

# Лекция № 15

## Тема 3.2. Приборное оборудование аналоговых комплексов ПНО

1. Принципы построения систем воздушных сигналов
2. Аналоговая система воздушных сигналов с вычислительными устройствами, совмещенными с указателями (СВС-72)
3. Аналоговая система воздушных сигналов с бесконтактным вычислителем (СВС-ПН)
4. Особенности технического обслуживания аналоговых СВС

# 1. Принципы построения систем воздушных сигналов

Большинство рассмотренных ранее аэрометрических приборов не имеют электрического выхода, поэтому ранее приходилось устанавливать отдельные устройства выдачи различным потребителям аэрометрических параметров в виде электрических сигналов.

Число таких устройств (корректоры высоты, скорости и числа  $M$ , датчики высоты, скоростного напора, числа  $M$ , приборной и истинной скорости и др.) непрерывно увеличивалось, каждое из них требовало подвода соответствующих воздушных давлений от приемников со своими трубопроводами и другими элементами систем пневмопитания, имеющими существенные массогабаритные показатели.

Все это приводило к неоправданному дублированию и громоздкости как приборного оборудования, так и каналов связи с потребителями, к избыточности несогласованной между собой информации, избыточности массы аппаратуры, неоправданным материальным затратам, усложнению технологии обслуживания оборудования в целом.

# 1. Принципы построения систем воздушных сигналов

Указанные причины привели к разработке единых систем комплексного определения и централизованной выдачи основных аэрометрических параметров различным потребителям, вначале получивших название централей скорости и высоты (ЦСВ), а затем ставших именоваться системами воздушных сигналов (СВС).

СВС объединила все датчики и указатели в единую идеологию, исключив дублирование и несогласованность информации.

Дальнейшее развитие аэрометрических систем привело к тому что на ЛА четвертого поколения СВС стали составной частью единого информационного комплекса высотно-скоростных параметров (ИК-ВСП).

СВС предназначена для выдачи основной пилотажной информации на указатели контрольно-измерительных приборов в кабине самолета и на бортовые системы. СВС – автономная система, состоящая из датчиков первичных аэродинамических параметров, вычислителя и указателей. Она выдает первичные параметры, параметры движения и производные от них.

# 1. Принципы построения систем воздушных сигналов

К первичным параметрам СВС относятся: давление статическое, давление полное, температура торможения, угол атаки местный, угол скольжения местный.

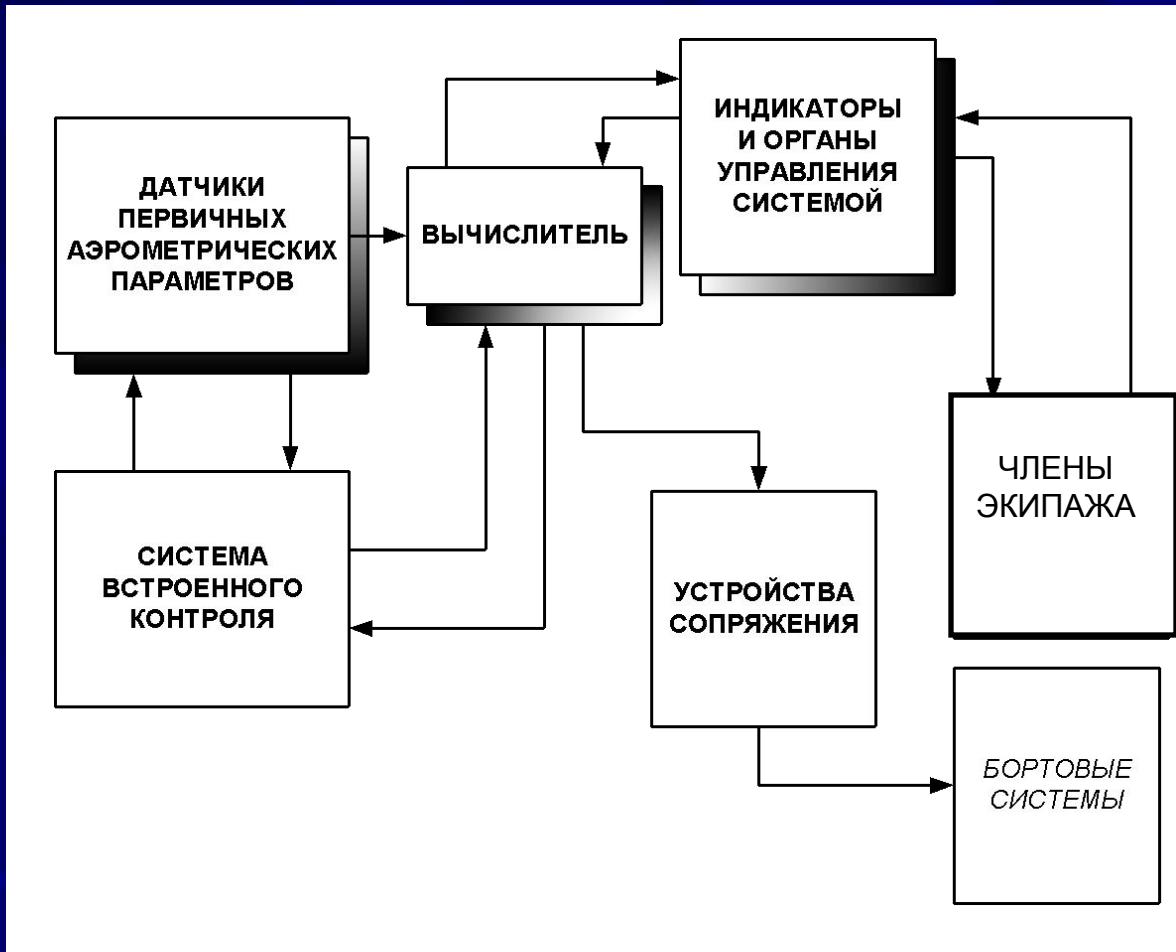
К параметрам движения воздушного судна, решаемых СВС, относятся: скорость приборная, скорость истинная, число Маха, вертикальная скорость, угол атаки истинный, угол скольжения истинный, температура наружного воздуха.

Первые системы и у нас в стране и за рубежом были аналоговые. К ним относится СВС-72, установленная на многих самолетах, в том числе на Ил - 86, Як - 42, Ил-76, Ан-124 и др. Эта система соответствует международному стандарту АРИНК-575 для аналоговых СВС.

Ориентировочно с 1975 года интенсивно стали внедряться в эксплуатацию аналого-цифровые СВС, к которым относится СВС-2Ц, СВС-85 и СВС-96.

Применение в них специализированных цифровых вычислителей и прецизионных измерительных преобразователей воздушных давлений позволило существенно повысить точность и расширить функциональные возможности СВС

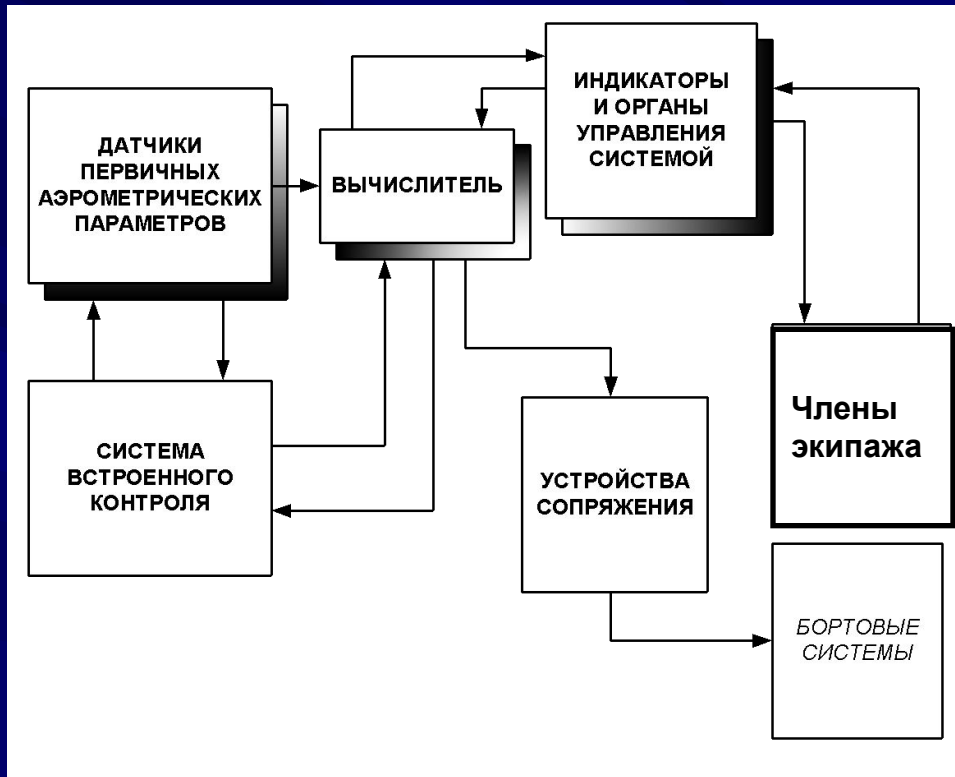
# 1. Принципы построения систем воздушных сигналов



Обобщенная структурная схема СВС

Для измерения статического  $P_{ст}$  и полного  $P_n$  давлений широко используются anerоидно-манометрические датчики с индуктивными преобразователями механического перемещения в электрический сигнал (как в УВИД - 30 -15).

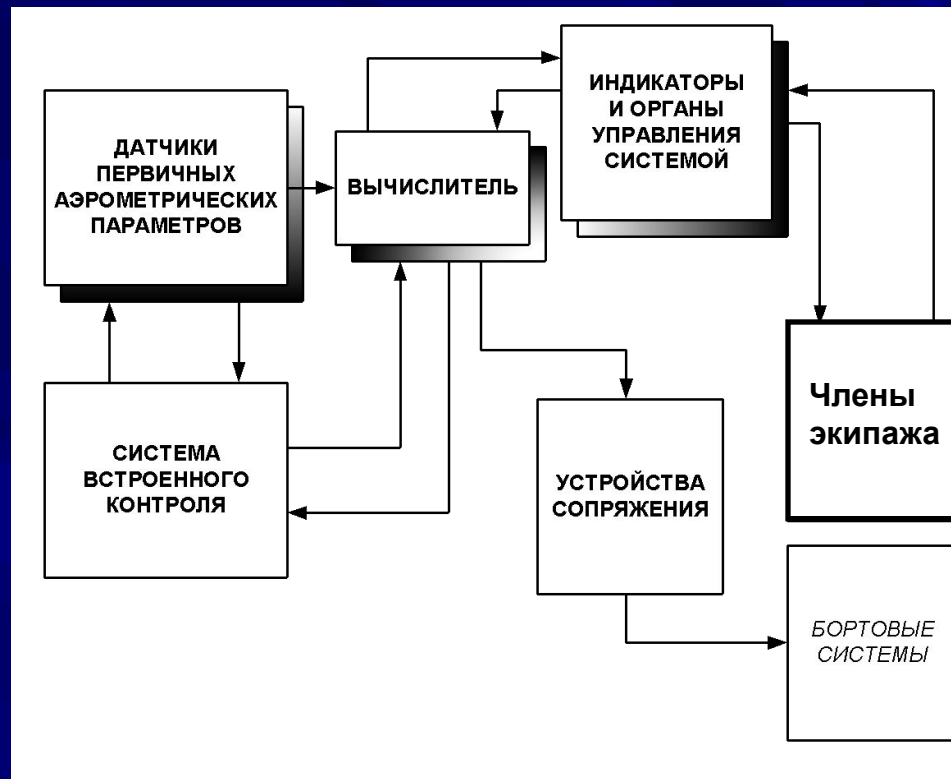
# 1. Принципы построения систем воздушных сигналов



В цифровых СВС для определения статического и полного давлений применяются генераторные датчики давления типа ДДГ с частотным выходом.

Температура заторможенного потока воздуха  $T_T$ , необходимая для определения истинной скорости  $V$ , и температура наружного воздуха  $T_H$  измеряются термометрами сопротивления.

# 1. Принципы построения систем воздушных сигналов



В вычислителе в соответствии с приведенными ниже градуировочными формулами определяются число  $M$ , скорость  $V$ , абсолютная  $H_a$  и (или) относительная  $H$  барометрические высоты.

В некоторых СВС вычисляются также приборная скорость  $V_{пр}$  и температура наружного (атмосферного) воздуха  $T_H$ .

# 1. Принципы построения систем воздушных сигналов

Число  $M$  определяется из соотношения

$$\frac{P_{\partial}}{P_{cm}} = f_1(M) \quad f_1(M) = (1 + 0,2M)^{3,5} - 1 \quad \text{при } M \leq 1;$$

$$f_1(M) = \frac{166,9 \cdot M^7}{(7M^2 - 1)^{2,5}} - 1 \quad \text{при } M > 1.$$

Истинная скорость  $V$  вычисляется с значения числа  $M$ :

$$V = f_2(M) \sqrt{T_T}$$

$$f_2(M) = \frac{c \cdot M}{\sqrt{1 + 0,2M^2}}$$

$$c = \sqrt{kT R_{y\partial}}$$



# 1. Принципы построения систем воздушных сигналов

39

Приборная скорость  $V_{np}$  есть условная величина, получаемая пересчетом динамического давления  $p_d$  в величину скорости при стандартной плотности воздуха  $p_c$  и температуре .

$$\frac{p_d}{p_c} = f(V_{np})$$

$$f(V_{np}) = \begin{cases} [1 + 0.2(\frac{V_{np}}{a_c})^2]^{3.5} - 1 & \text{при } V_{np} \leq a_c; \\ \frac{166.9216(\frac{V_{np}}{a_c})^7}{[7(\frac{V_{np}}{a_c})^2 - 1]^{-2.5}} - 1 & \text{при } V_{np} > a_c; \end{cases}$$

$$a = \sqrt{kRT_c}$$

$a = 340.224$  м/с - стандартная скорость звука;

$k$  - показатель адиабаты ( $k=1,4$ );

$R$  — удельная газовая постоянная ( $R = 287,05287$  Дж (К·кг)<sup>-1</sup>).

# 1. Принципы построения систем воздушных сигналов

Абсолютная барометрическая высота  $H_a$  вычисляется по гипсометрическим формулам стандартной атмосферы:

$$H_a = f_{H_a}(p),$$

где функция  $f_{H_a}(P_{CT})$  имеет различный вид для диапазонов высоты 0...11; 11...20; 20...32 км.

$$f_{H_a}(p) = \begin{cases} \frac{T_c}{\beta_1} \left[ \left( \frac{p}{p_c} \right)^{-\frac{R\beta_1}{g_c}} - 1 \right] & \text{при } -2 \text{ км} \leq H_a \leq 11 \text{ км;} \\ 11\,000 + \frac{RT_{11}}{g_c} \ln \frac{p_{11}}{p} & \text{при } 11 \text{ км} \leq H_a \leq 20 \text{ км;} \\ 20\,000 + \frac{T_{20}}{\beta_2} \left[ \left( \frac{p}{p_{20}} \right)^{-\frac{R\beta_2}{g_c}} - 1 \right] & \text{при } 20 \text{ км} \leq \\ & \leq H_a \leq 32 \text{ км;} \end{cases}$$

Относительная барометрическая высота определяется выражением

$$H = H_a - H_3$$

# 1. Принципы построения систем воздушных сигналов

Температура наружного воздуха рассчитывается по формуле

$$T_H = T_T - \Delta T_{\text{дин}}$$

$T_H$  – истинная температура наружного, невозмущенного потока;  
 $\Delta T_{\text{дин}}$  – динамическая добавка к температуре

$$\Delta T_{\text{дин}} = \frac{k-1}{2kgR} V^2 \approx 3,840034 \cdot 10^{-5} V^2$$

ГОСТ 25431-82 устанавливает следующую зависимость через число Маха

$$T_H = \frac{T_T}{N(1 + 0,2M^2)}$$

$$N = \frac{T_{\text{чэ}}}{T_T}$$

$N$  – коэффициент качества датчика

Формула используется в СВС-72, СВС- 85, которые берут сигналы от датчиков температуры П-69-2М, П-104, у которых  $N = 0,996$ .

# 1. Принципы построения систем воздушных сигналов

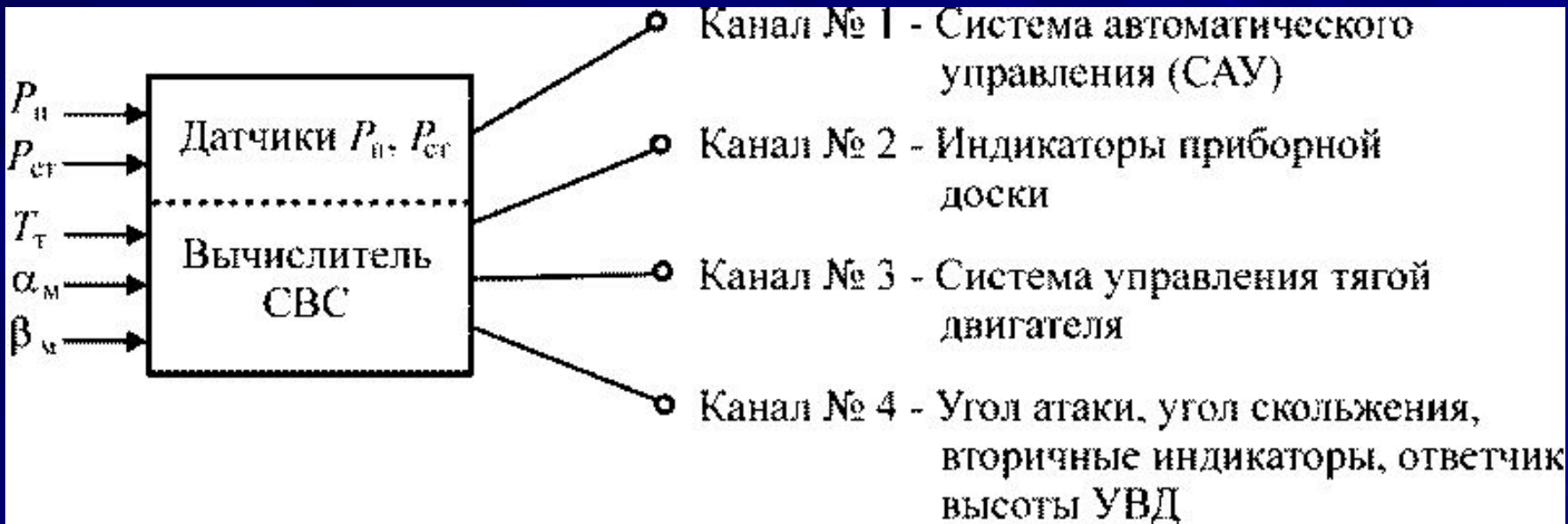
Выходные сигналы вычислителя поступают на индикаторы (электромеханические указатели), а через устройства связи в виде электрических сигналов в различные бортовые системы: САУ, навигационные системы (НС), в другие системы бортового пилотажно-навигационного комплекса (ПНК).

На рис. 1 вычислитель СВС изображен в виде отдельного функционального элемента системы. На практике конструктивно он может выполняться как в виде отдельного блока, так и входить своими некоторыми элементами в другие блоки системы.

Некоторые СВС выдают потребителям (например, в САУ) также сигналы отклонений от заданных (постоянных) либо программных (задаваемых от ПНК) значений  $H$ ,  $M$  и  $V$ . При этом блоки вычисления таких сигналов, называемые корректорами-задатчиками, функционируют для повышения надежности независимо от основного вычислителя СВС и от остальных элементов комплекта системы, являясь по сути автономными.

# 1. Принципы построения систем воздушных сигналов

На рис. 2 представлена структурная схема дозвуковой СВС по стандарту АРИНК-706.



Система состоит из вычислителя и индикаторов приборной доски. Характерно для этой СВС то, что датчики  $P_n$  и  $P_{ct}$  конструктивно расположены внутри цифрового вычислителя. Потребители строго регламентированы. По стандартам АРИНК серии 700 все бортовые системы четко разделены по основным своим функциям.

# 1. Принципы построения систем воздушных сигналов

## Классификация СВС по принципу действия вычислителя.

Существующие СВС классифицируются по типу вычислителя на три вида:

- 1) аналоговые электромеханические;
- 2) аналоговые электронные;
- 3) цифровые.

Анализ выражений (1)...(13) показывает, что в вычислителе должны быть реализованы арифметические операции (сложение, вычитание, умножение и деление) и нелинейные функции (извлечение корня и логарифмирование).

## 2. Аналоговая система воздушных сигналов с вычислительными устройствами, совмещенными с указателями (СВС-72) 33

К *аналоговым электромеханическим СВС* относятся централи скорости и высоты типа ЦСВ-1М, ЦСВ-3М и системы СВС-72, СВС-1-72, СВС-2-72. Арифметические операции реализуются в них с помощью самобалансирующихся мостов, а нелинейности - на функциональных потенциометрах. В СВС такого типа вычислительные устройства конструктивно совмещены с указателями.



## 2. Аналоговая система воздушных сигналов с вычислительными устройствами, совмещенными с указателями (СВС-72)

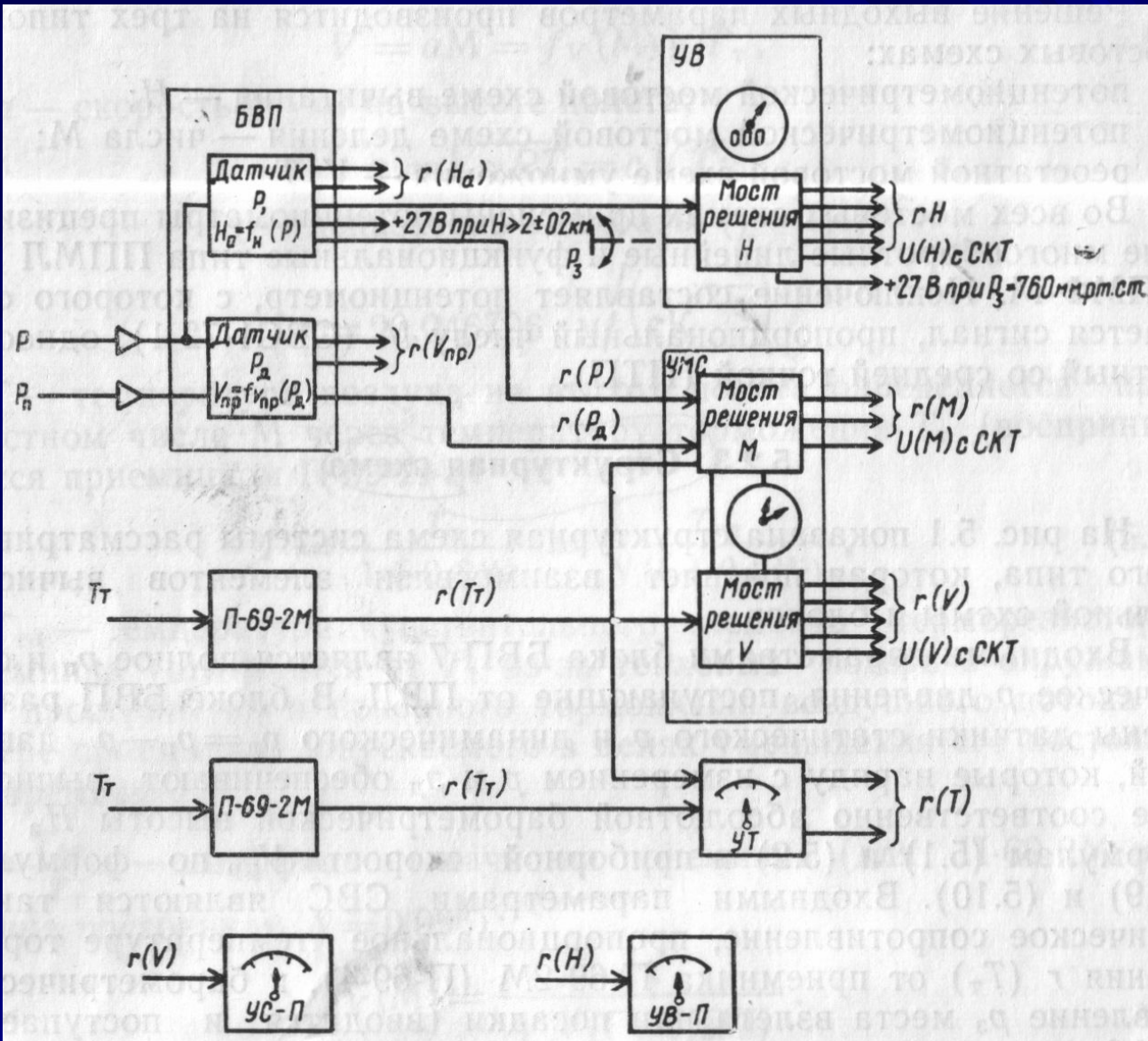
Система воздушных сигналов типа СВС-72 выпускается четырех модификаций: СВС1-72-1, СВС1-72-2, СВС2-72-3, СВС2-72-4, предназначенных для вычисления основных аэрометрических параметров полета самолета и выдачи данных о них потребителям. Указанные модификации отличаются диапазоном решаемых параметров, количеством указателей и электрических выходов по каждому параметру.

**Назначение системы.** Унифицированная система воздушных сигналов СВС-72 предназначена для вычисления и выдачи потребителям:

- абсолютной барометрической высоты  $H_a$ ;
- относительной барометрической высоты  $H$ ;
- истинной скорости  $V$ ;
- приборной скорости  $V_{пр}$ ;
- числа Маха  $M$ ;
- статистического давления  $p$ ;
- температуры наружного воздуха  $T$ .



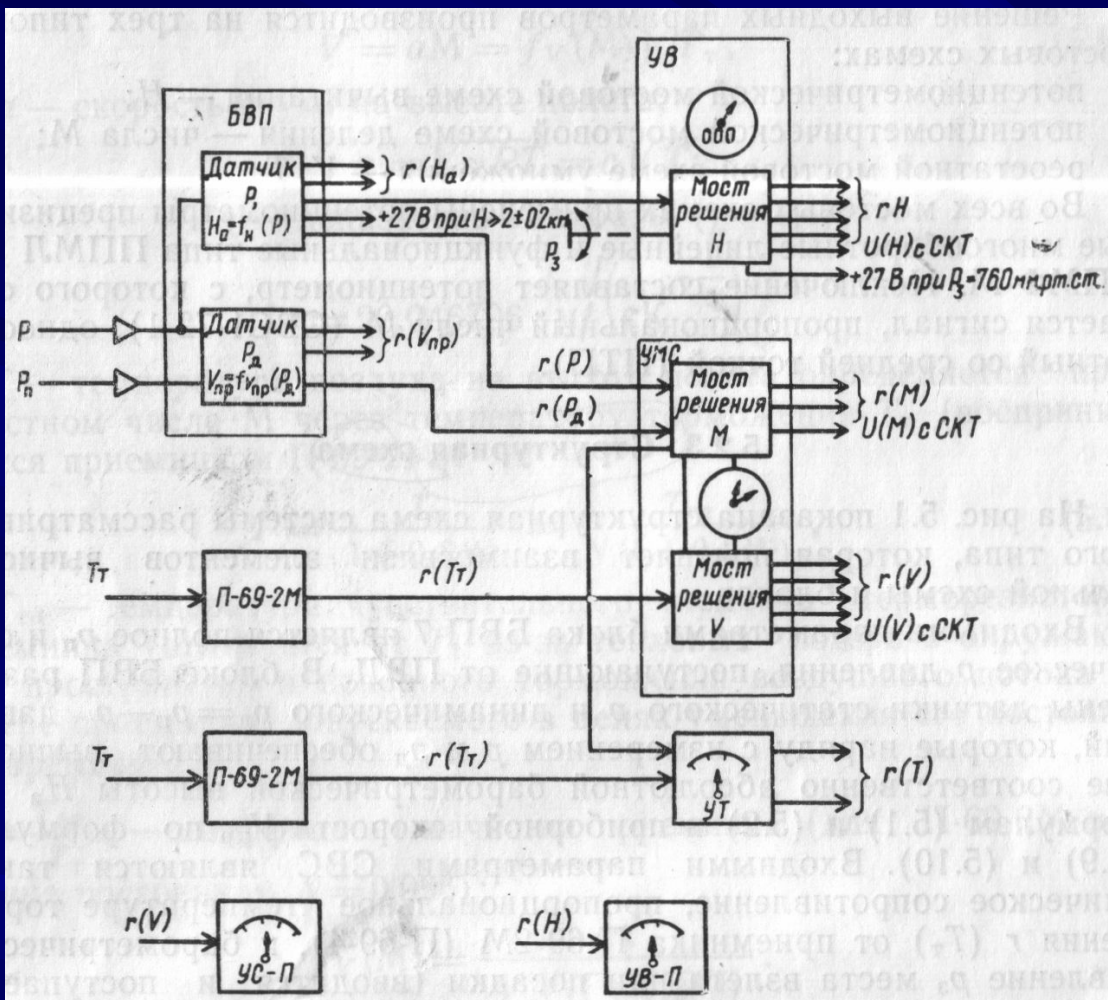
# Структурная схема системы СВС-72



Состав:  
блок воздушных параметров БВП, указатель истинной скорости и числа  $M$  типа УМС и указатель высоты УВ

# Структурная схема системы СВС-72

30



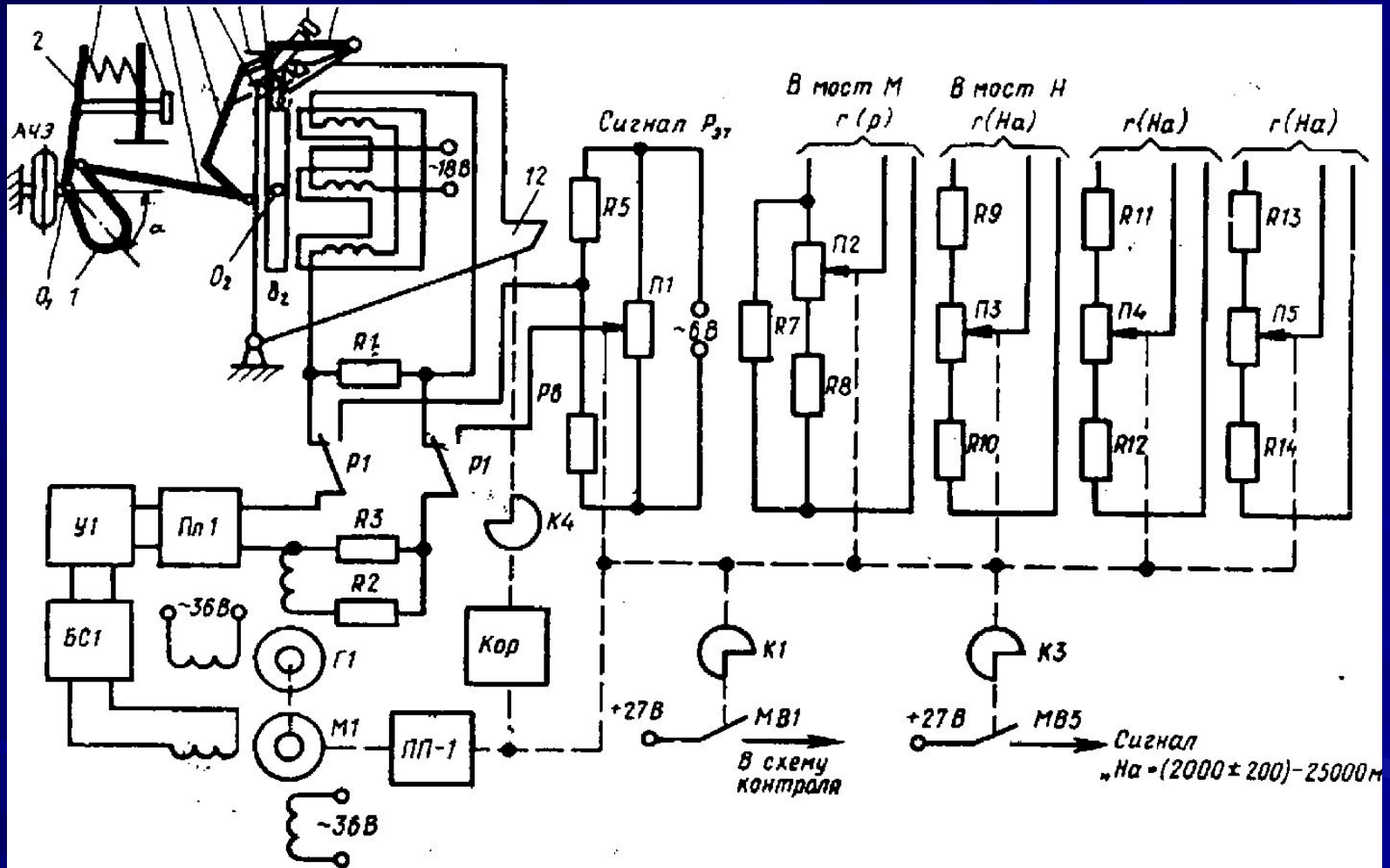
Выходные сигналы  $H$ ,  $V$ ,  $M$  снимаются как с потенциометров в виде относительных сопротивлений  $r_i$ , так и с вращающихся трансформаторов типа СКТ, а сигналы  $V_{пр}$  и  $H_a$  - с потенциометров. Предусмотрена выдача сигналов подтверждения в наземный пункт управления при  $H_a \geq 2000 \text{ м}$ , а также при вводе в указатель высоты значения  $P_c = 760 \text{ мм рт. ст.}$

## Блок датчиков давления БВП-9

БВП-9 - блок воздушных параметров, предназначен для вычисления и выдачи потребителям, в виде относительного сопротивления, сигналов параметров  $V_{пр}$ ,  $P_{ст}$ ,  $N_{абс}$ .

Датчики давлений  $P_{cm}$  и  $P_{\partial}$ , размещенные в БВП, по принципу действия сходны с датчиком  $P_{cm}$  высотомера типа УВИ(Д). В электромеханических СВС датчиком давления называют систему, состоящую из собственно датчика (чувствительного элемента ЧЭ с индукционным преобразователем сигналов ИД) и узла отработки.

# Блок датчиков давления БВП-9



## Указатель УВ относительной высоты $H_{\text{отн}}$

УВ-30-3 - указатель высоты, предназначен для вычисления по сигналам от БВП-9, индикации и выдачи потребителям, в виде относительного сопротивления потенциометров и сигналов СКТ, относительной и абсолютной барометрической высоты  $H_{\text{отн}}$  и  $H_{\text{абс}}$ ;

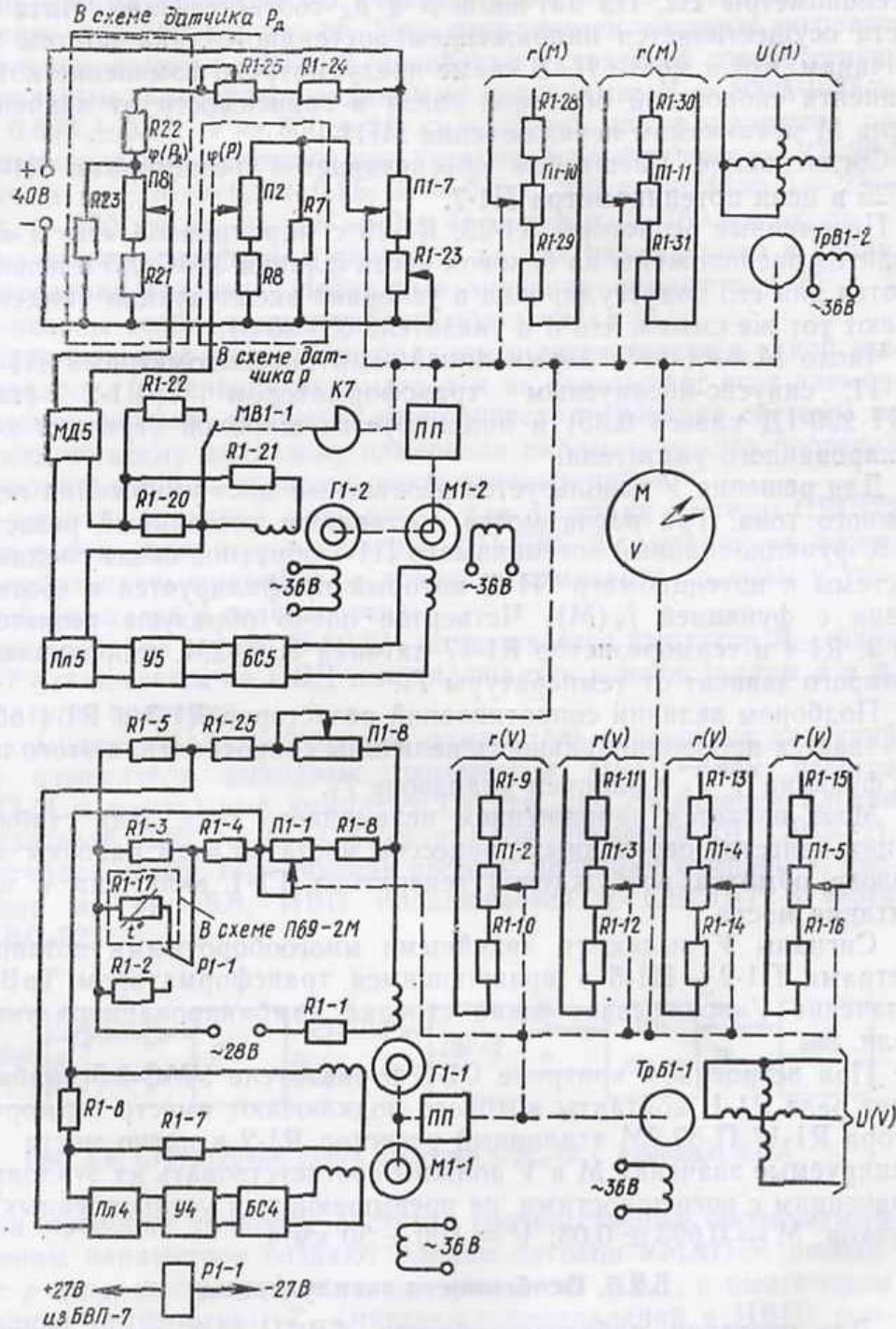
Относительная барометрическая высота  $H = H_a - H_3$  решается в указателе УВ-30-3. В мост решения высоты вводятся: величина  $H_a$  в виде относительного сопротивления  $r$  выходного потенциометра  $r(H_a)$  датчика  $p$  и  $H_3$  в виде  $r(H_3)$  функционального потенциометра указателя, щетка которого связана с ручкой ввода давления  $p_3$ .

## Комбинированный указатель числа $M$ и истинной воздушной скорости УМС

Относительная барометрическая высота  $H$  и число  $M$  вычисляются самобалансирующимися мостами постоянного тока, а истинная скорость  $V$  - мостом переменного тока, большая часть элементов которых размещена в указателях.

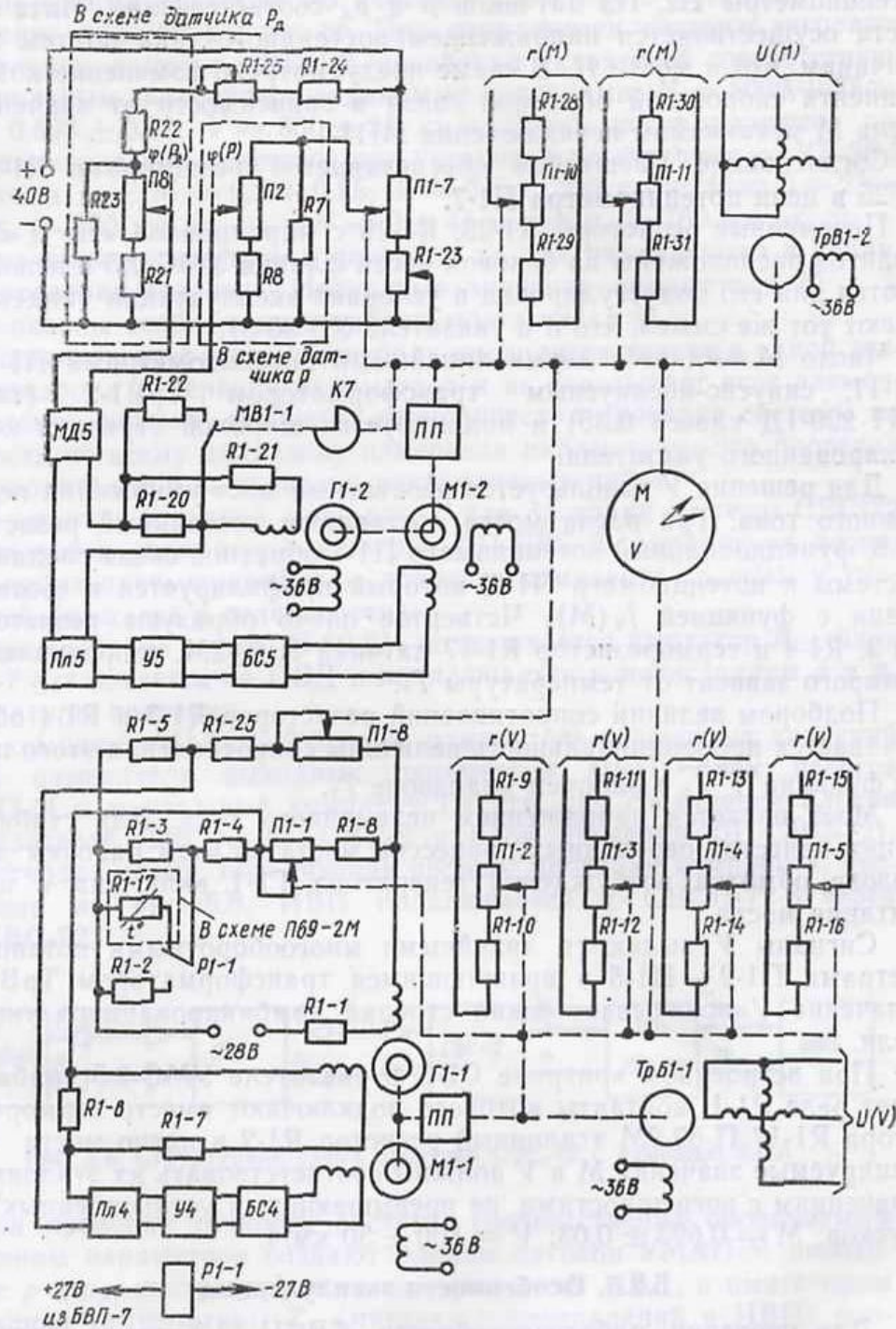
Использование постоянного тока повышает точность вычислений, так как исключается влияние на положение равновесия моста паразитных наводок монтажных связей. Поскольку усиление и отработка сигналов рассогласования ведутся на переменном токе, на входах усилителей включаются модуляторы.

Число  $M$  индицируется широкой стрелкой указателя УМС. Сигналы  $V$  выдаются четырьмя линейными потенциометрами и СКТ.



## Комбинированный указатель числа М и истинной воздушной скорости УМС

Мост числа М составляет функциональный потенциометр П1-7 обратной связи следящей системы и функциональные выходные потенциометры П2, П3 датчиков  $p$  и  $p_d$  соответственно.



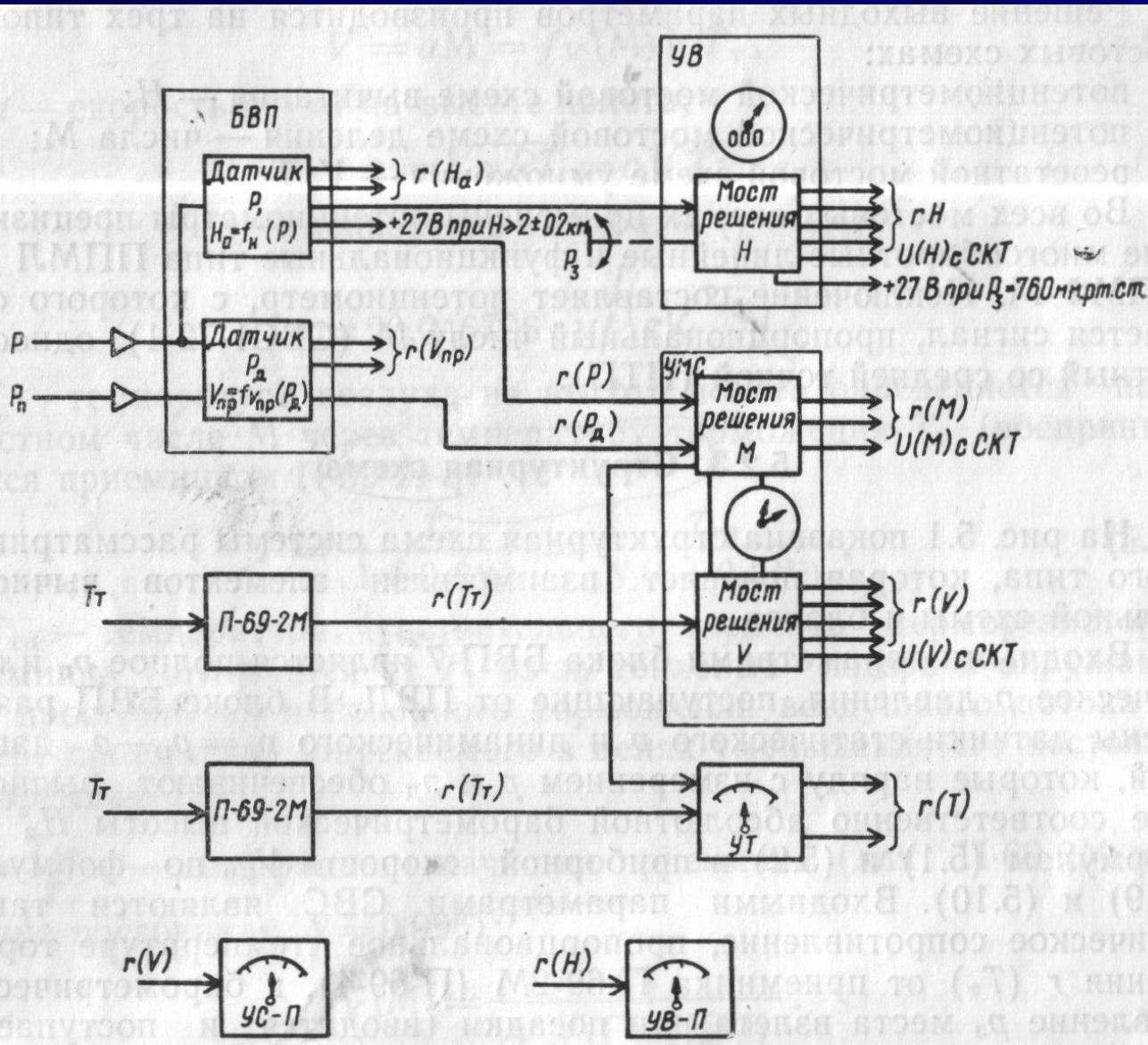
## Комбинированный указатель числа М и истинной воздушной скорости УМС

Для решения  $V$  используется реостатный мост умножения переменного тока. Три плеча моста составляют постоянный резистор R1-5, функциональный потенциометр П1-1 обратной связи следящей системы и потенциометр П1-8, который профилируется в соответствии с функцией (M).

Четвертое плечо образуют резисторы R1-3, R1-4 и терморезистор R1-17 датчика П-69-2М



# Указатель температуры наружного воздуха $T_H$ УТ



УТ-1М –указатель температуры предназначен для вычисления по сигналам УМС и П-69-2М и индикации температуры наружного воздуха  $T_H$  .

## Указатель температуры наружного воздуха $T_H$ УТ

Температура  $T_T$  измеряется датчиком П - 69 с камерой торможения и «решается» в указателе УТ-1М-3 по реостатной мостовой схеме как функция числа М и температуры торможения  $T_T$



Указатель температуры имеет встроенный подсвет циферблата:  
ПВ - подсвет красный или белый; ПБ - подсвет белый

## Указатель температуры наружного воздуха $T_H$ УТ

Реостатная мостовая схема указателя температуры  $T$  аналогична схеме канала скорости  $V$  комбинированного УМС. Здесь реализуется формула в виде

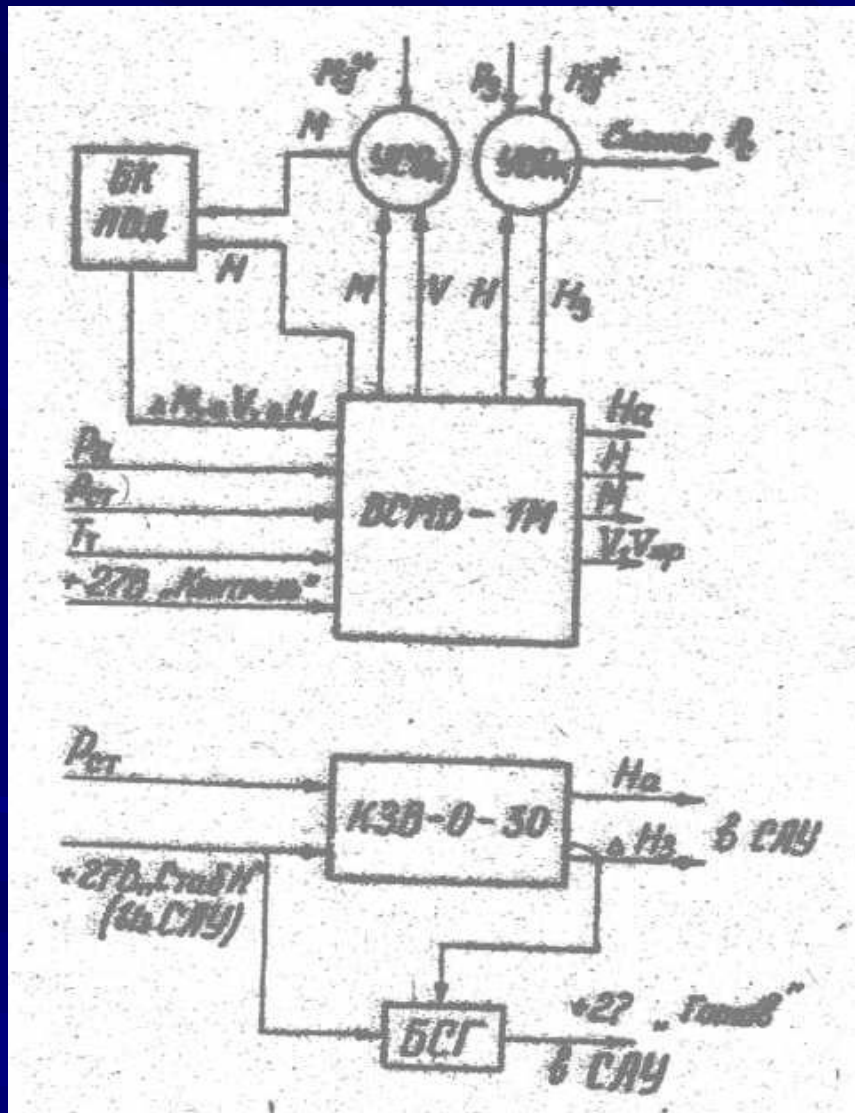
$$T_H = \frac{T_T}{N(1 + 0,2M^2)}$$

Величина  $T_T$  вводится так же, как и в предыдущей схеме, а  $M$  поступает в виде сопротивления функционального реостата выходного элемента канала числа  $M$  комбинированного указателя УМС.

### 3. Аналоговая система воздушных сигналов с бесконтактным вычислителем (СВС-ПН)

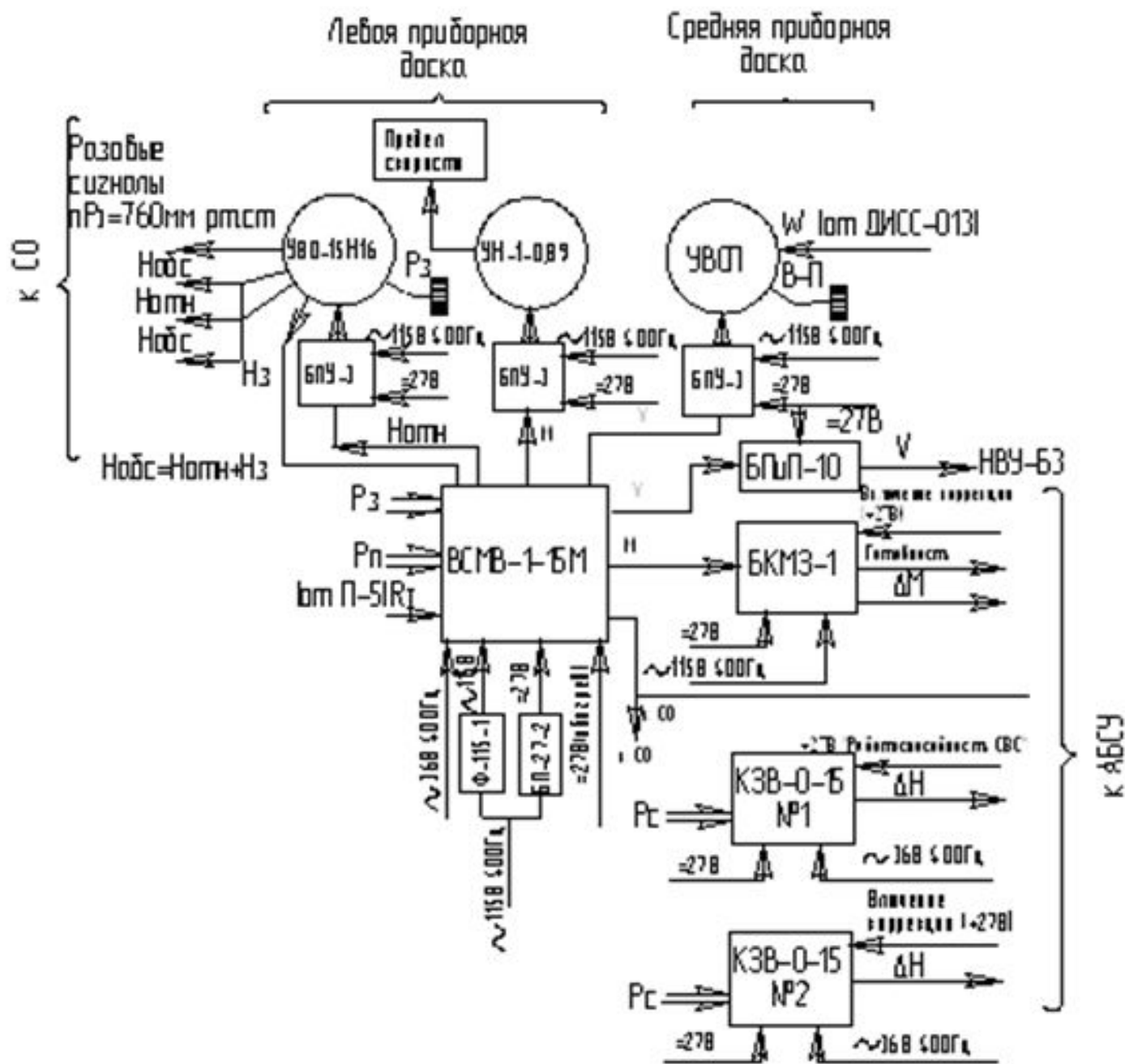
**В** вычислителях аналоговых электронных СВС, к которым относятся системы типа СВС-ПН-5, СВС-ПН-15 и их модификации, операции сложения и вычитания выполняются с помощью усилителей. Нелинейные функции реализуются в таких системах диодными функциональными преобразователями напряжения типа ПНФ, а операции умножения и деления заменяются соответственно сложением и вычитанием логарифмов искомых величин с последующим потенцированием полученного результата с помощью ПНФ.

## Структурная схема системы СВС-ПН



Система СВС-ПН-15 устанавливается на дозвуковые самолеты (Ту-154 М, Ил-76) и служит для вычисления сигналов абсолютной  $H_a$  и относительной  $H$  барометрической высоты, числа  $M$ , индикаторной (приборной)  $V_{пр}$  и истинной  $V$  воздушных скоростей, а также отклонений от заданных значений абсолютной барометрической высоты, числа  $M$  и индикаторной скорости.

# Структурная схема системы СВС-ПН



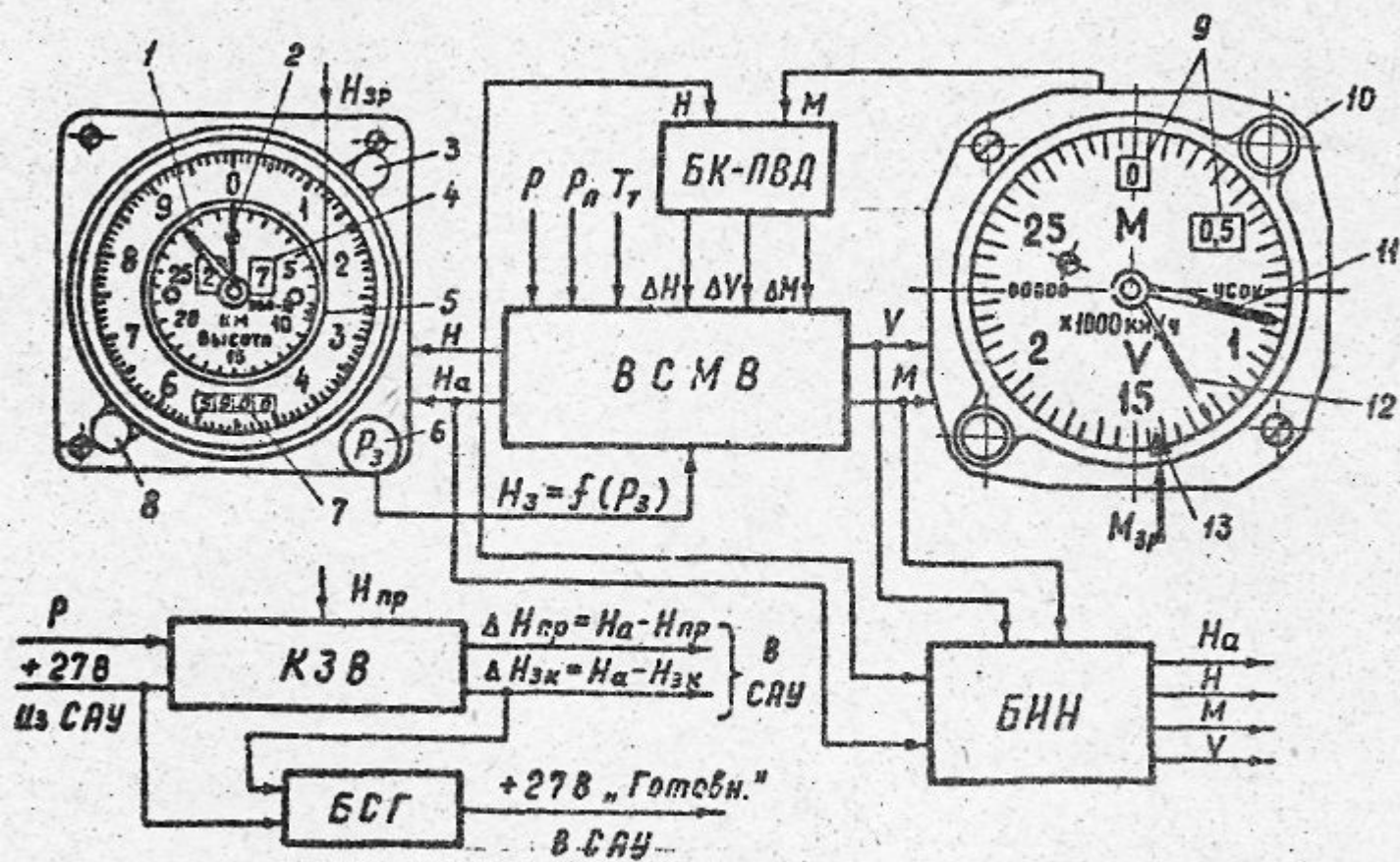
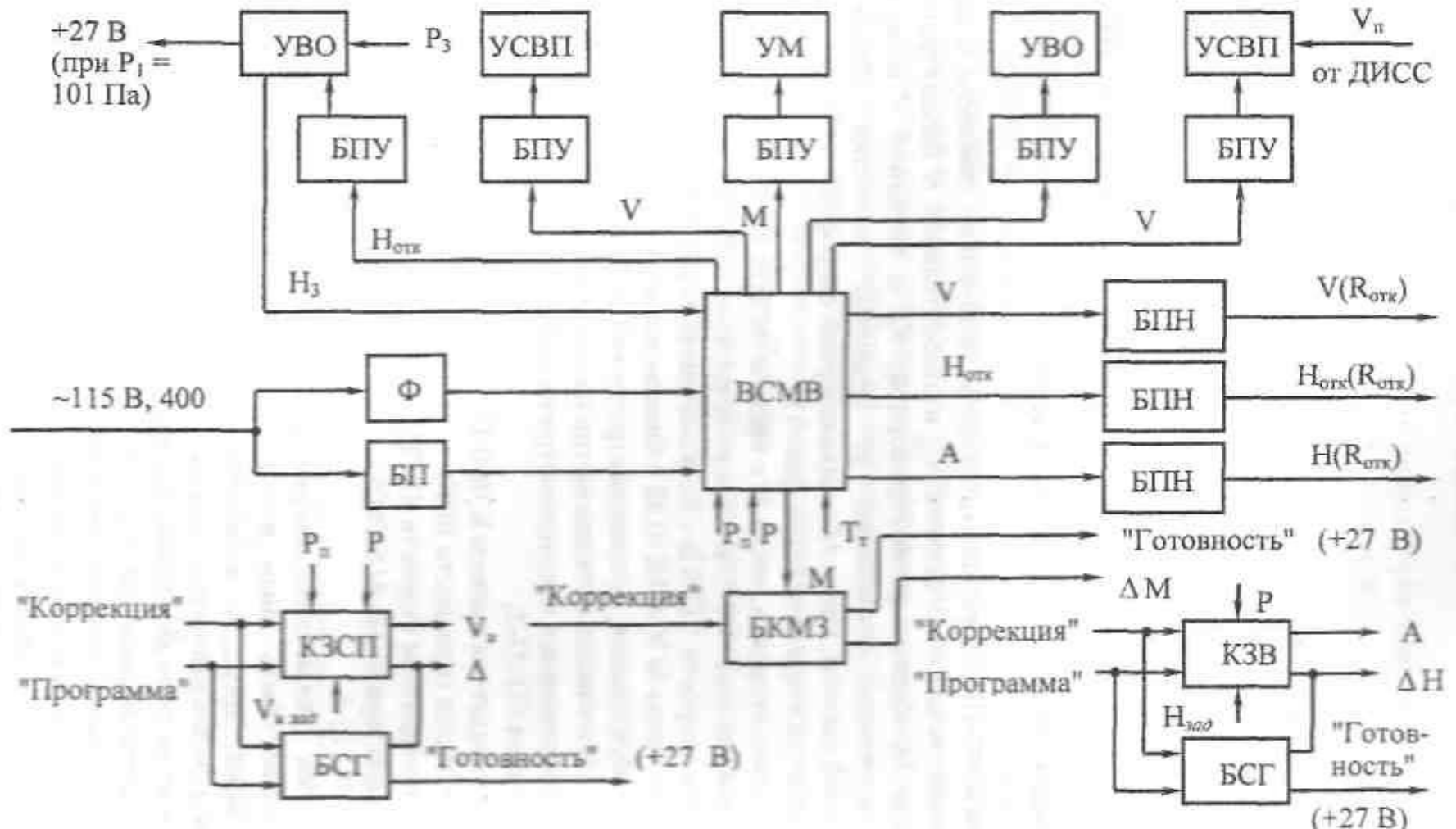


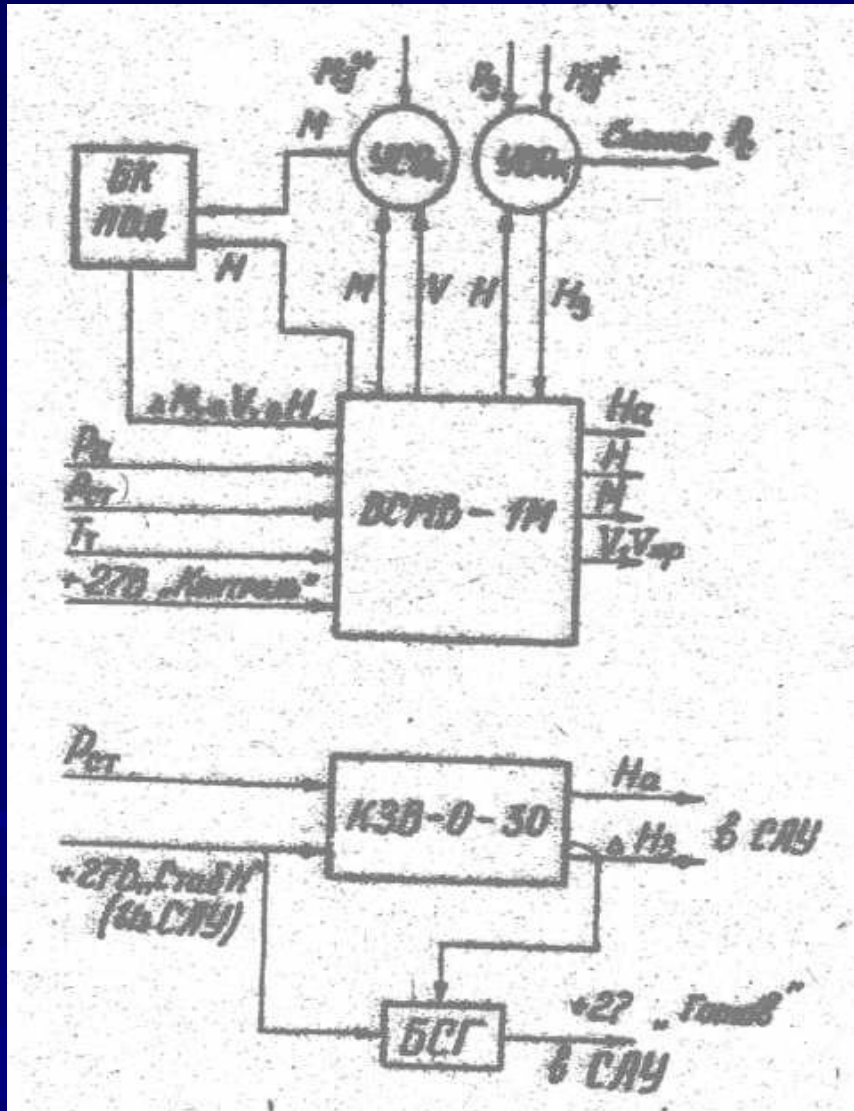
Рис. 6.10

# Структурная схема системы СВС-ПН





## Структурная схема системы СВС-ПН



- В комплект системы входят :
- вычислитель скорости, числа  $M$  и высоты ВСМВ-1-15;
  - указатели высоты УВ0-15К с БПУ-3;
  - УСВПк с блоками питания БПУ-3;
  - УМ-1К -0,82 с БПУ-3;
  - блок преобразования потенциометрический  $H_a$  ВПнП-2;
  - блок преобразования  $H$  БПнП-4;
  - блок преобразования  $V$  БПнП-10;
  - блок питания БП-27-2;
  - КЗВ-0-15;
  - БСГ;
  - КЗСП;
  - блок корректора числа  $M$  БКМЭ;
  - фильтр Ф-115-1.

## Структурная схема системы СВС-ПН

Кроме того, в комплект могут входить унифицированные вычислители аэродинамических поправок типа УВАП, законы формирования которых зависят от типа ВС. В этих вычислителях имеются собственные датчики давлений  $P_{ст}$  и  $P_0$ , а поправки вычисляются таким же образом, как и в вычислителях типа ВАП электромеханических высотомеров УВИД, с помощью каскадной потенциометрической схемы умножения, в которой в качестве решающих элементов использованы потенциометры датчиков  $P_{ст}$  и  $P_0$ , щетки которых через передаточно-множительные механизмы связаны с подвижными центрами соответствующих чувствительных элементов.

Температура заторможенного потока воздуха измеряется приемником П-5, не входящем в комплект СВС.

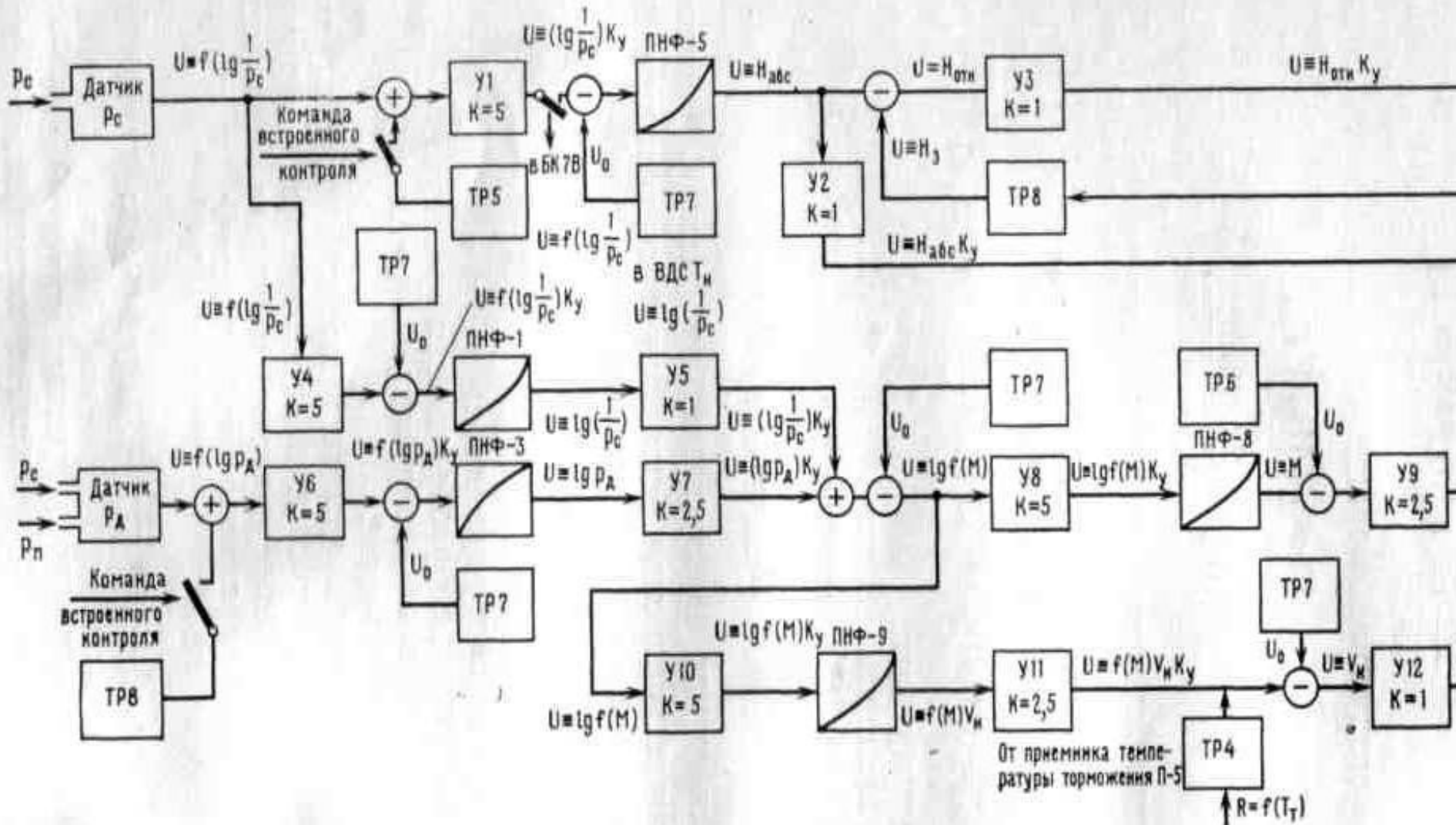
Выходными сигналами системы являются  $H_a$ ,  $H$  ( $H_{отн}$ ),  $M$ ,  $V$  и отклонения  $H$  от заданного постоянного, либо программного значения высоты  $H_a$ .

## Вычислитель высоты, скорости и числа Маха ВСМВ

Основным элементом системы служит вычислитель *ВСМВ-1-15М*, в котором размещены также датчики статического  $P_{ст}$  и динамического  $P_0$  давлений. Он предназначен для решения градуировочных формул (1.1)...(1.4) и выдачи сигналов, пропорциональных  $H, H_a, M, V$  в виде относительных сопротивлений. Это преобразование сигналов осуществляется в блоках преобразования напряжения (БПНП), подключаемых к выходам вычислителя.

Операции сложения и вычитания выполняются в вычислителе с помощью усилителей. Нелинейные функции реализуются в таких системах диодными функциональными преобразователями напряжения типа ПНФ, а операции умножения и деления заменяются соответственно сложением и вычитанием логарифмов искомым величин с последующим потенцированием полученного результата с помощью ПНФ.

# Вычислитель высоты, скорости и числа Маха ВСМВ



## Вычислитель высоты, скорости и числа Маха ВСМВ

Операции сложения в аналоговых вычислительных схемах реализуются точнее операции деления, поэтому для повышения точности вычисления числа  $M$  выражение

$$\frac{P_{\delta}}{P_{cm}} = f_1(M)$$

преобразуется в вычислителе к следующему виду:

$$\lg P_{\delta} + \lg \frac{1}{P_{cm}} = \lg f_1(M). \quad (1)$$

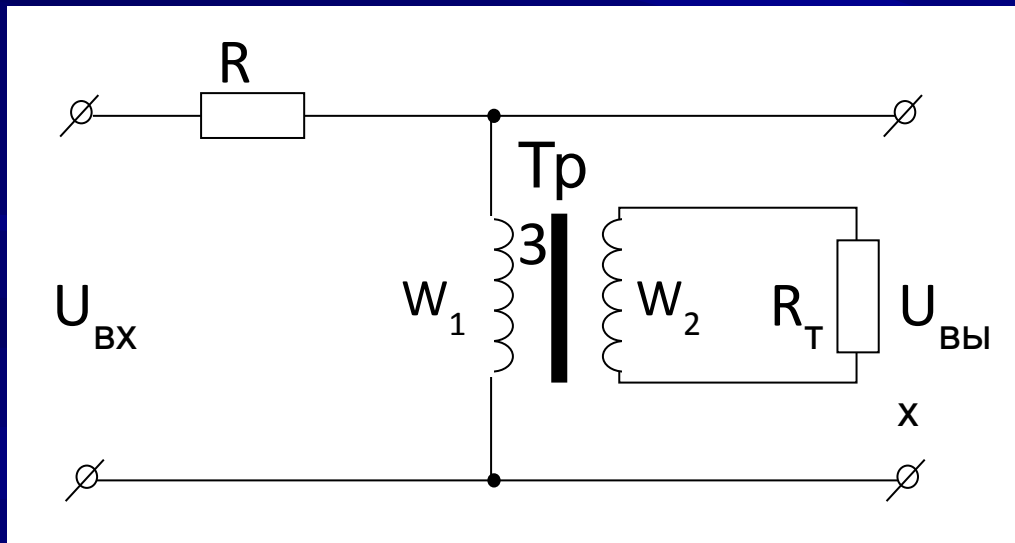
Для удобства реализации (1) статические характеристики датчиков *ДДСИ* и *ДДДИ* (индуктивные датчики статического давления) подбираются таким образом, чтобы зависимости выходных напряжений  $U_{cm}$  и  $U_{\delta}$  от соответствующих давлений на большей части рабочего участка были близки к логарифмическим.

## 6. Вычислитель высоты, скорости и числа Маха ВСМВ

На выходе ПНФ9, стоящего в канале истинной скорости  $V$ , выдается сигнал в виде напряжения  $U_{12'}$  пропорционального величине  $f_{и}(M)$ . Этот сигнал подаётся через усилитель  $У11$  на первичную обмотку трансформатора Т3, реализующего формулу

$$V = f_{и}(M) \sqrt{T_T}$$

Ввод функции  $\sqrt{T_T}$  обеспечивается за счет изменения входного сопротивления трансформатора Т3 при изменении сопротивления  $R_T$ , подключенного к его вторичной обмотке.



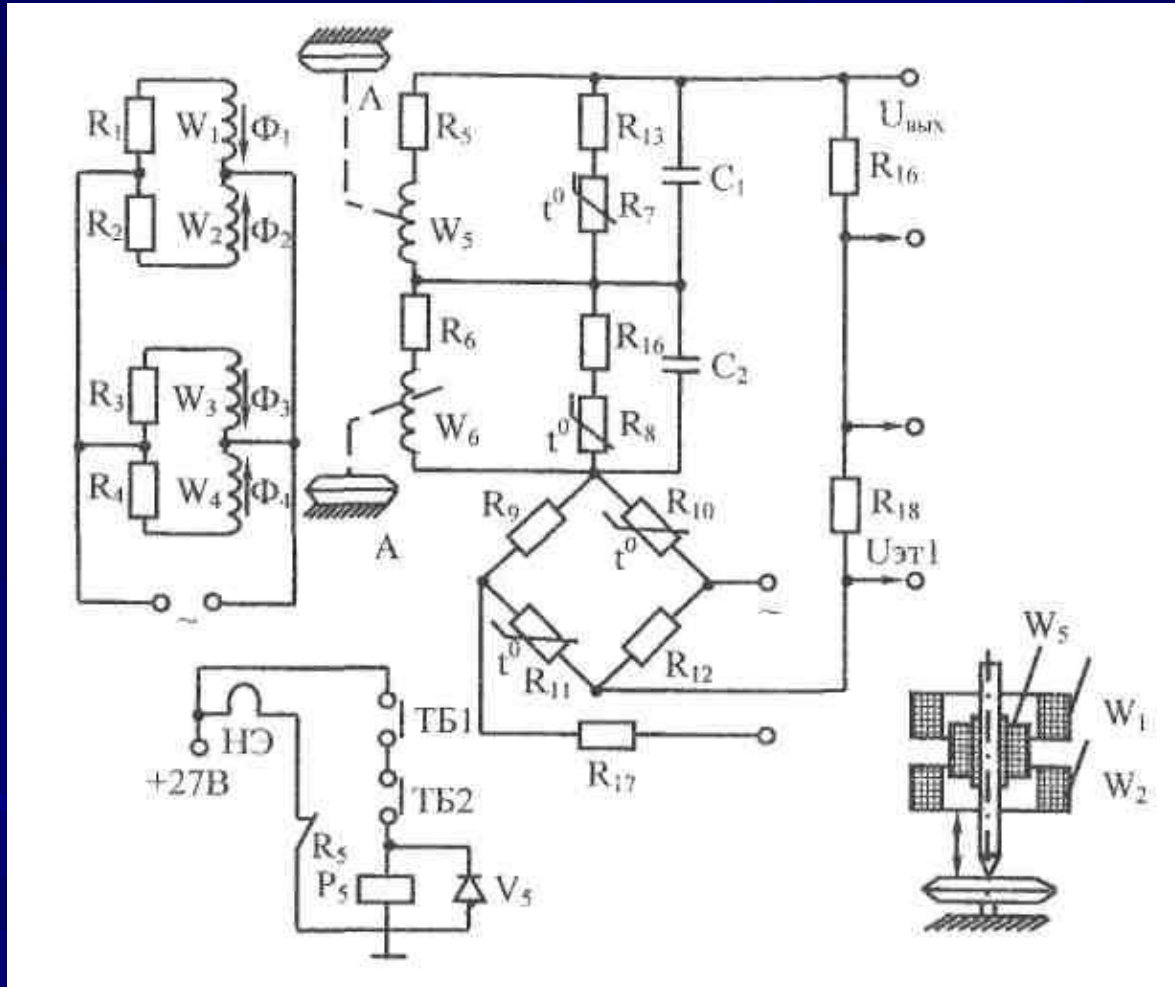
В результате с помощью трансформатора Т3 реализуется схема умножения и напряжение на его выходе пропорционально величине истинной скорости  $V$ .

## Вычислитель высоты, скорости и числа Маха ВСМВ

Встроенный контроль осуществляется подачей на входы усилителей  $У1$ ,  $У4$ ,  $У6$  контрольных сигналов  $U_{ЭТ1}$  и  $U_{ЭТ2}$ , соответствующих тестовым значениям  $P_{ст}$  к  $P_0$ . Одновременно ко вторичной обмотке Т4 вместо сопротивления приемника температуры подключается резистор  $R_{ЭТ}$ . При этом показания указателей высоты, скорости и числа  $M$  должны быть равны расчетным значениям в пределах установленных допусков.

Измерение статического и динамического давления осуществляется индуктивными датчиками ДДСИ и ДДДИ, конструктивно входящими в состав вычислителя. Они имеют аналогичные принципиальные схемы и отличаются лишь упругими чувствительными элементами:  
в ДДСИ применяется anerоидная коробка, а в ДДДИ манометрическая.

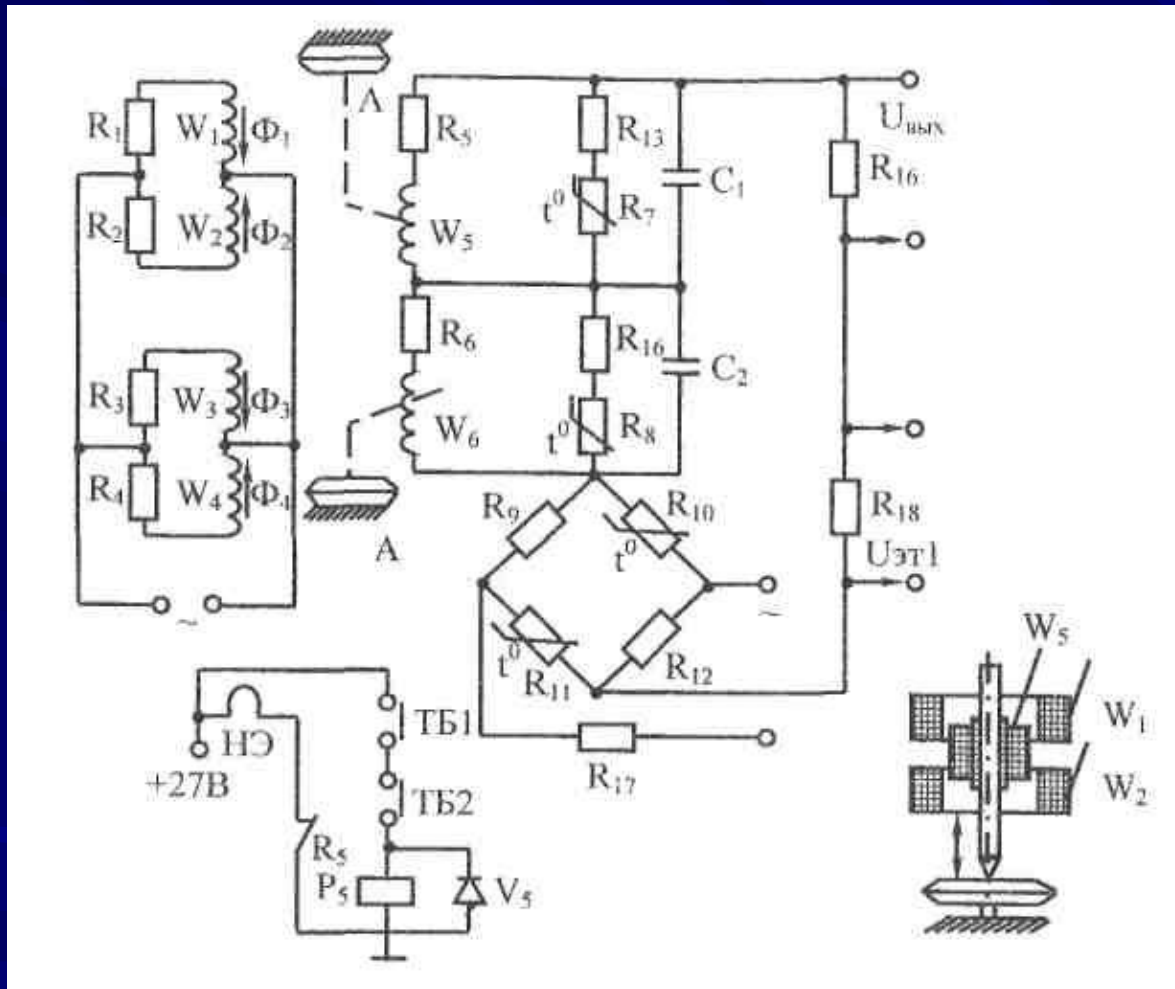
## Датчики давлений ДДСИ и ДДДИ



Основными элементами индуктивного датчика статического давления ДДСИ-2М-30 являются два одинаковых измерительных узла, каждый из которых состоит из anerоидной коробки А и индуктивного преобразователя.



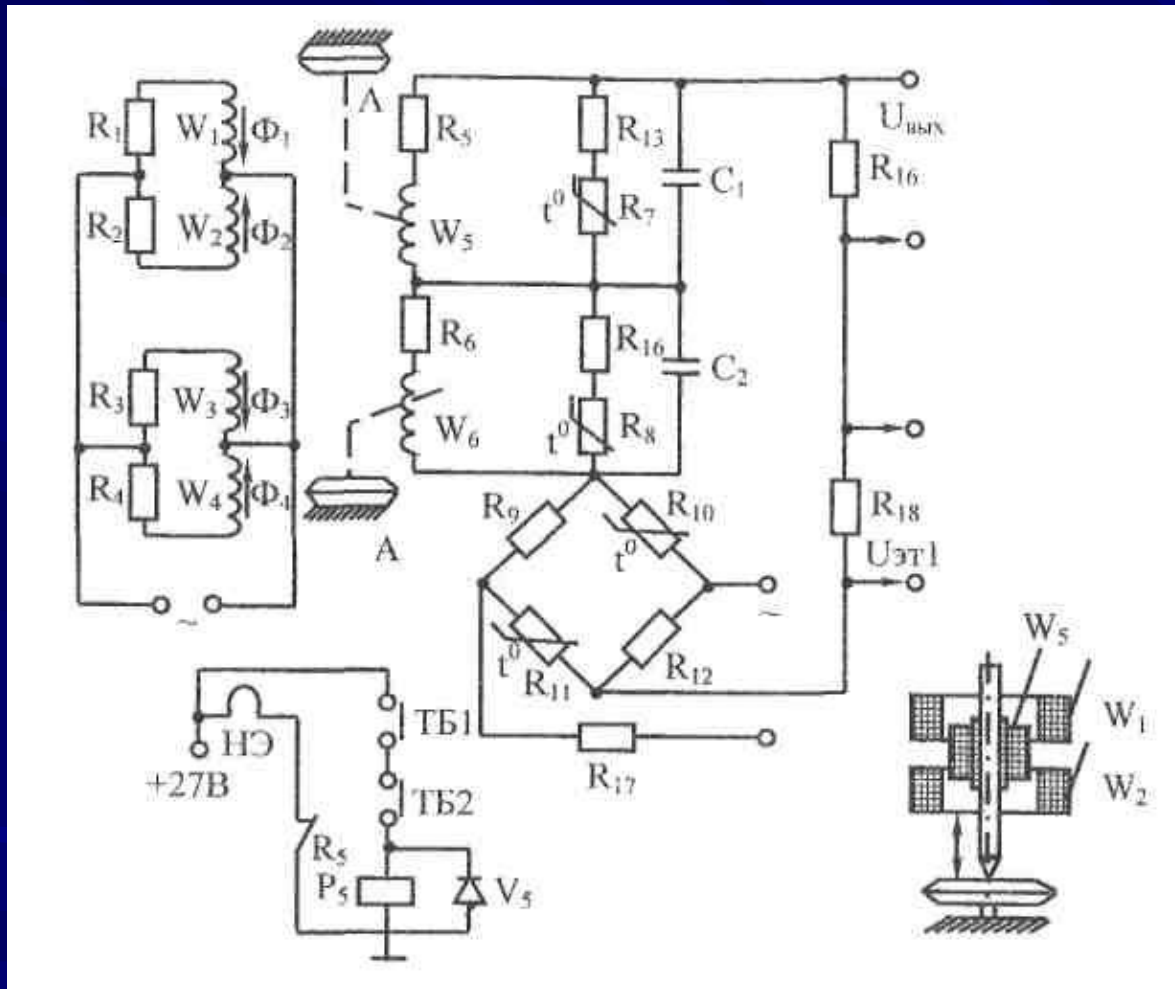
## Датчики давлений ДДСИ и ДДДИ



Жесткий центр анероидной коробки перемещается в зависимости от абсолютного давления и перемещает подвижную обмотку индуктивного преобразователя. Каждый индуктивный преобразователь состоит из двух неподвижных первичных обмоток  $W_1, W_2$  ( $W_3, W_4$ ), включенных встречно, и подвижной вторичной обмотки  $W_5$  ( $W_6$ ).

Вторичная обмотка перемещается подвижным центром анероидной коробки.

## Датчики давлений ДДСИ и ДДДИ

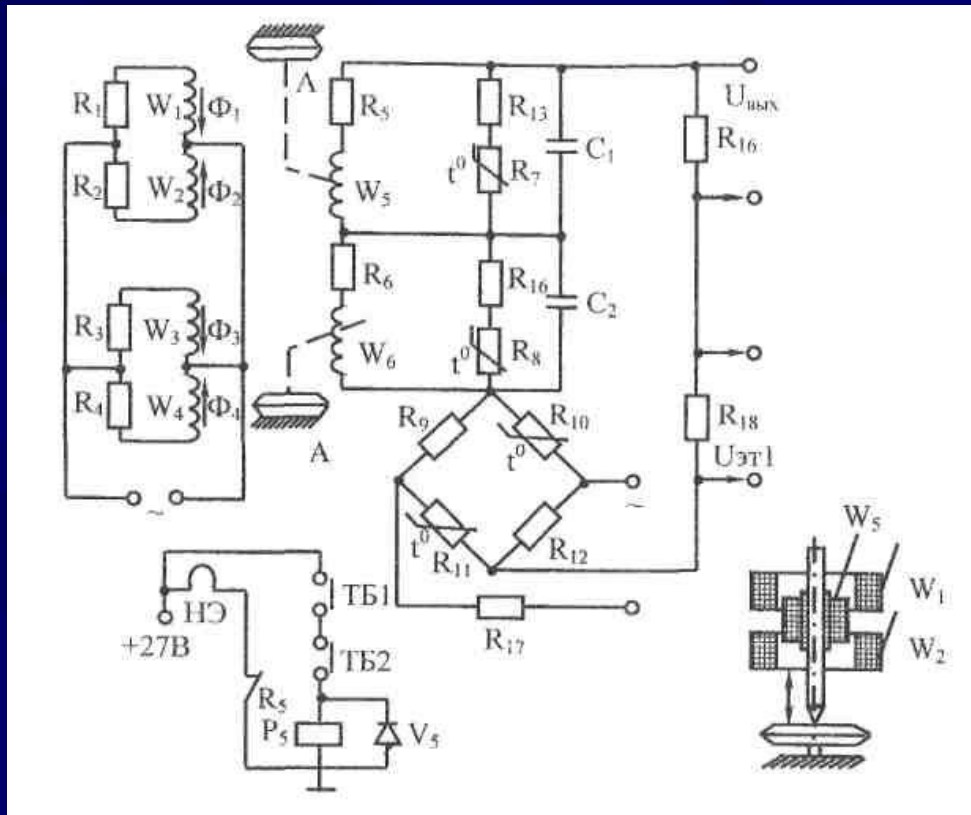


Изменение статического давления  $P_{ст}$  приводит к перемещению подвижных обмоток относительно неподвижных, наводящиеся при этом в подвижных обмотках ЭДС суммируются. На выходе датчика будет сниматься сигнал в виде напряжения  $U_1 = f(\lg 1/P_{ст})$ .

При среднем положении вторичных обмоток их ЭДС равны нулю. Этому положению подвижной системы соответствует максимальное давление

$$P_{ст} = P_{max}$$

## Датчики давлений ДДСИ и ДДДИ



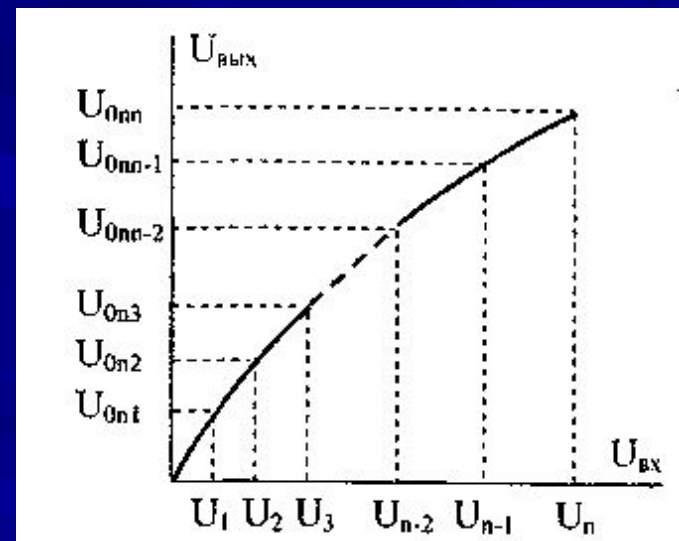
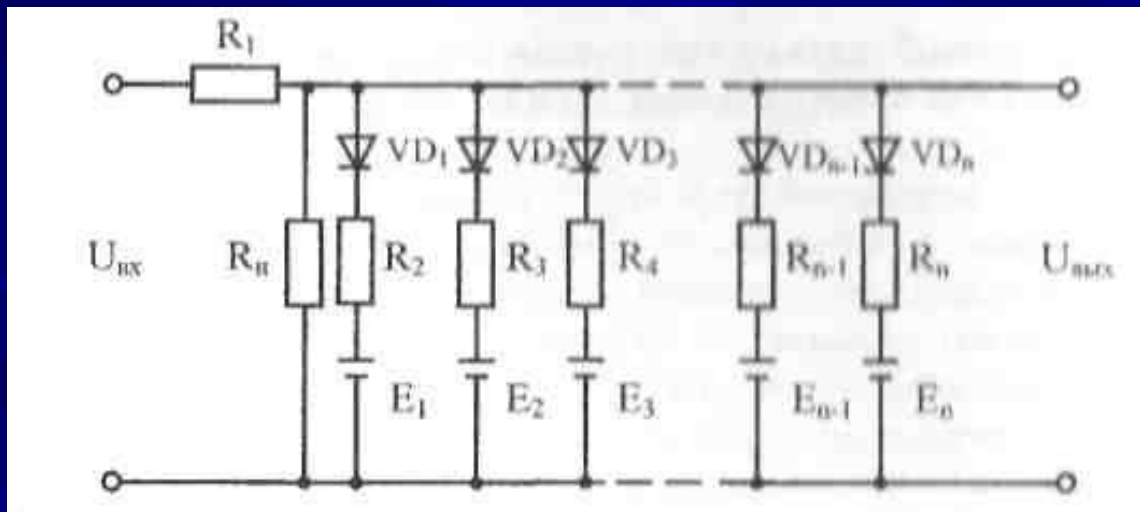
Для уменьшения инструментальных температурных погрешностей датчика в нем с помощью системы термостатирования поддерживается температура  $45 \pm 5^\circ\text{C}$ . Система включает в себя нагревательный элемент НЭ, реле Р5 и биметаллические термоэлементы ТБ1 и ТБ2. Погрешность из-за неточной стабилизации температуры устраняется термокомпенсацией I и II рода.

Смещение нуля выходного сигнала компенсируется мостиковым термокомпенсатором I рода, состоящим из сопротивлений  $R_9 \dots R_{12}$ . Изменение наклона характеристики датчика компенсируется термокомпенсатором II рода с помощью сопротивлений  $R_7, R_8$ .

## Преобразователи нелинейных функций ПНФ

Вычисление выходных параметров вычислителя ВСМВ-1 производится с помощью бесконтактных функциональных преобразователей напряжения ПНФ. Воспроизведение заданной функции осуществляется в них путем кусочно-линейной аппроксимации.

Преобразователи ПНФ состоят из отдельных ячеек, каждая из которых рассчитана на аппроксимацию функции одним отрезком.



## Блоки БНП, БКМЭ, БПУ, БП

### *Блок коррекции БК-ПВД-1*

Служит для вычисления и ввода в *ВСМВ-1* аэродинамических поправок  $H$ ,  $V$  и  $M$ , компенсирующих аэродинамические погрешности измерения  $P_{cm}$  приемниками ПВД. Законы формирования поправок зависят от типа ЛА и приемника ПВД и определяются экспериментально, путем продувок в аэродинамической трубе. Поправки  $V$  и  $M$  задаются как функции числа  $M$ , а  $H$  в рассматриваемой системе аппроксимируется зависимостью:

$$\Delta H = \Delta H(M) - \Delta H(H),$$

где  $\Delta H(M)$  - зависящая от числа  $M$  составляющая поправки, соответствующая ее величине при  $H_a = 0$ ;  $\Delta H(H)$  - составляющая поправки, зависящая от высоты полета.

## Указатели УВО, УСВПк, УМ

### *Указатель высоты УВО-30к*

Работает в комплекте с блоком питания и усиления БПУ-3А и предназначен для выдачи показаний относительной барометрической высоты  $H$ , получаемой от ВСМВ-1.

Указатель выполнен двухстрелочным, как и в механических высотомерах типа ВД. Малая стрелка служит для отсчета километров, а большая - десятков и сотен метров высоты. По двухразрядному счетчику оценивается высота в километрах. Стрелки и счетчик связаны через редуктор с приводным двигателем-генератором ДГ-0,5ТА. Командный индекс на внутренней шкале указывает значение  $H_{зад}$  в соответствии с командами системы радионаведения. С редуктором связана также ось потенциометра обратной связи.

Кремальера указателя УВО-30к служит для ввода давления  $P_3$  уровня начала отсчета барометрической высоты, контролируемого по четырехразрядному счетчику, находящемуся в нижней части шкалы.

## Указатели УВО, УСВПк, УМ

### *Указатель скорости и числа М УСОк*

Работает в комплекте с блоком питания и усиления БПУ-4А. Индикация выходных параметров осуществляется также, как и в механическом указателе истинной скорости и числа М УИСМ - широкая стрелка указателя служит для отсчета числа М, узкая - истинной скорости V. Командный индекс указывает заданное значение, передаваемое системой радионаведения. Следящие системы каналов аналогичны системам указателя УВО-30к. Подсвет шкалы также обеспечивается двумя лампами.

### *Корректор КЗВ*

Работает в комплекте с блоком сигнала готовности БСГ и не связан с остальными блоками СВС. Он выдает сигналы в виде напряжения постоянного и переменного тока частотой 400 Гц, пропорциональные отклонению ЛА от заданной высоты полета. КЗВ может работать в режимах обнуления и коррекции.

## 4. Особенности технического обслуживания аналоговых СВС

Для проверки работоспособности СВС перед установкой на ЛА и при различных видах технического обслуживания используются системы встроенного контроля.

На самолете возможна полная проверка (при отключении датчиков давлений от ПВД) и частичная проверка точности (без отключения датчиков).

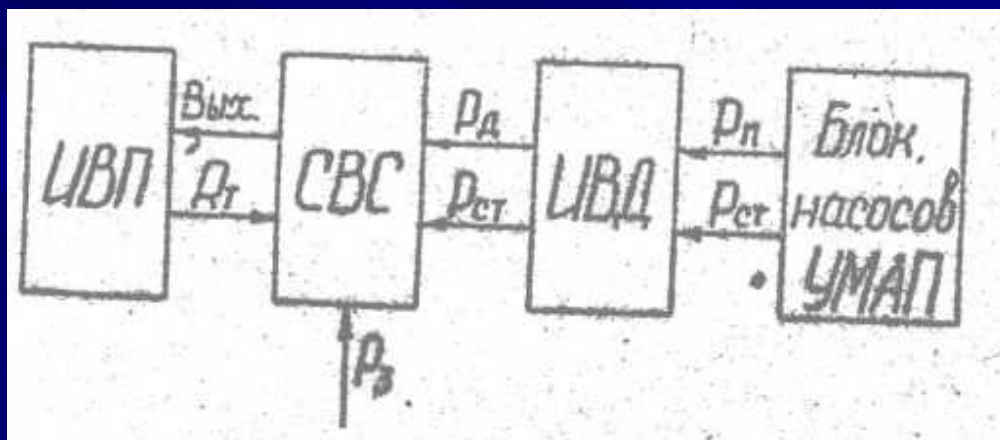
Полная проверка СВС осуществляется с помощью **аппаратуры проверки АП-СВС-2**, которая применяется для проверки всех систем СВС (за исключением цифровых) и централей ЦСВ всех типов.

Эта установка позволяет в лабораторных условиях произвести полную проверку как всей системы в целом, так и указателей в отдельности. Полная проверка включает: внешний осмотр, проверку сопротивления изоляции электрических цепей блоков системы, проверку герметичности систем статического и полного давлений, проверку системы с помощью встроенного контроля, проверку точности измерения системы.



## 4. Особенности технического обслуживания аналоговых СВС

В комплект аппаратуры АП-СВС-2 входят: измеритель воздушных давлений *ИВД* (такой же, как и в установке контроля анероидно-манометрических приборов УКАМП), измеритель выходных параметров *ИВП*, блок насосов *УМАП-М* и монтажные кабели.



Контроль напряжений в цепях питания и измерение выходных сигналов осуществляет измеритель выходных параметров *ИВП*.