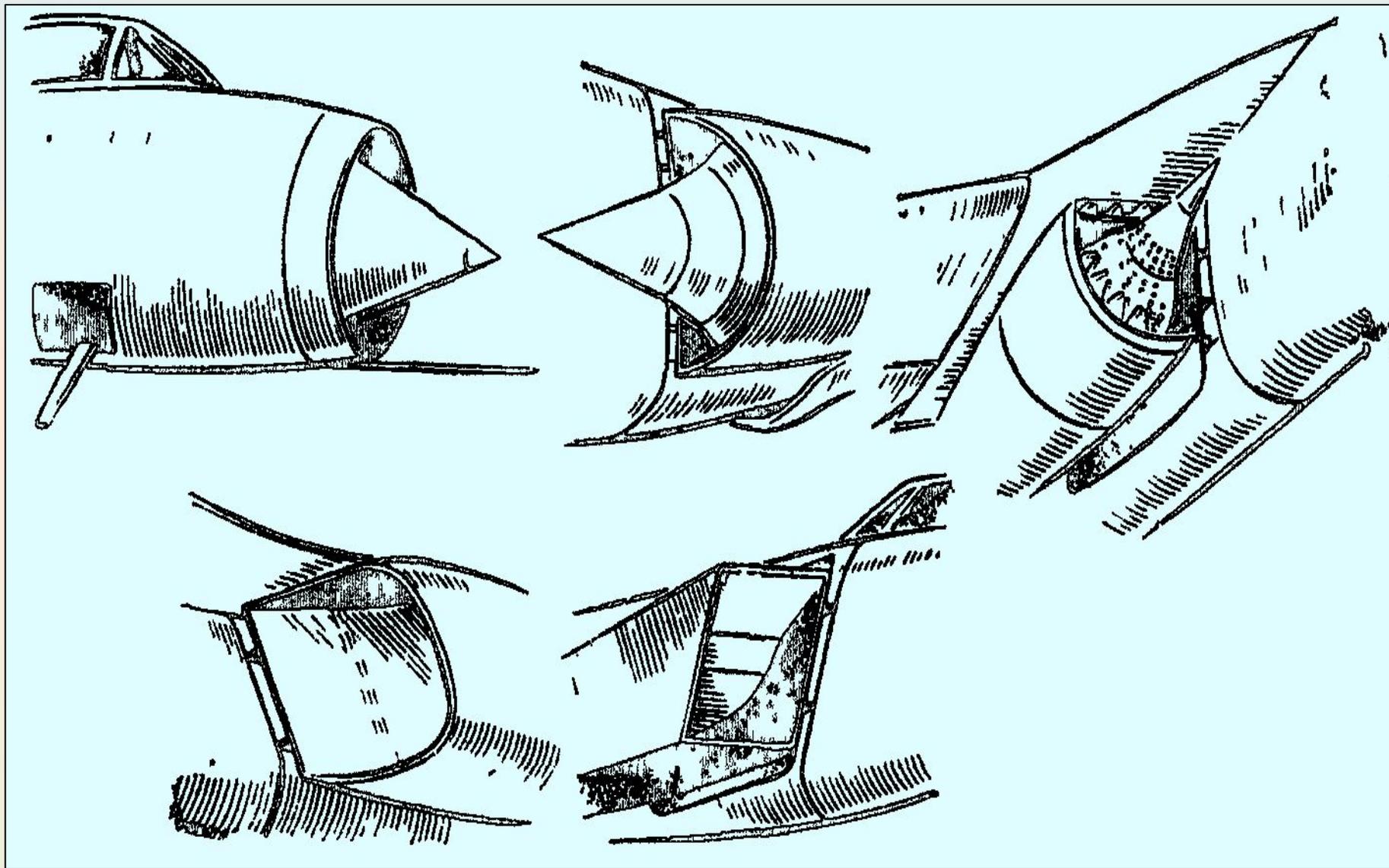
плоские

по типу центрального управляющего тела

конусные

клиновые

Внешний вид схемы расположения воздухозаборников на самолёте



Осесимметричный воздухозаборник



Осесимметричный воздухозаборник



Плоские воздухозаборники



Плоские воздухозаборники



Плоские воздухозаборники



Назначение электрифицированных систем управления входными устройствами ТРД

Электрифицированные системы управления входными устройствами ТРД сверхзвуковых самолётов выполняют

измерение

контроль

регулирование

процесса течения воздуха (G_v) во входном устройстве ТРД

С целью обеспечения эффективной и устойчивой работы ТРД (силовой установки) при всех условиях полёта самолёта и на всех режимах работы ТРД.

Системы управления входными устройствами

Системы управления входными устройствами предназначены для регулирования их пропускной способности с помощью регулирующих органов.

Регулирующие органы ВУ

конус

панели клина

выпускные створки

Выпуск конуса или панелей клина и открытие выпускных створок приводит к уменьшению пропускной способности ВУ.

Программы управления входными устройствами

$$L_K = L_K (M, n, G_B, H, T_H, \alpha, \beta),$$

$$\varphi_{CT} = \varphi_{CT} (M, n, G_B, H, T_H, \alpha, \beta),$$

где, M – число маха, характеризующее скорость полёта;

n – частота вращения ротора двигателя;

G_B – потребный расход воздуха в двигателе;

H – высота полёта;

T_H – температура воздуха на высоте H ;

α, β – углы атаки и скольжения соответственно.

Программы управления входными устройствами воздухозаборников представляют собой:

зависимость координат, определяющих положение регулирующих органов (L_K, φ_{CT}), от параметров, характеризующих потребный расход воздуха в двигателе G_B ($\pi_{\kappa}^*, n_{\text{пр}}$).

Потребный расход воздуха (G_B) в двигателе однозначно связан с величинами:

- степени повышения давления в компрессоре π_k^* ;

$$\pi_k^* = p_1^* / p_2^* ,$$

где p_1^* , p_2^* – полные давления перед и за компрессором.

- приведенной частоты вращения турбокомпрессора $n_{пр}$
$$n_{пр} = n \sqrt{\frac{T_H}{T_H (1 + 0,2M^2)}}$$

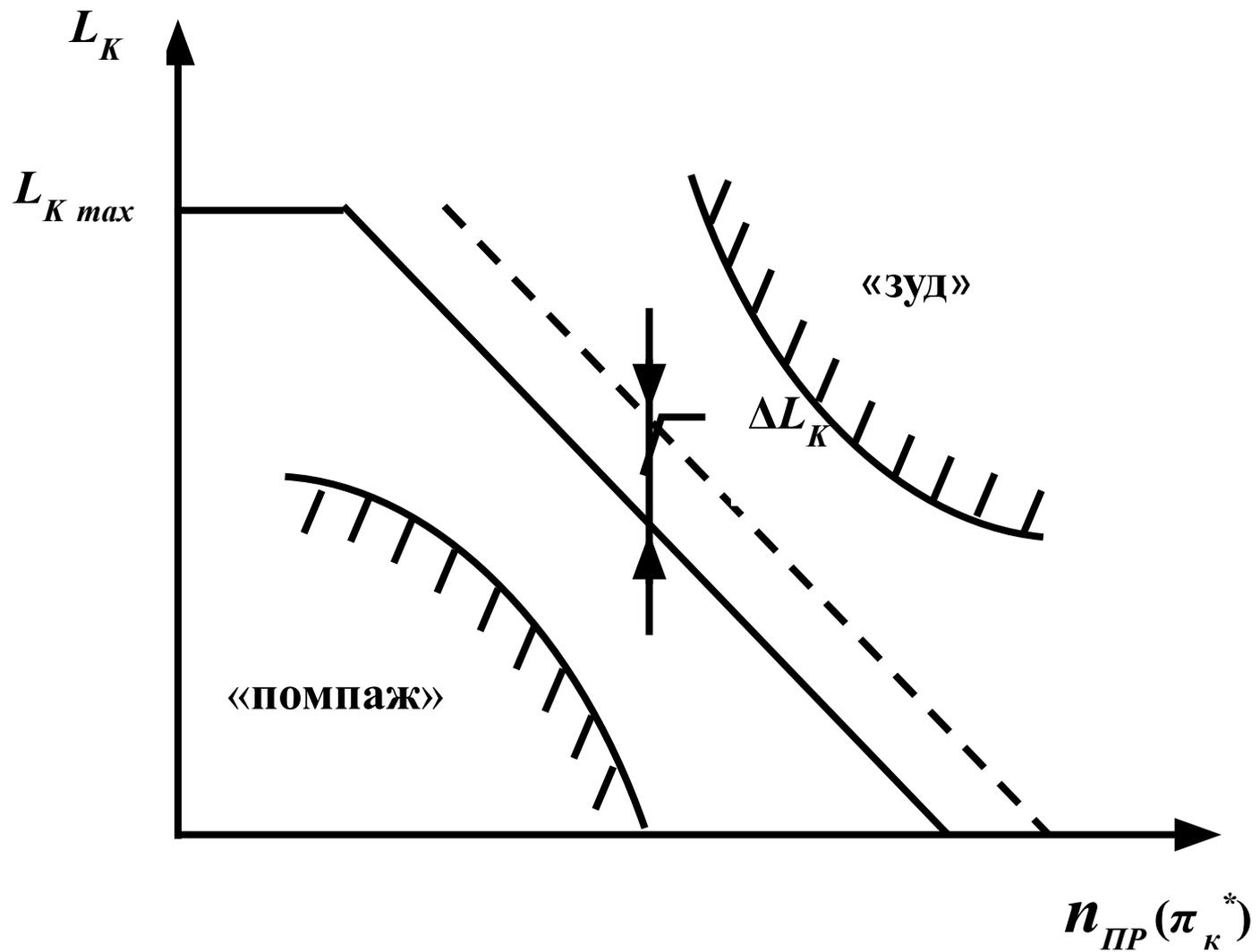
где n – частота вращения турбокомпрессора.

Частота вращения турбокомпрессора $n_{пр}$ приведена, к нормальной температуре $T = 288K$

T_1^* – температура заторможенного потока воздуха на входе в компрессор

$$T_1^* = T_H (1 + 0,2M^2)$$

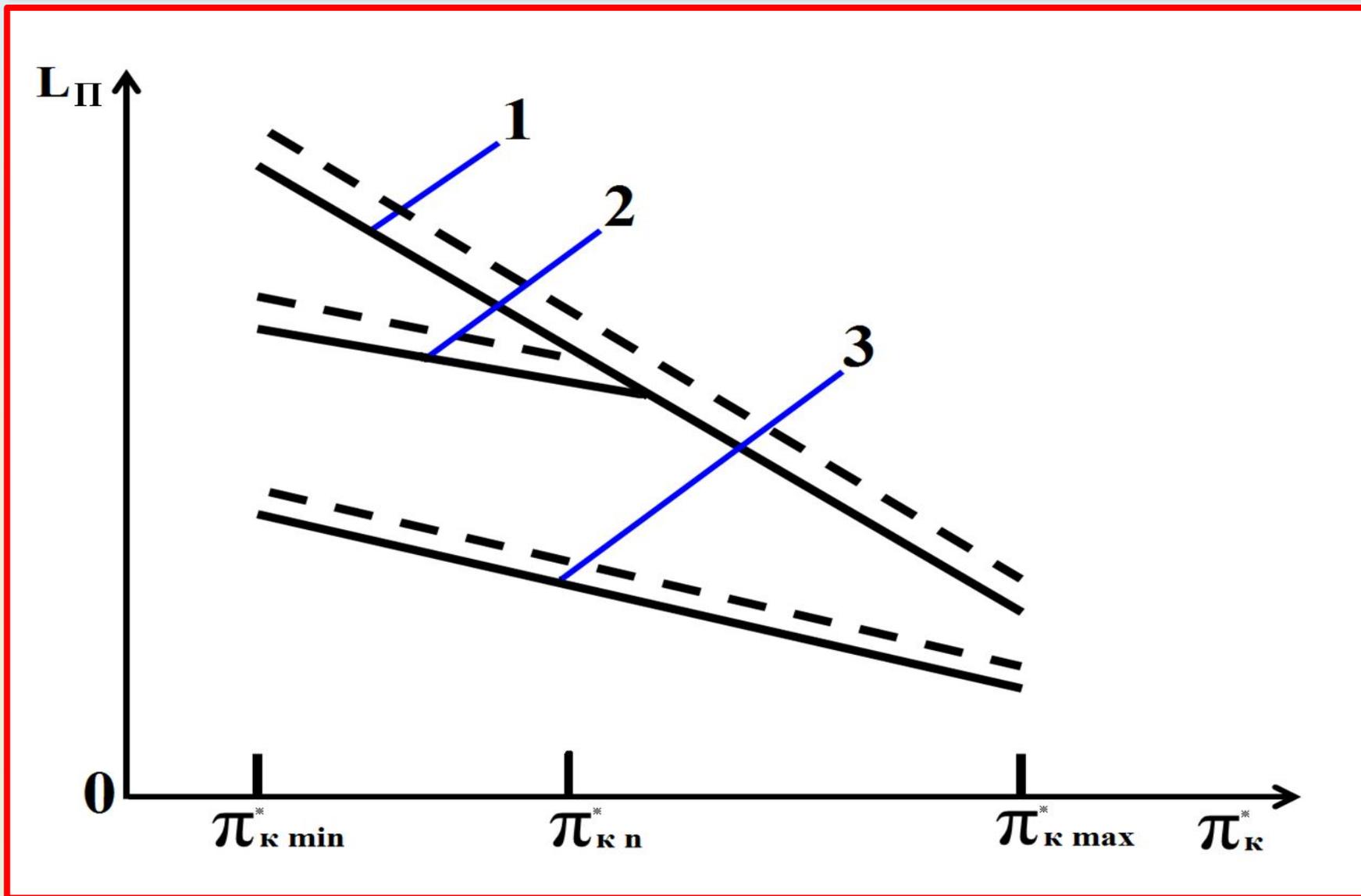
Программа регулирования панелей клина воздухозаборника



ВОПРОС 2

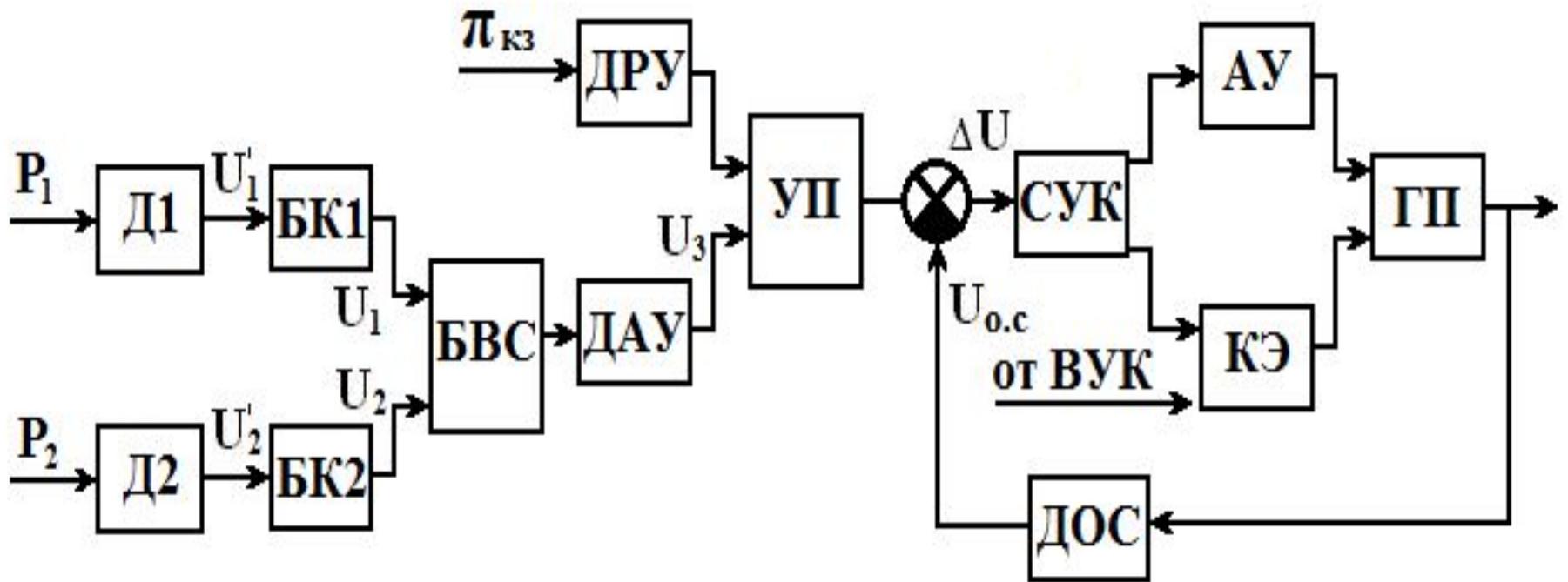
**Система автоматического управления
всережимным воздухозаборником по
величине степени сжатия π_k воздуха в
компрессоре.**

Программы регулирования $l_n = f(\pi_{\kappa}^*)$

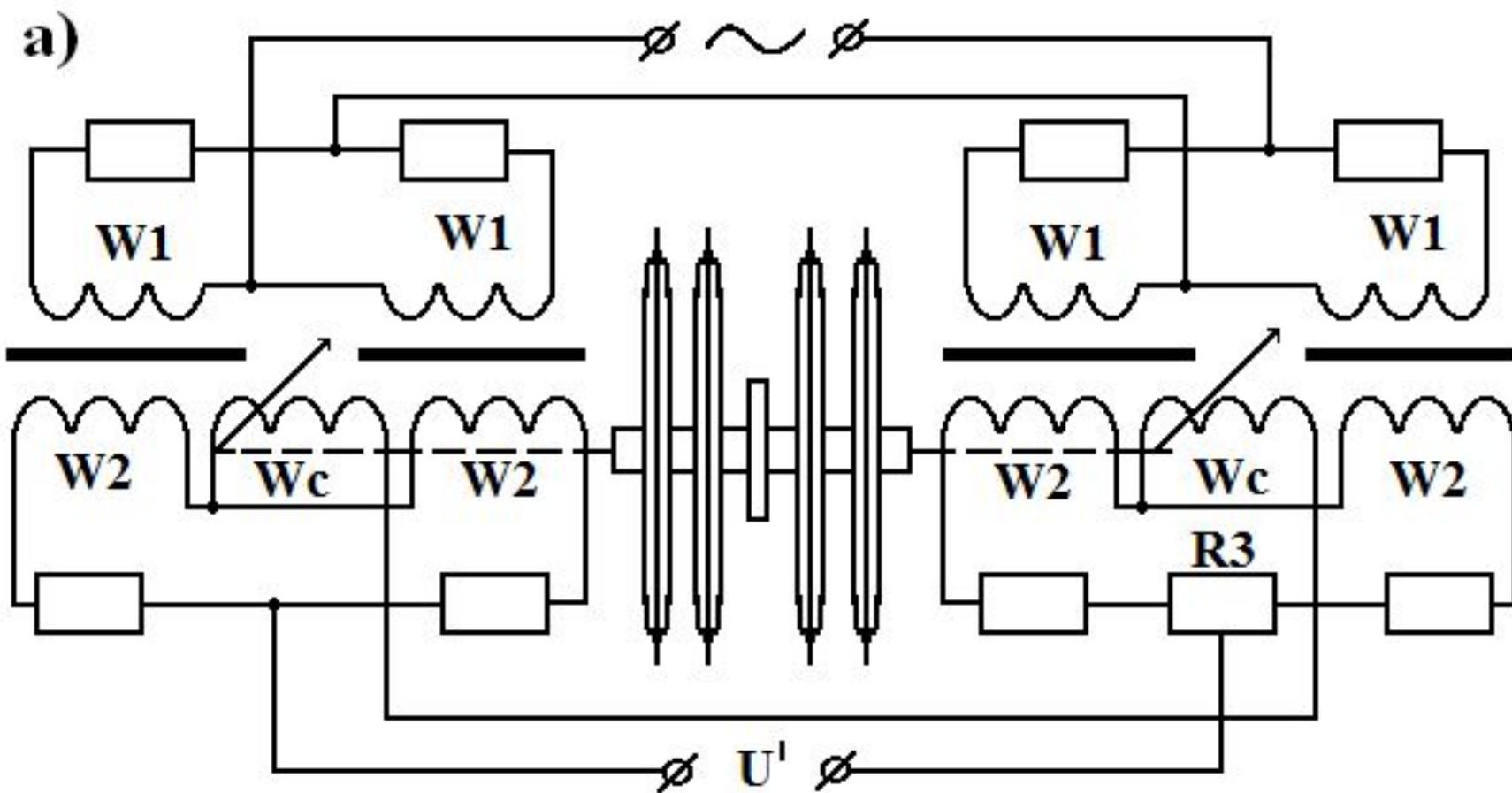


1, 2, 3 – номера программ

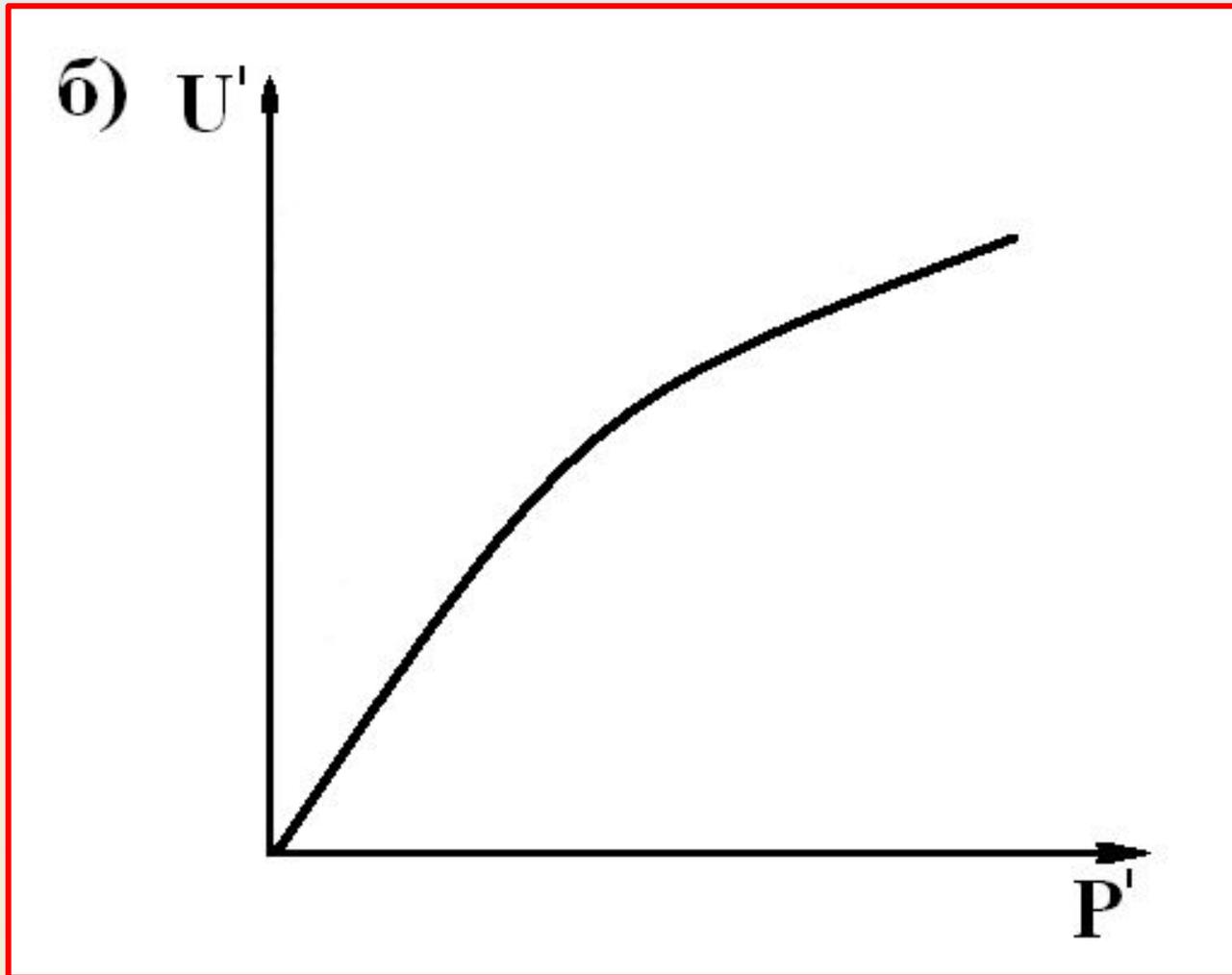
Функциональная схема системы управления
входным устройством по величине $\pi_{\text{к}}^*$ (типа СРВМУ)



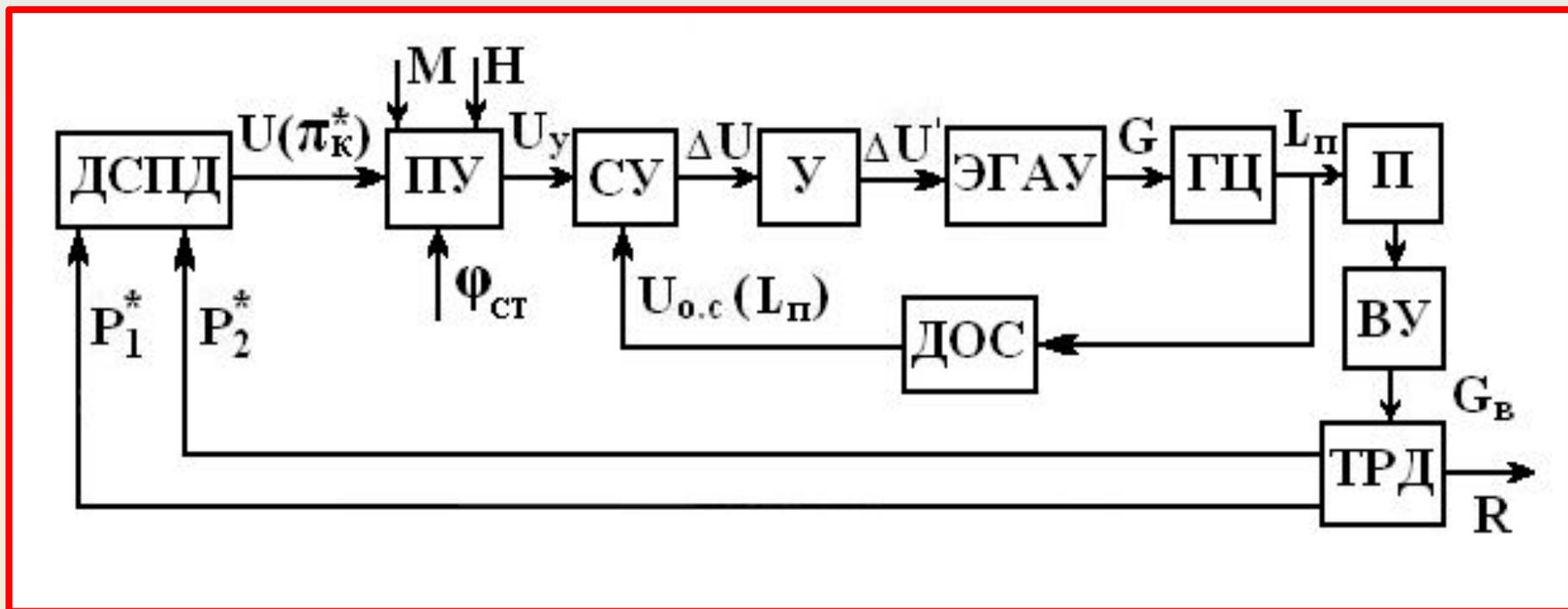
Упрощённая схема датчика системы типа СРВМУ



Статическая характеристика датчика СРВМУ
в относительных единицах $u' = f_1(p')$



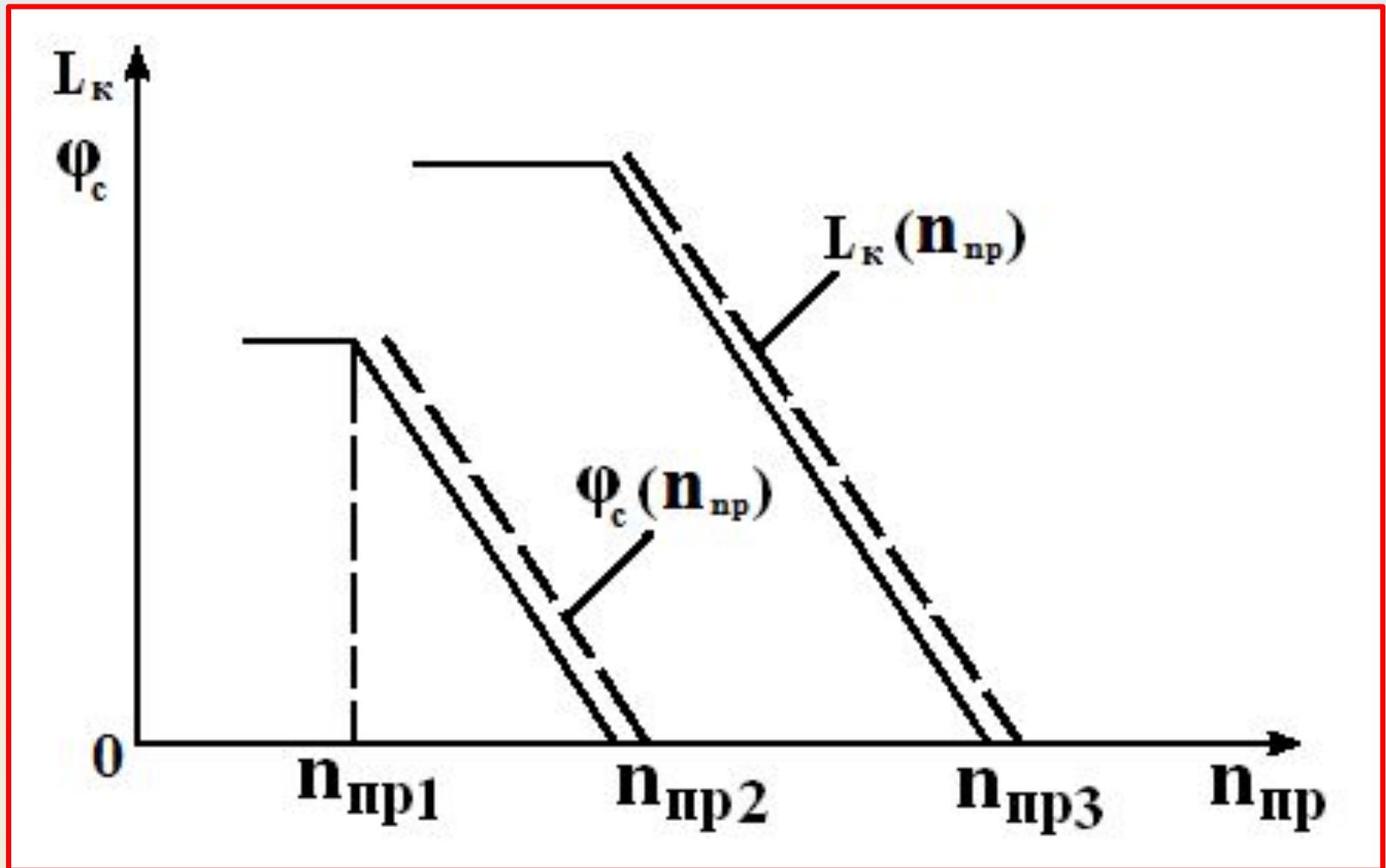
Упрощённая функциональная схема системы управления входным устройством по величине π_k^*



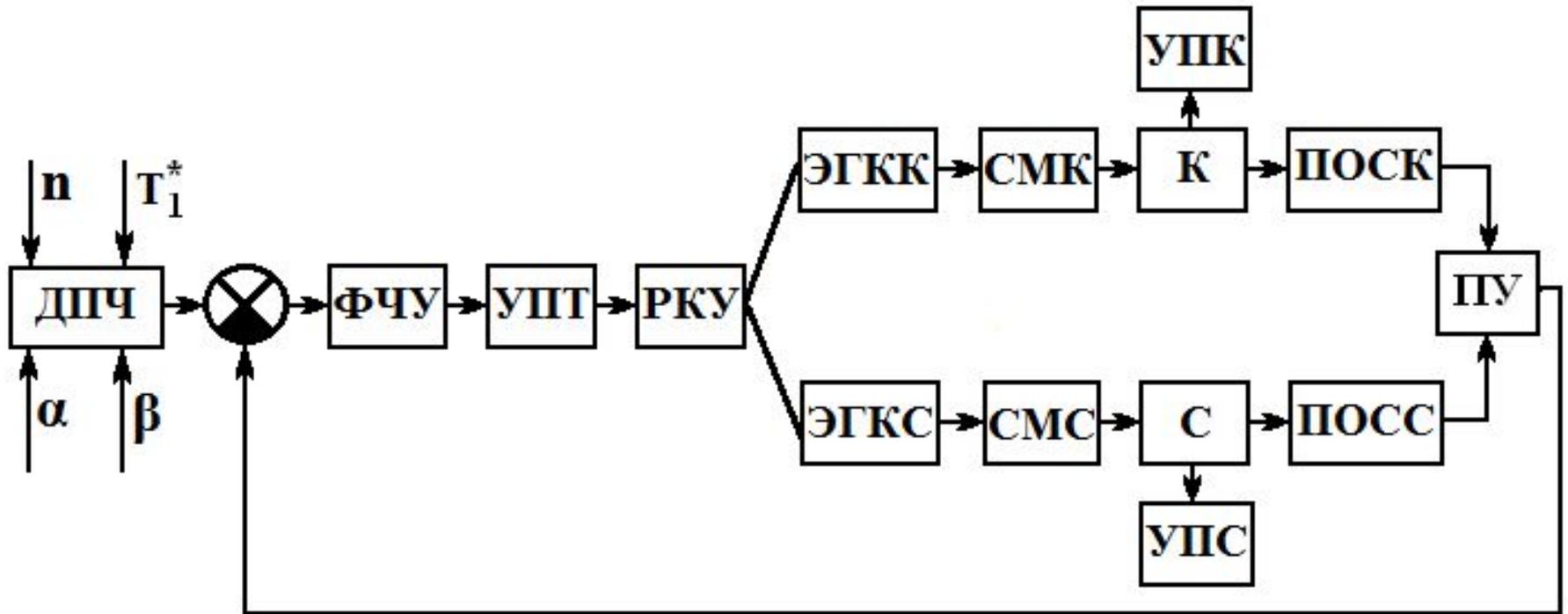
ВОПРОС 3

Блок-схема системы автоматического управления воздухозаборником по величине приведенной скорости вращения ротора авиадвигателя

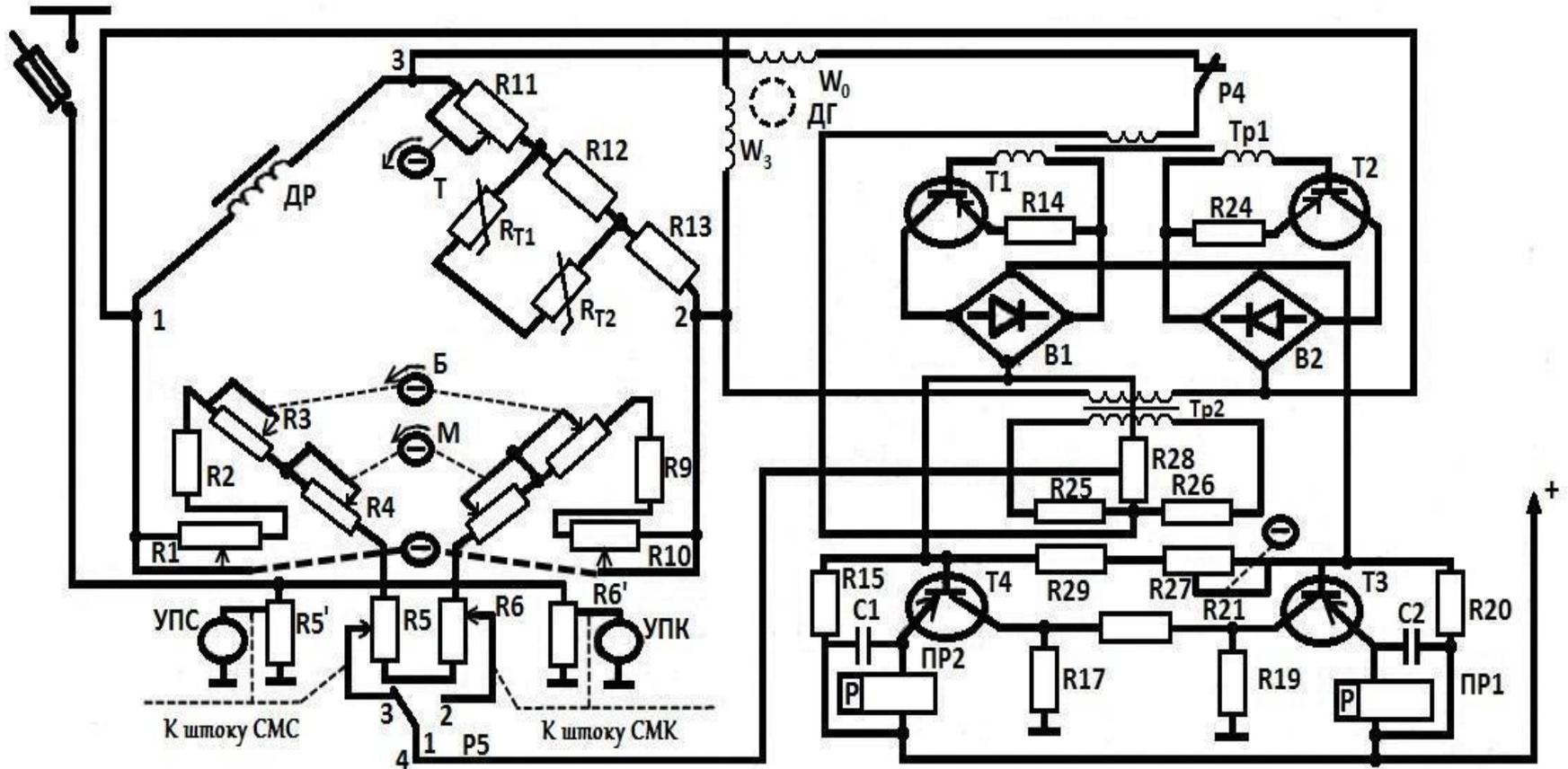
Программы регулирования $l_k = f(n_{пр}), \varphi_c = f(n_{пр})$



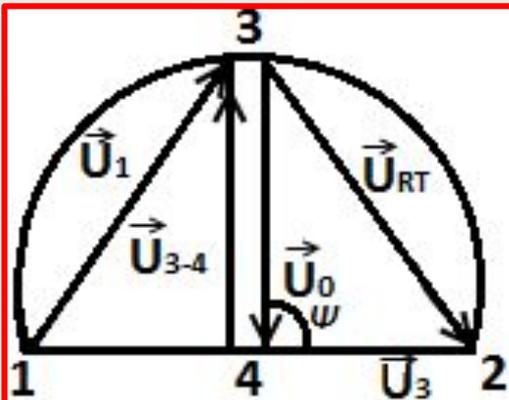
Структурная схема электрогидравлической системы управления входным устройством по величине $n_{пр}$ (типа ЭСУВ)



Принципиальная схема датчика приведенной частоты вращения

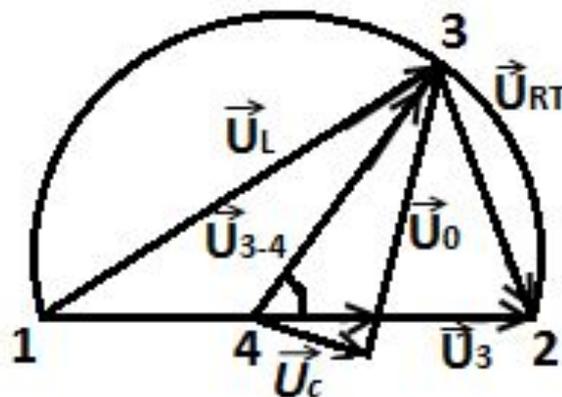


Диаграммы измерительного моста



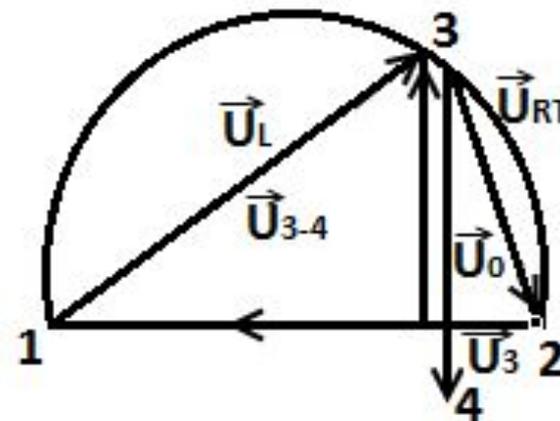
$$\omega_{np} = \omega_0$$

а)



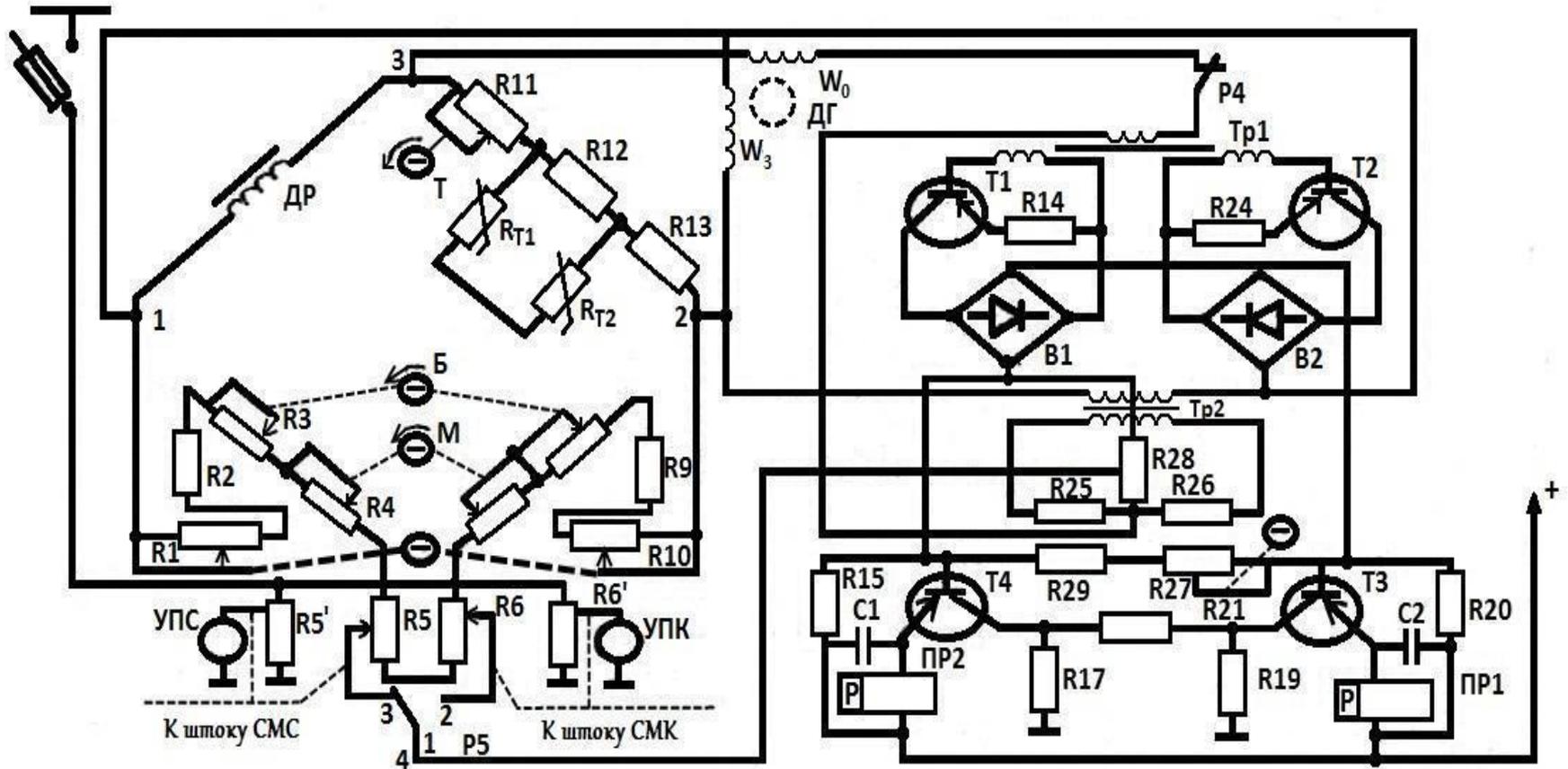
$$\omega_{np} > \omega_0$$

б)



в)

Принципиальная схема датчика приведенной частоты вращения



Упрощённая функциональная схема системы управления входным устройством по величине $n_{пр}$

