

---

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

**Тема № 10. Электрические приборы контроля работы силовых установок**  
**и систем летательного аппарата**

**Лекция № 6. Приборы и системы контроля работы силовых установок**

## **Учебные цели занятия**

### **Знать:**

- параметры силовых установок, агрегатов и систем контролируемых на ЛА;
- принципы работы приборов и систем для измерения температуры газов за турбиной двигателя;
- работу приборов контроля состояния масляных систем двигателя.

*Отводимое время на занятие 90 минут*

## **Учебные вопросы занятия**

- 1. Контролируемые параметры силовых установок, агрегатов и систем ЛА.**
- 2. Принцип работы приборов и систем для измерения температуры газов за турбиной двигателя.**
- 3. Приборы контроля состояния масляных систем двигателя.**

## **Литература на самоподготовку**

- 1. В.Д. Константинов, И.Г. Уфимцев, Н.В. Козлов "Авиационное оборудование самолётов" стр. 119-148.**
- 2. Ю. П. Доброленский "Авиационное оборудование" стр. 82-88.**
- 3. А.С. Тырченко, Н.Н. Точиллов, М.М. Ногас, В.М. Блувштейн "Авиационное оборудование вертолётов" стр. 254-282.**
- 4. В.В. Глухов, И.М. Синдеев, М.М. Шемаханов "Авиационное и радиоэлектронное оборудование ЛА." стр. 46-76.**

## **ВОПРОС 1**

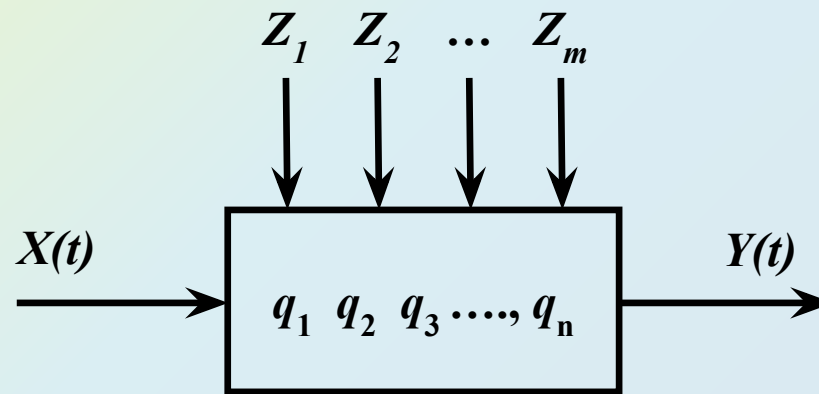
**Контролируемые параметры силовых установок, агрегатов и систем ЛА**

Параметр	Обозначение	Применяемый измеритель
Частота вращения об/мин	$n$	
Температура в двигателе		
перед турбиной	$T_3$	
за турбиной	$T_4$	
масла	$T_M$	
воздуха	$T_B$	
топлива	$T_T$	
Давление в двигателе, Па:		
топлива	$P_T$	
масла	$P_M$	
за компрессором	$P_K$	
в воздухозаборнике	$P_{\text{ПР}}$	
Перепад давл. на турбине, Па	$\varepsilon_T$	
Отношение давл. на входе в двигатель и за турбиной двигателя	$\pi$	
Расход топлива, кг/ч:		
основного	$Q_T$	
форсажного	$Q_{\text{Ф}}$	
Количество топлива в баках:		
объёмного, м <sup>3</sup>	$V_T$	
массовые, кг	$M_T$	
Амплитуды вибрации, мм	$a_B$	
Частота вибрации, Гц	$f_B$	
Скорость вибрации, мм/с	$v_B$	

Приборы контроля силовых установок предназначены для измерения и индикации параметров, характеризующих режимы работы силовых установок, управления и стабилизации этих режимов и сигнализации аварийных состояний.

Обобщённое функциональное выражение прибора контроля параметров силовых установок можно представить в виде

$$Y(t) = F(Z, Q, X(t))$$



Упрощённая структурная схема прибора

## **ВОПРОС 2**

**Принцип работы приборов и систем для измерения температуры газов за турбиной двигателя**

Передача тепла ЧЭ происходит либо путём **теплопроводности** при измерении температуры твёрдых тел, либо **конвекции** при измерении температуры жидких или газообразных сред.

Терморезисторные термометры основаны на свойстве металлических и полупроводниковых терморезисторов, изменять своё сопротивление в зависимости от температуры

Для металлических терморезисторов зависимость сопротивления  $R$  от измеряемой температуры  $T$  в определённом интервале значений является линейной функцией:

$$R = R_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$$

где,  $R_0$  – сопротивление терморезистора при температуре  $T_0$ ;  
 $\alpha$  – температурный коэффициент сопротивления

Металл	<i>Ni</i>	<i>Al</i>	<i>Cu</i>	<i>Ag</i>	<i>Au</i>	<i>Pl</i>	
$\alpha$ , град <sup>-1</sup>	0,0067		0,0044	0,0043	0,0041	0,004	0,0039

Для полупроводниковых терморезисторов (термисторов) функция сопротивления  $R$  от температуры описывается нелинейной зависимостью:

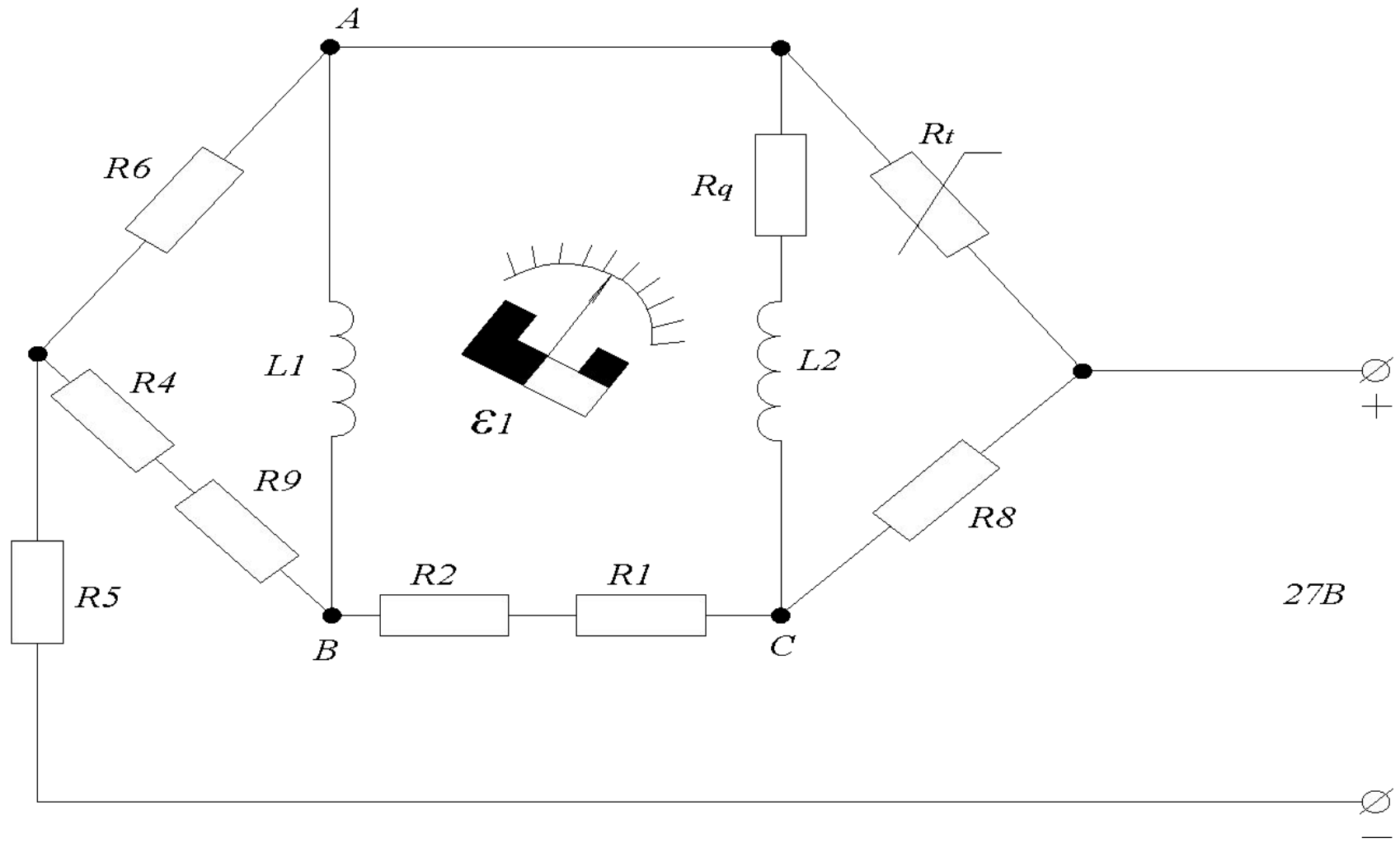
$$R = A e^{B/T}$$

$A$ ,  $B$  – постоянные, характеризующие свойства материала термистора;  $T$  – температура

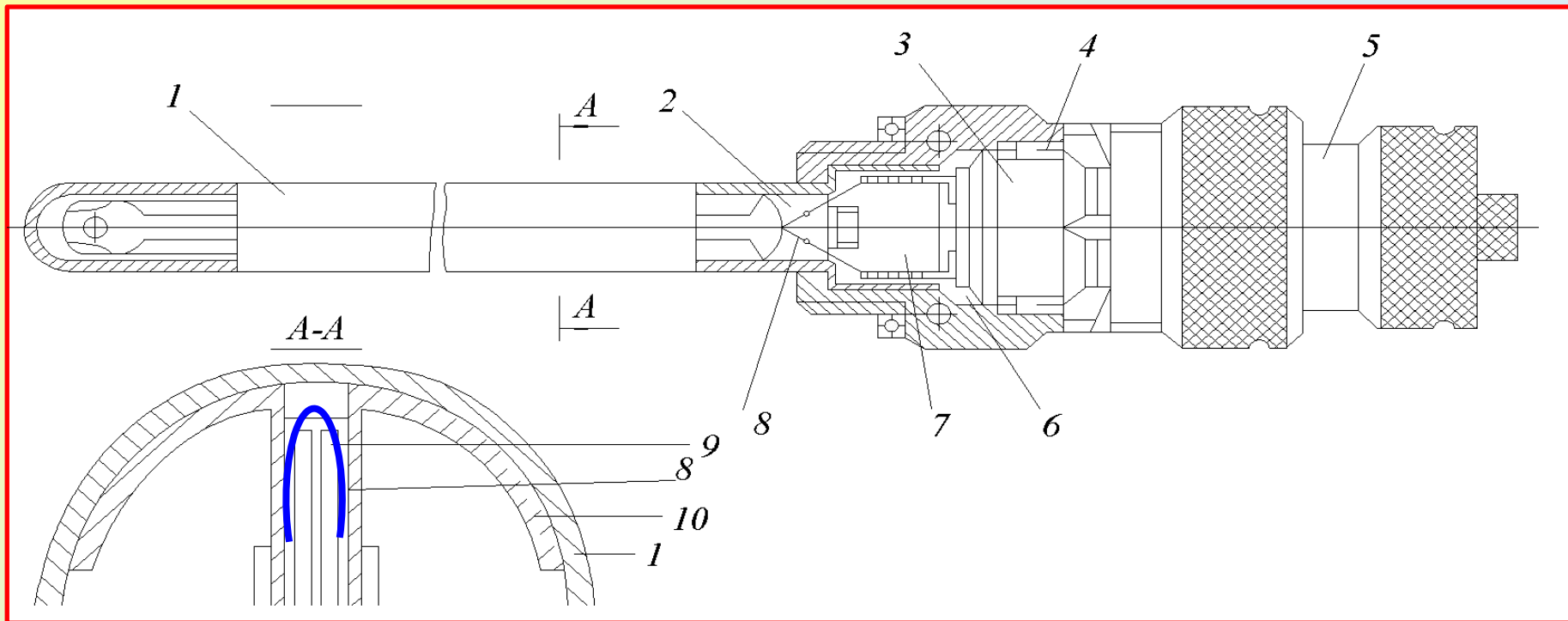


# Термометр типа ТЭУ

Термометр Электрический Унифицированный предназначен для измерения температуры масла, воды и воздуха в диапазоне от  $-70$  до  $150^{\circ}\text{C}$ .



## Конструкция термодатчика

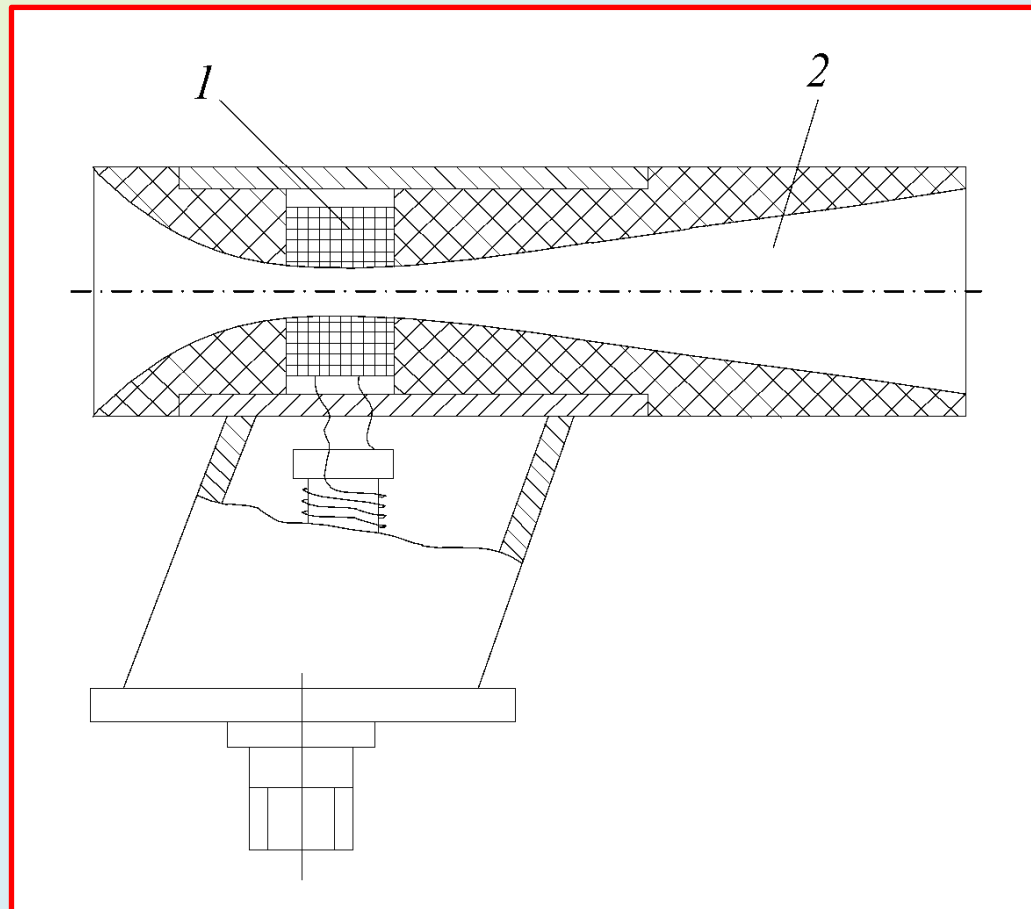


### Основные части термодатчика:

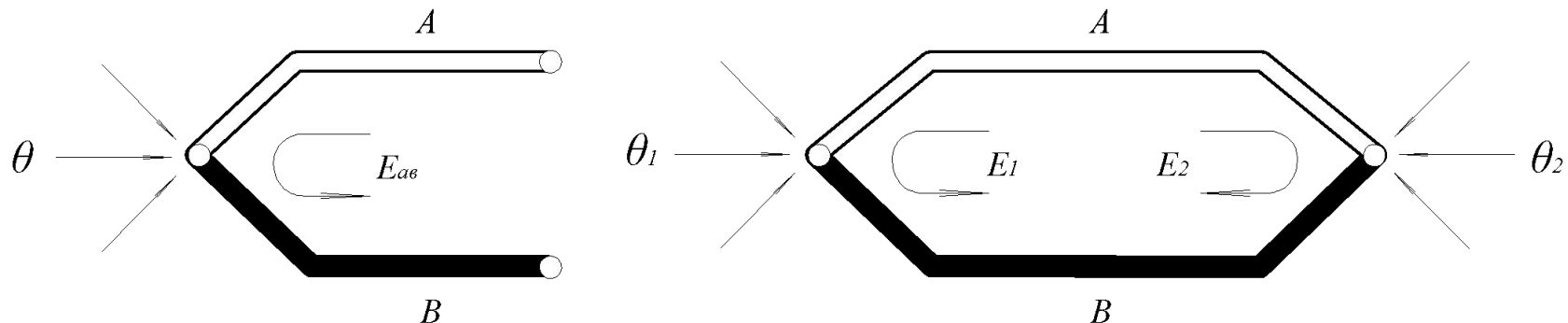
теплочувствительный элемент; корпус (1); штепсельный разъём (5).

Теплочувствительный элемент представляет собой тонкую ( $d = 0,05$  мм) никелевую проволоку (8), намотанную на слюдяную пластину (9). Для изоляции никелевую обмотку закрывают с обеих сторон так же слюдяными пластинами. Для улучшения теплообмена между никелевой проволокой и окружающей средой применяют теплопроводящие прокладки (10) из серебра.

## Конструкция датчика типа ТНВ



$$T = T_T / 0,978 (1 - 0,2 M^2)$$



### Термопары с одним и двумя спаями

Для термопары термо-э.д.с. равна алгебраической сумме разностей потенциалов всех спаев. В термопаре, имеющей два спая, термо-э.д.с.

$$E_{AB} = (\varphi_A - \varphi_B) + (\varphi_B - \varphi_A) = f(T_1) - f(T_2)$$

где,  $\varphi_A$  и  $\varphi_B$  – потенциалы проводников  $A$  и  $B$  соответственно;

$T_1$  – температура исследуемой среды или температура горячего спая;

$T_2$  – температура окружающей среды или температура холодного спая.

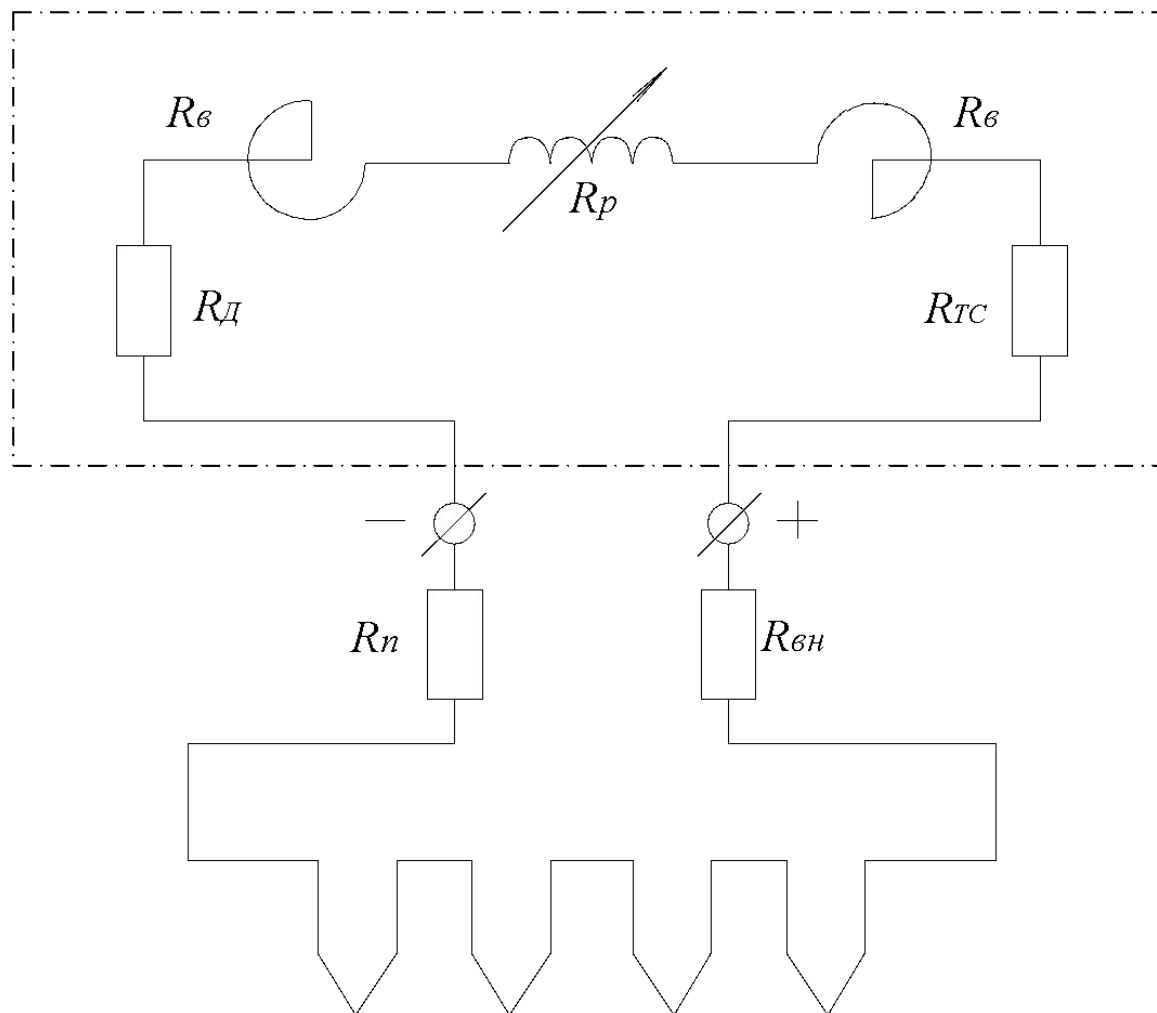
Для многих металлов возможна аппроксимация предыдущего выражения

$$E_{AB} = k(T_1 - T_2)$$

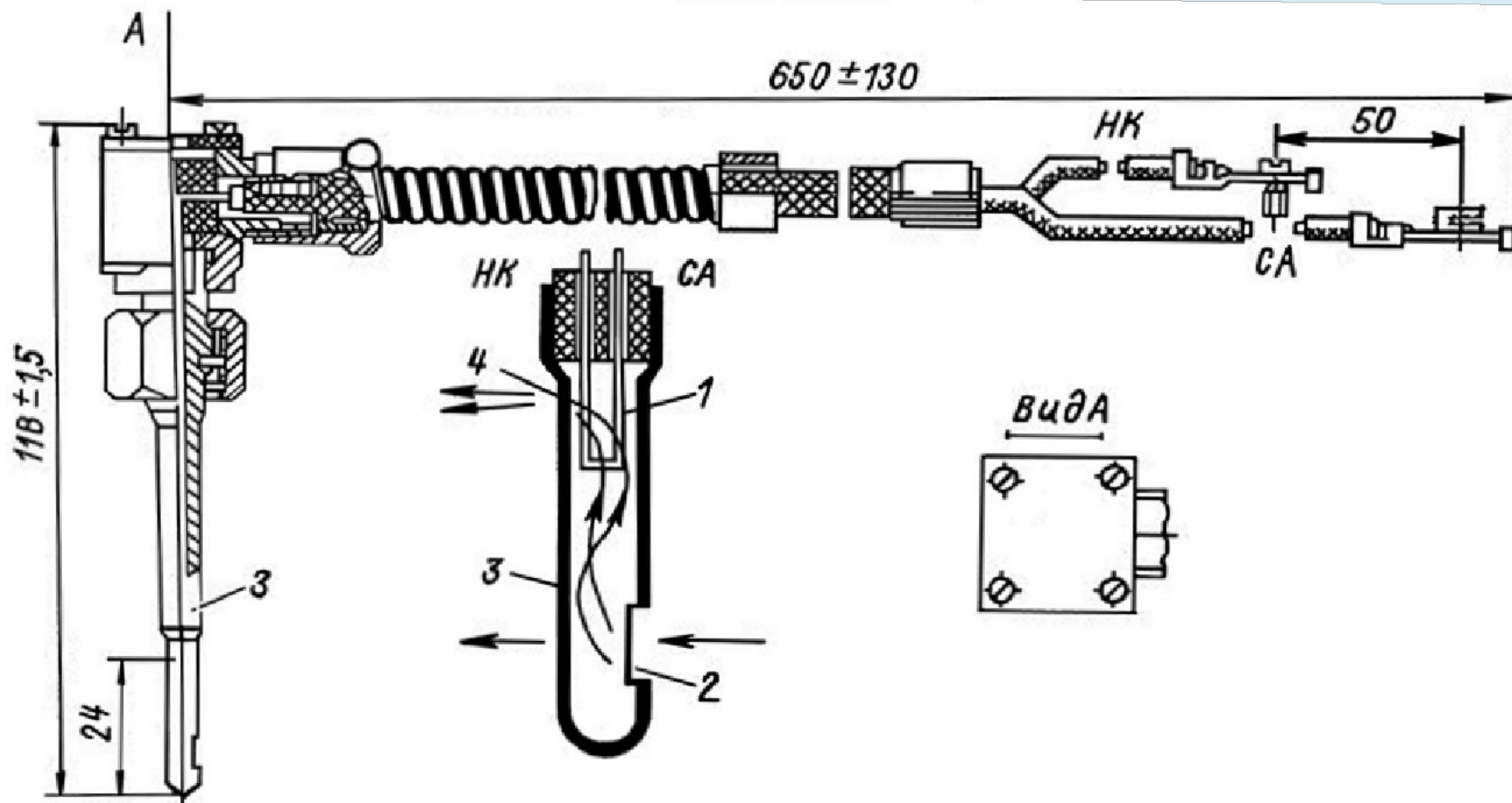
где,  $k$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от материалов термопары.

# Термопары НК-СА

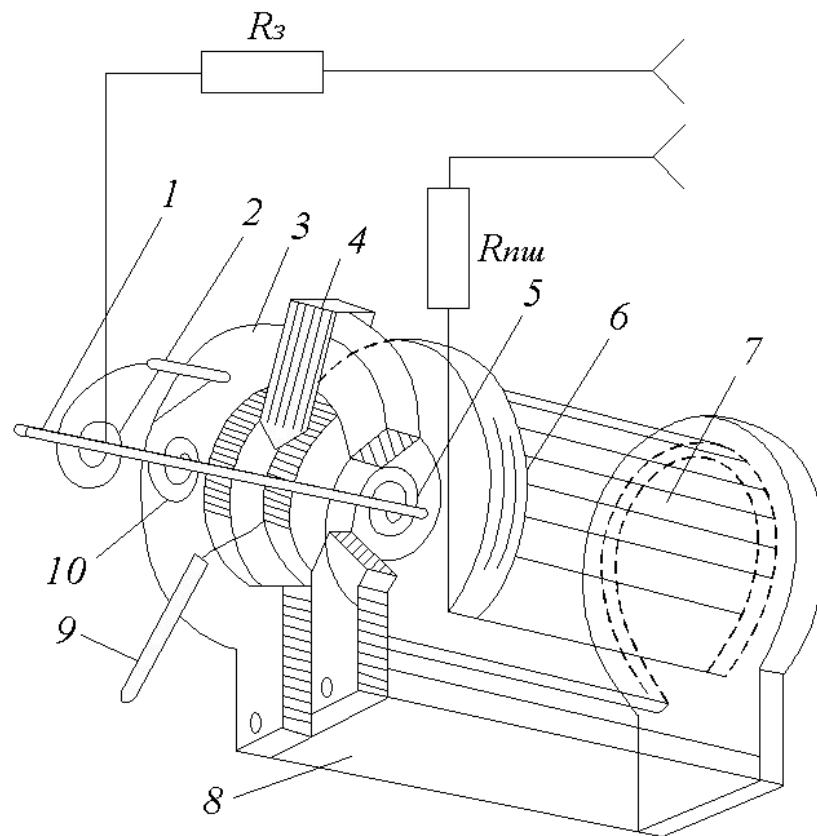
(никель – кобальтовый сплав – специальный алюмель)



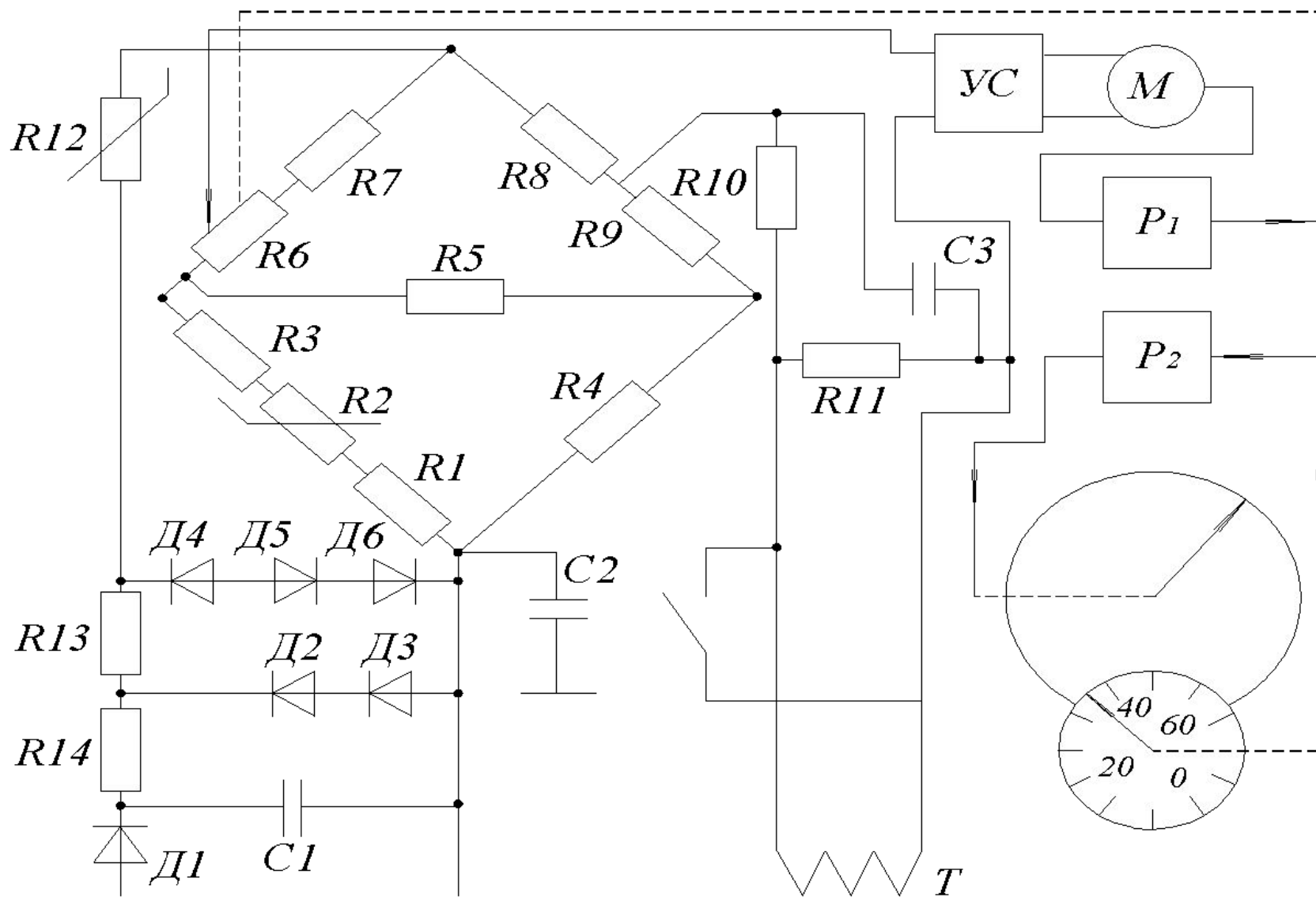
# Конструкция датчика-термометра (ТВГ) с термопарой



## Указатель термометра типа ТВГ



# Схема термометра, основанного на компенсационном методе измерений

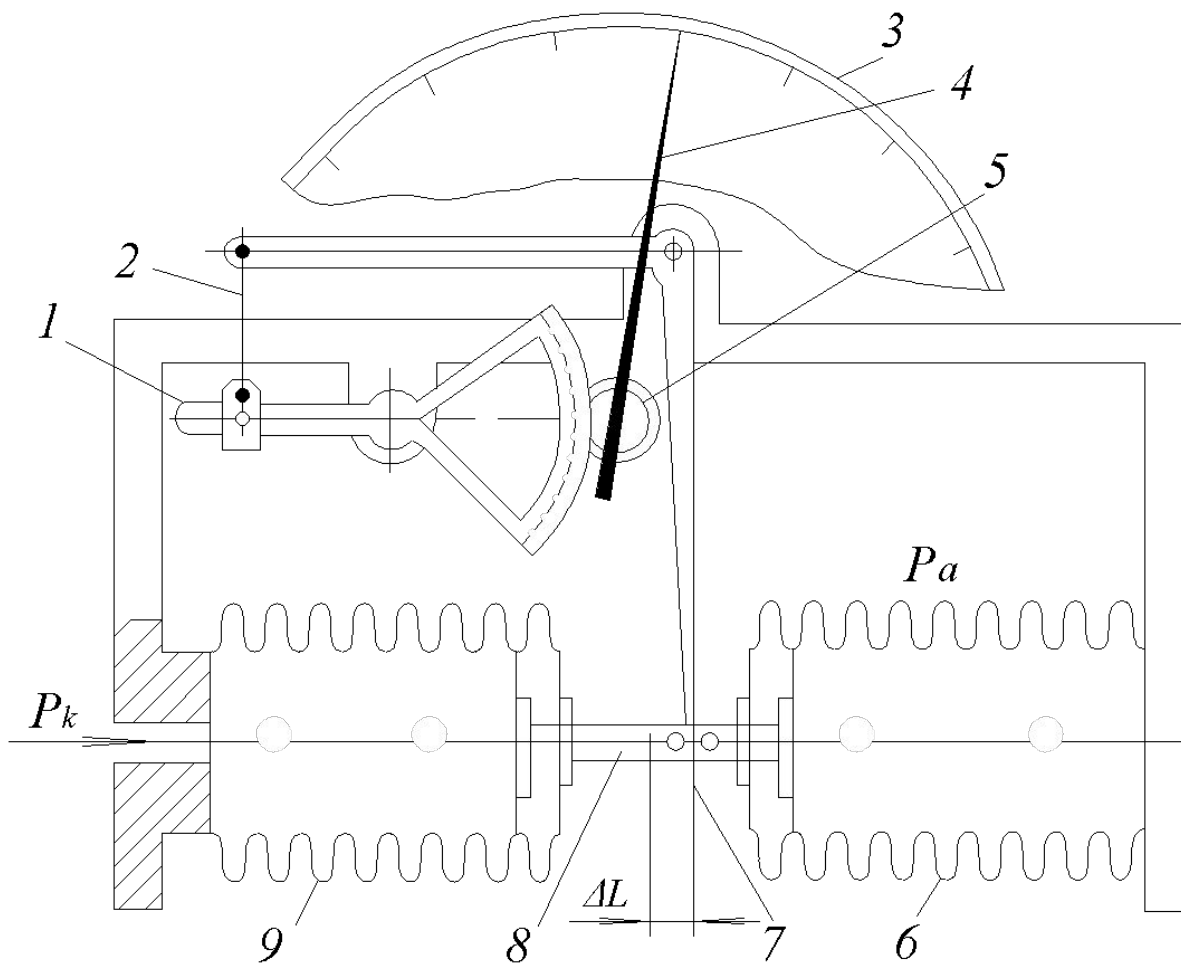




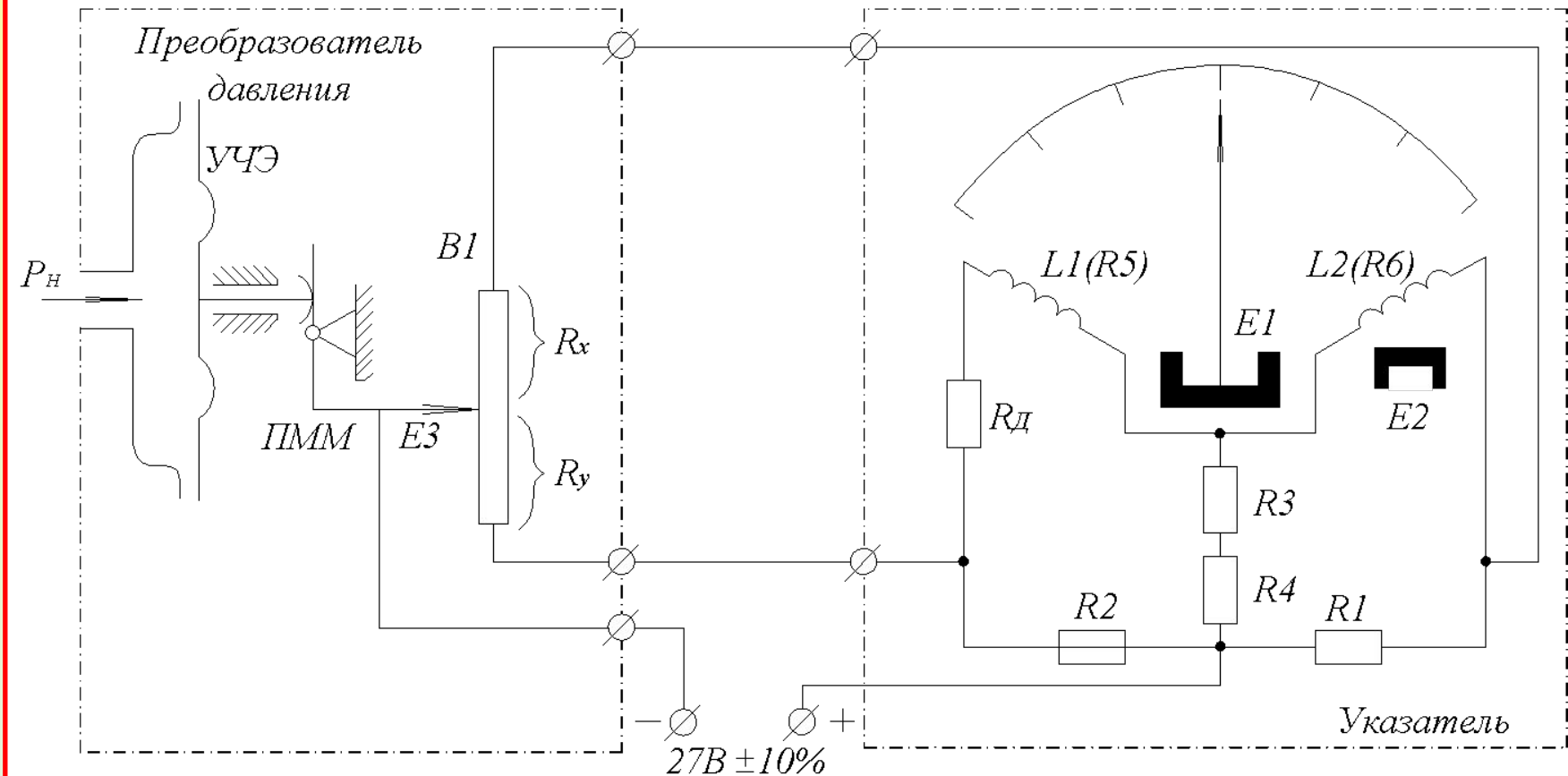
## **ВОПРОС 3**

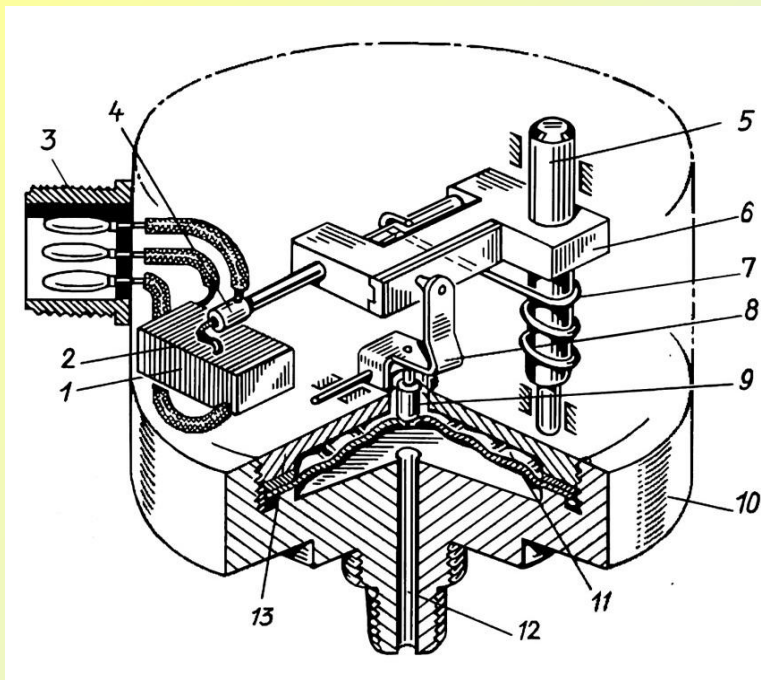
**Приборы контроля состояния масляных  
систем двигателя**

# Устройство мановакуумметра

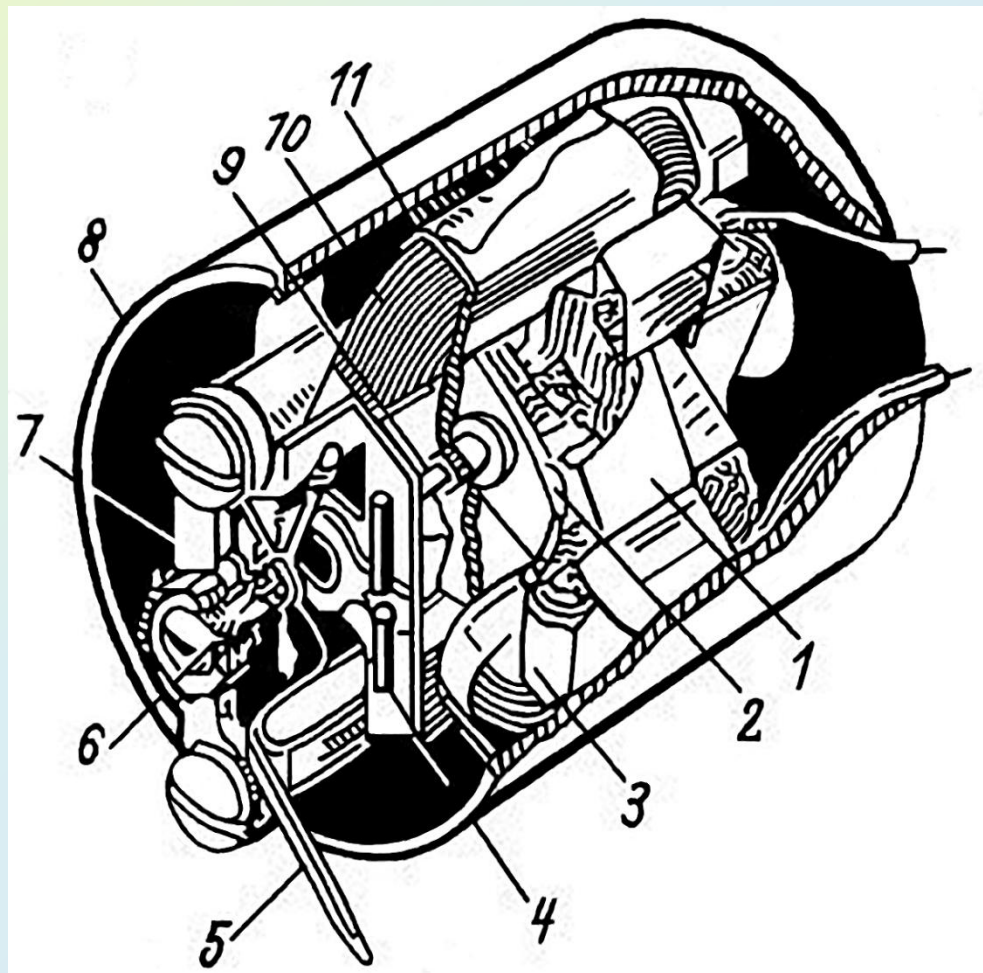


# Схема манометра типа ЭДМУ (Электрический дистанционный манометр унифицированный)



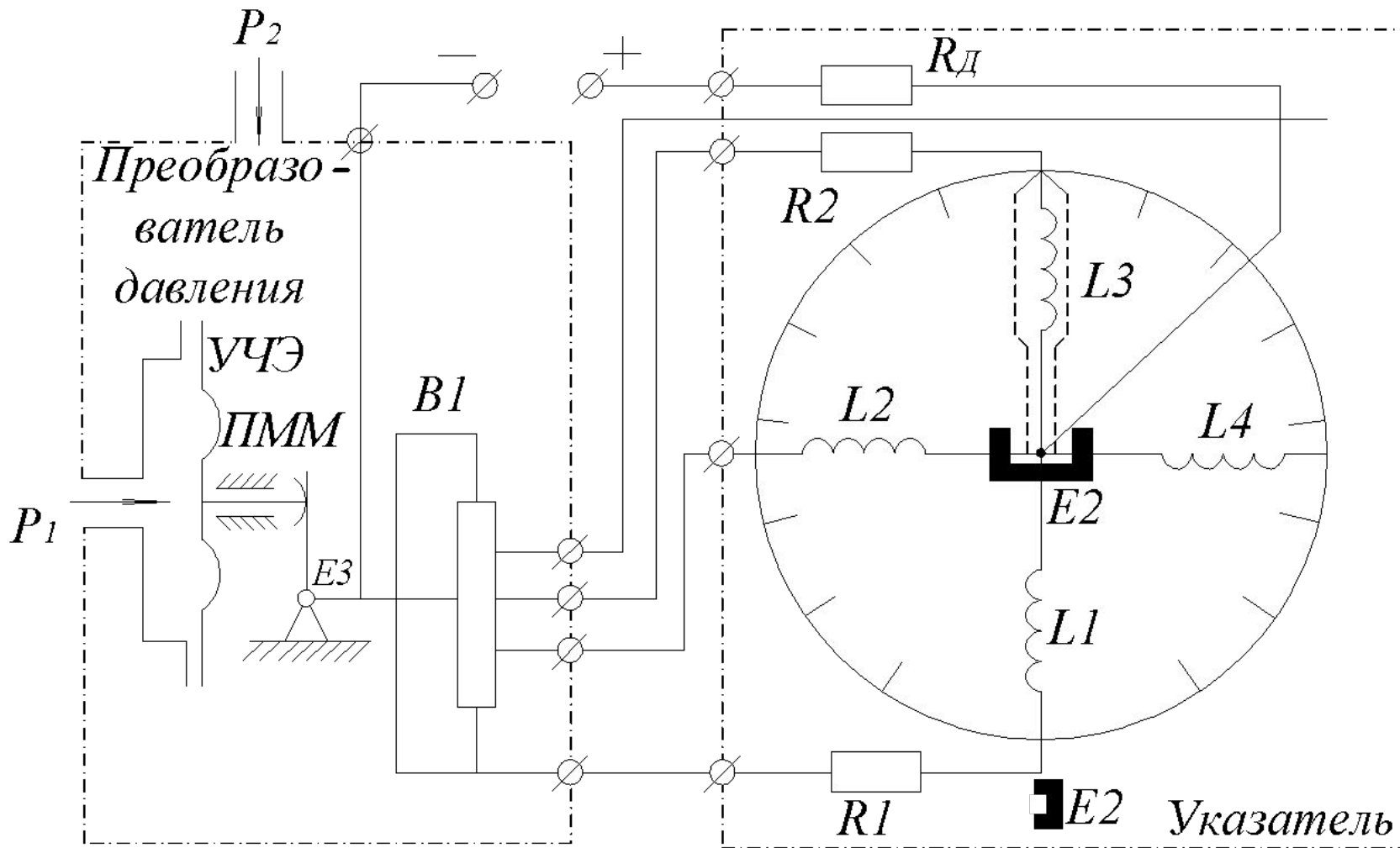


**Кинематическая схема преобразователя давления**

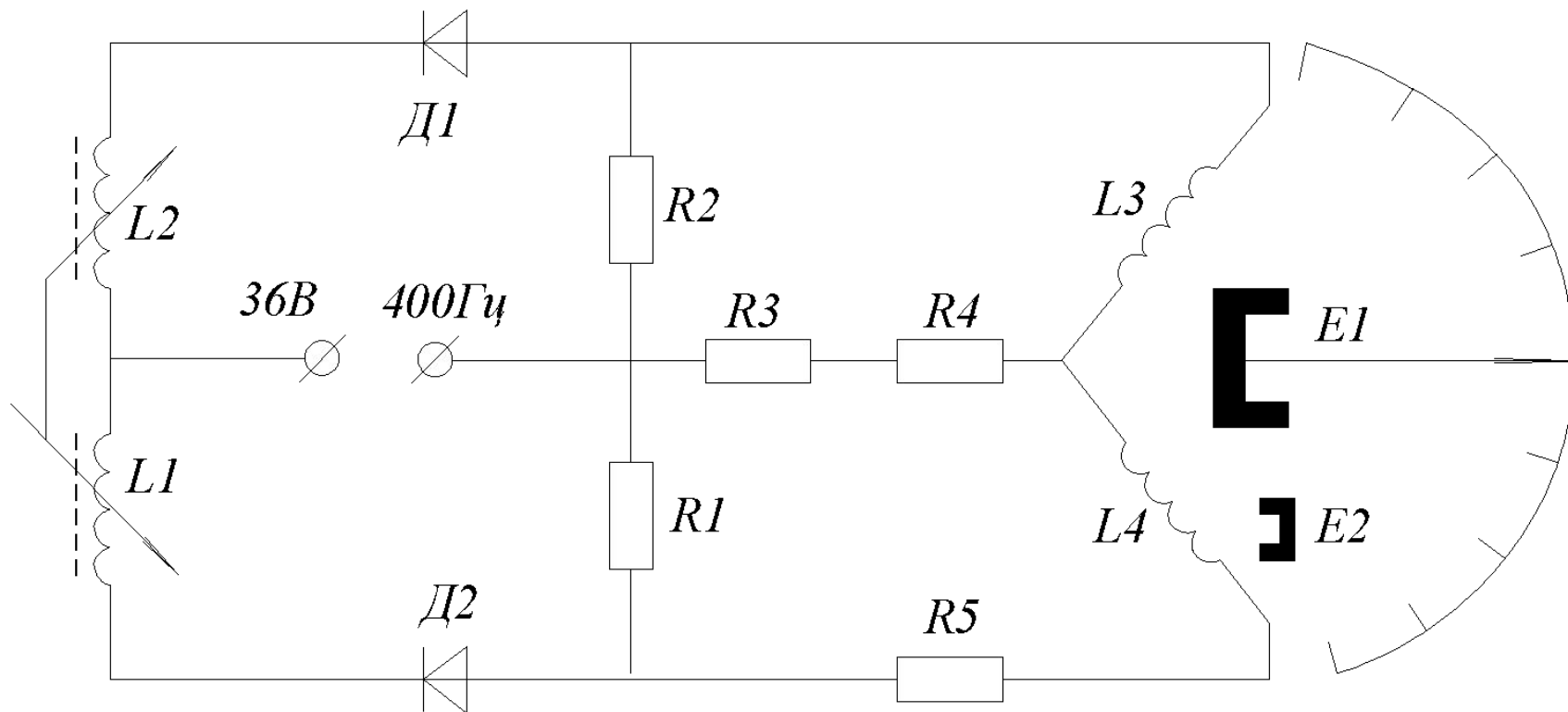


**Конструкция логометра ЭДМУ**

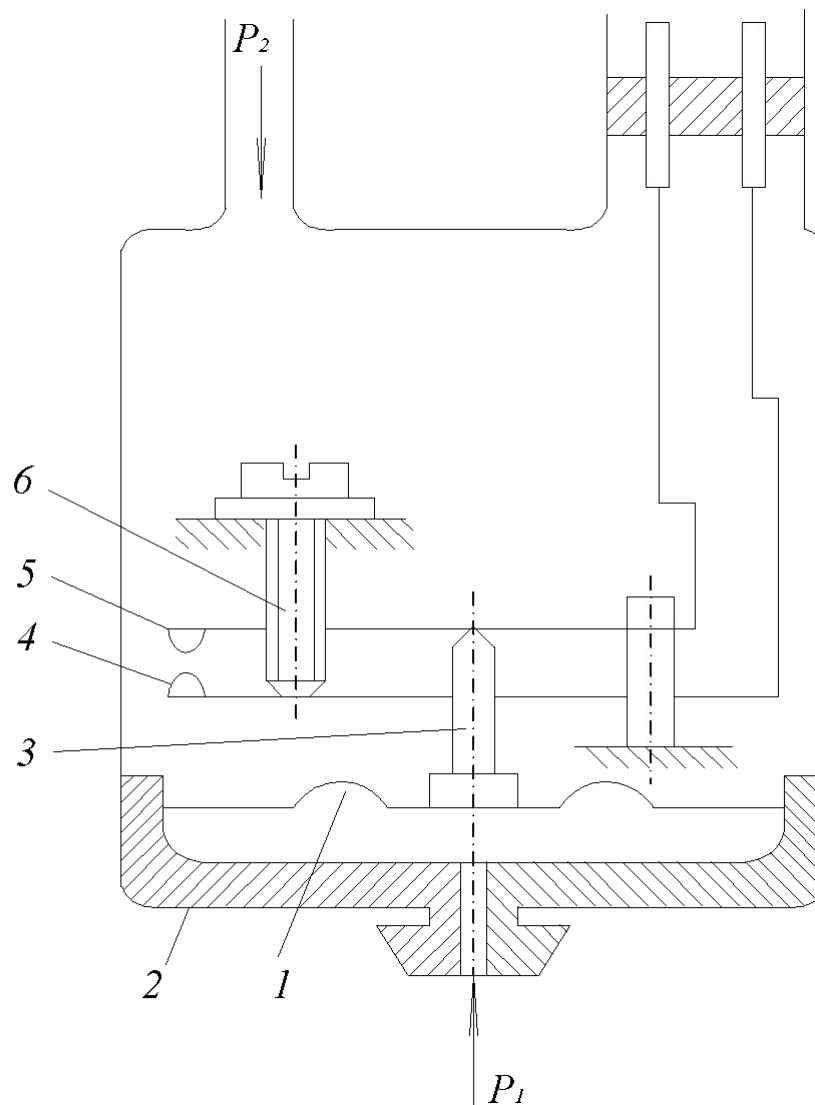
# Схема манометра типа ЭМ



# Схема манометра типа ДИМ (дистанционный индуктивный манометр)



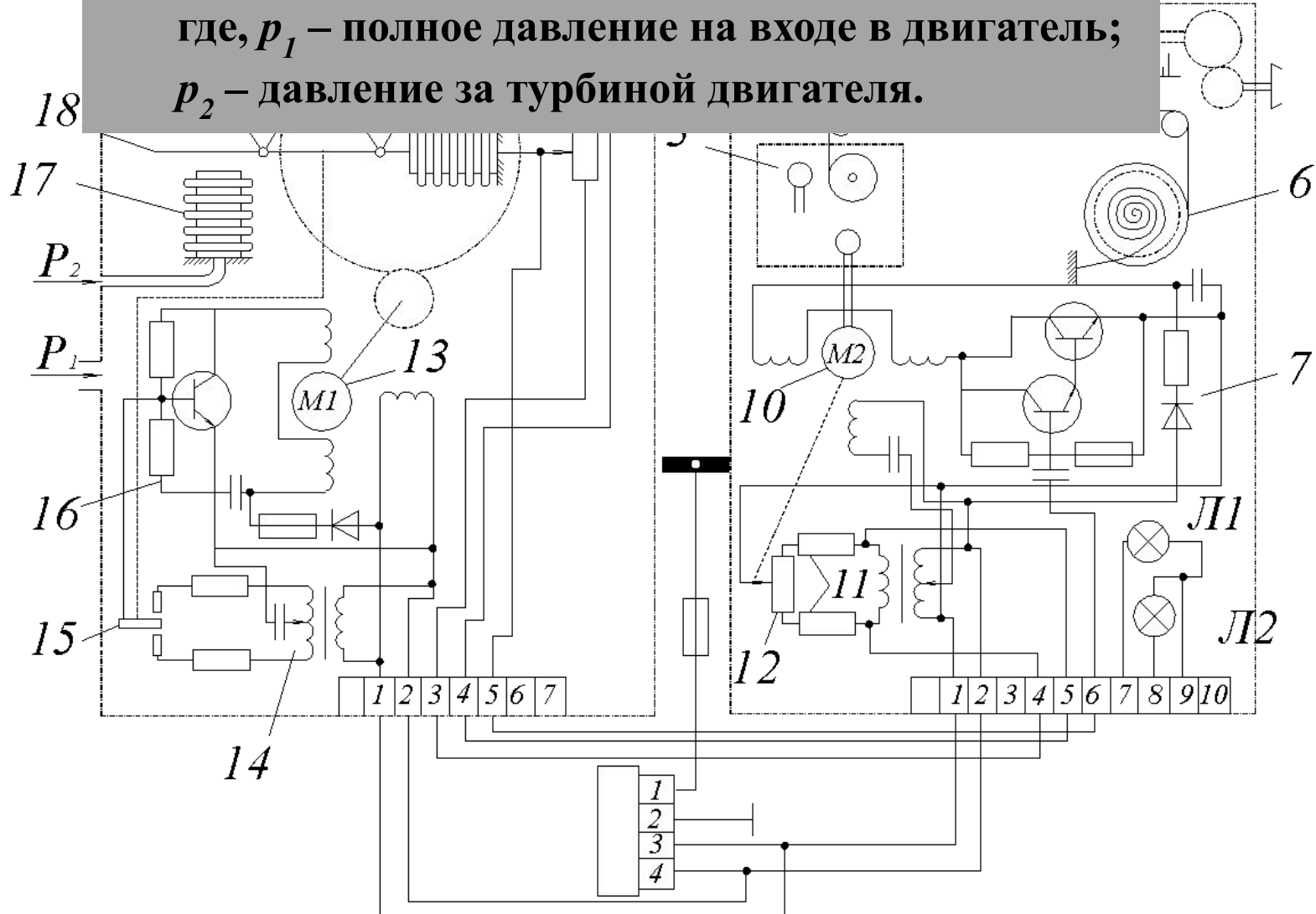
# Схема сигнализатора давления



# Схема измерителя отношения давлений типа ИОД

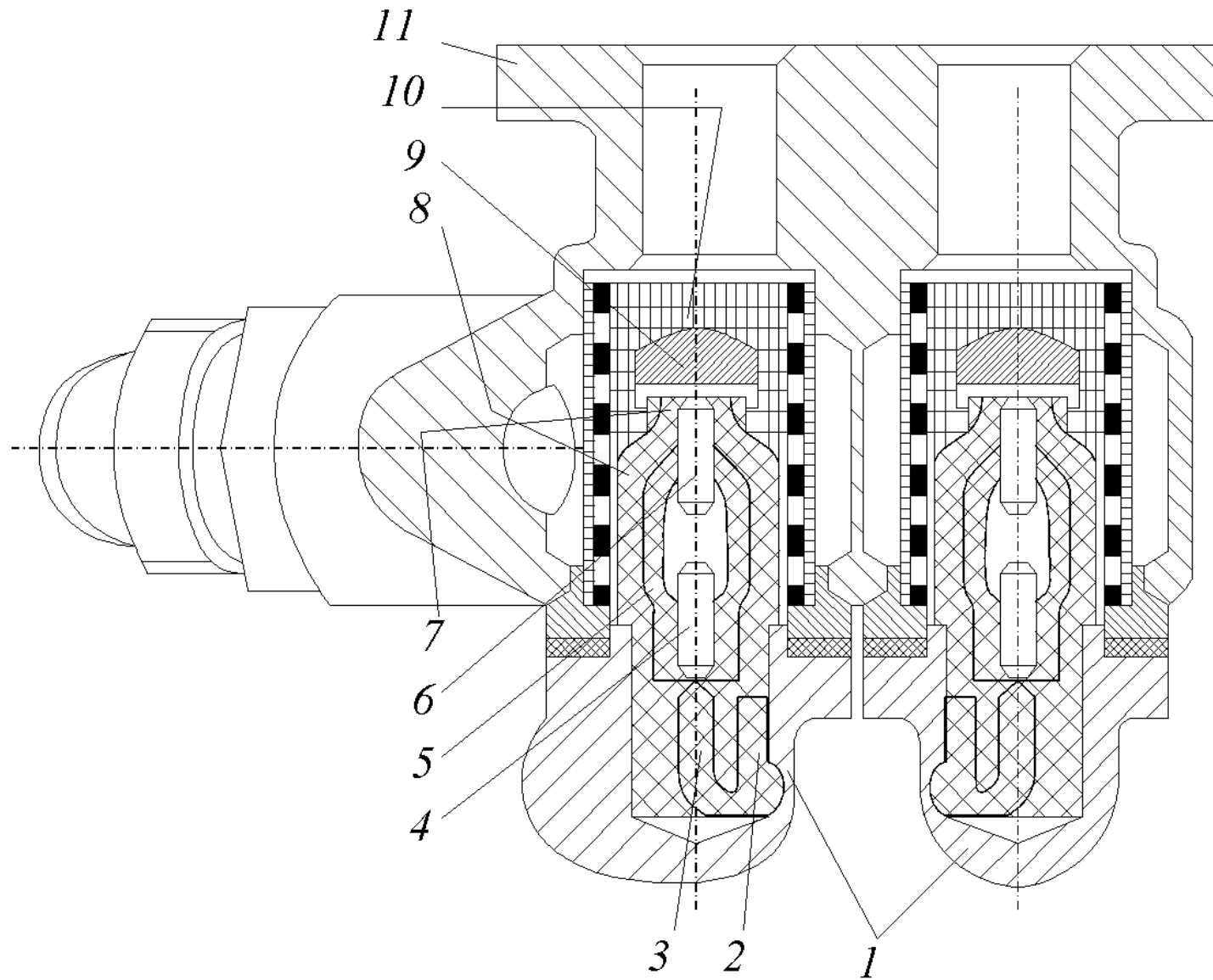
$$\pi = p_2 / p_1$$

где,  $p_1$  – полное давление на входе в двигатель;  
 $p_2$  – давление за турбиной двигателя.





# Конструкция маслофильтра



## **Вопросы на самостоятельную подготовку**

- 1. Контролируемые параметры силовых установок, агрегатов и систем ЛА.**
- 2. Принцип работы термометра типа ТЭУ.**
- 3. Принцип работы термодатчика.**
- 4. Принцип работы ТНВ.**
- 5. Принцип работы термоэлектрических термометров.**
- 6. Принцип действия магнитоэлектрического гальванометра**
- 7. Приборы контроля состояния масляных систем двигателя.**