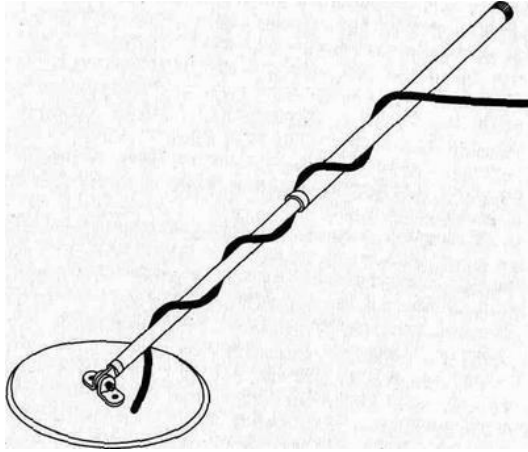


Металлоискатель по принципу «прием-передача»

Схемы датчиков



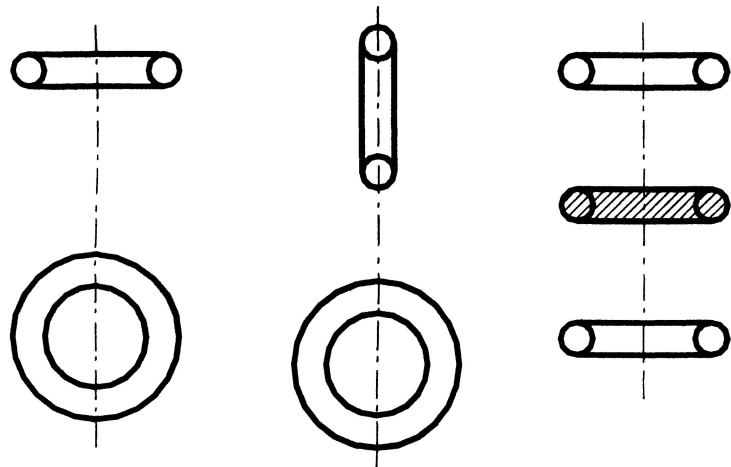
- Термины "передача-прием" и "отраженный сигнал" в различных поисковых приборах ассоциируются с методами типа импульсной эхо- и радиолокации

В металлоискателях рассматриваемого типа как передаваемый сигнал (излучаемый), так и принимаемый сигнал (отраженный) являются непрерывными, они существуют одновременно и совпадают по частоте.

Принцип действия металлоискателей типа "передача-прием"

- Регистрация отраженного сигнала (переизлученного) металлическим предметом (мишенью), возникающего вследствие воздействия на мишень переменного магнитного поля передающей (излучающей) катушки металлоискателя
 - Прибор данного типа подразумевает наличие как минимум двух катушек, одна из которых является передающей, а другая приемной
 - Проблема металлоискателей данного типа
 - Выбор взаимного расположения катушек, при котором магнитное поле излучающей катушки в отсутствие посторонних металлических предметов наводит нулевой сигнал в приемной катушке
- Появление вблизи катушек мишени приведет к появлению сигнала в виде переменной Э.Д.С. в приемной катушке.

Схемы датчиков



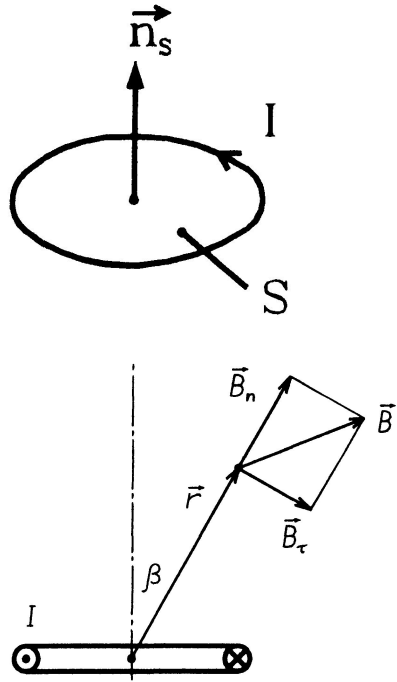
- Простые:
- - с перпендикулярными осями
- - со скрещивающимися осями
- Более сложные:
- - с одной передающей и двумя приемными, включенными встречно по сигналу, наводимому излучающей катушкой

Схемы датчиков



- С компланарным расположением катушек
- - суммарный поток вектора магнитной индукции через поверхность приемной катушки равняется нулю
- - суммарная э.д.с., наводимая на половинки витков приемной катушки, расположенные в одном крыле «восьмерки», компенсирует аналогичную суммарную э.д.с., наводимую в другом крыле «восьмерки»
- - наводимая в приемной катушке э.д.с. Компенсируется специальным трансформаторным устройством, отбирающим часть сигнала излучающей катушки

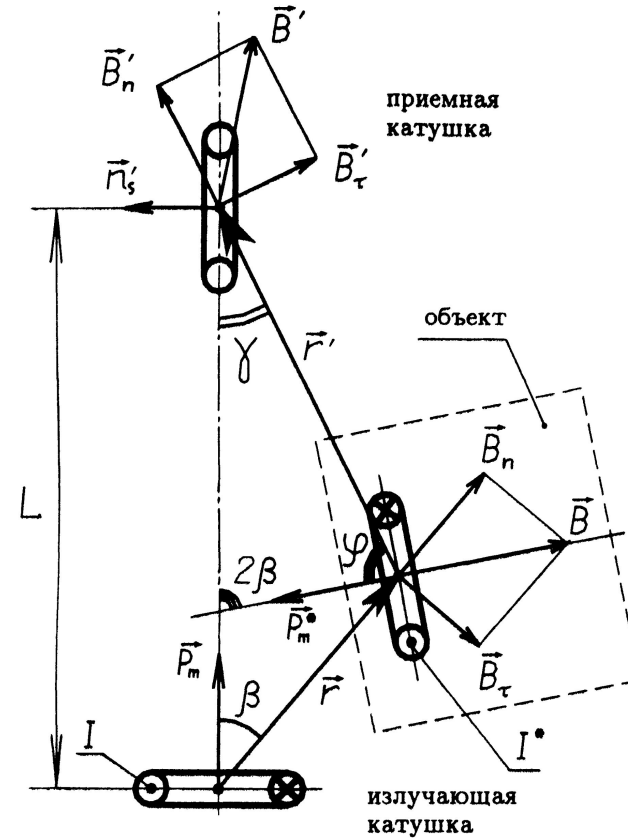
Система катушек с перпендикулярными осями



$$\vec{P}_m = I \cdot S \cdot \vec{n}_s$$

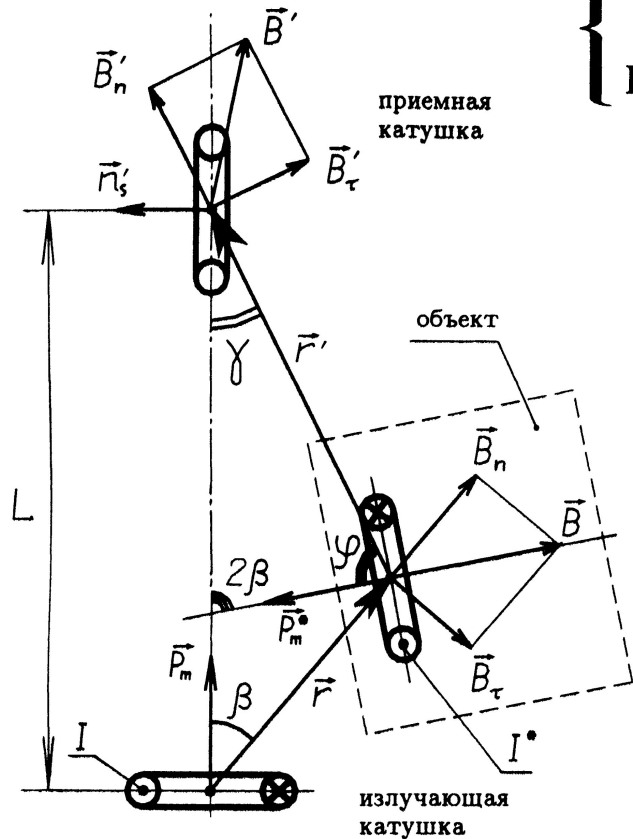
$$\begin{cases} B_n = (\mu_0 / (2\pi)) \cdot (P_m / r^3) \cdot \cos\beta \\ B_\tau = (\mu_0 / (2\pi)) \cdot (P_m / r^3) \cdot \sin\beta \\ B = (\mu_0 / (2\pi)) \cdot (P_m / r^3), \end{cases}$$

полага $r \gg \sqrt{S}$
я



Система катушек с перпендикулярными

ОСЯМИ



$$\begin{cases} r \gg \sqrt{S} \\ L \gg \sqrt{S} \end{cases}$$

P_m зависит от:

- размеров проводящего объекта
- проводимости
- индукции поля в точке расположения объекта

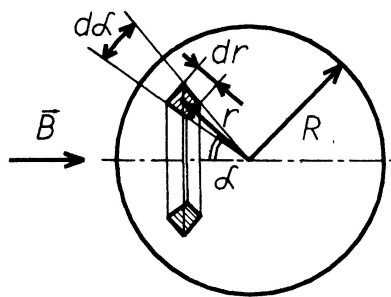
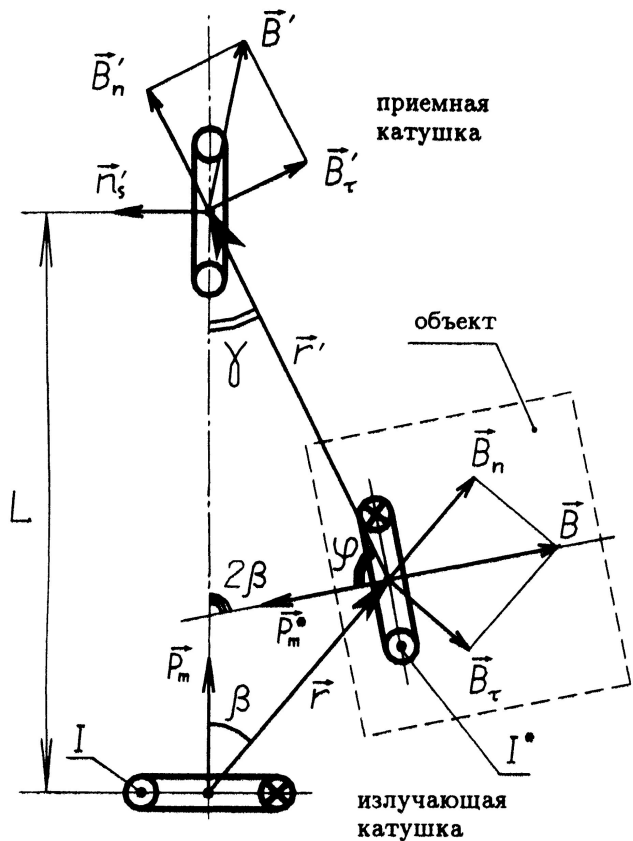
$U_0 \sim B_0$ частоты излучаемого поля

$$B_0 = B_n' \cdot \sin \gamma - B_\tau' \cdot \cos \gamma$$

$$\begin{cases} B_n' = (\mu_0 / (2\pi)) \cdot (P_m^* / r'^3) \cdot \cos \varphi \\ B_\tau' = (\mu_0 / (2\pi)) \cdot (P_m^* / r'^3) \cdot \sin \varphi \end{cases}$$

$$B_0 = (\mu_0 / (2\pi)) \cdot (P_m^* / r'^3) \cdot \sin [2 \cdot (\gamma + \beta)]$$

Система катушек с перпендикулярными осями



$$P_m^* = \int d P_m^*$$

$$P_m^* = (2\pi/15) \cdot \rho \cdot (BR^5/\rho)$$

B - индукция магнитного поля,

ρ - оператор Лапласа,

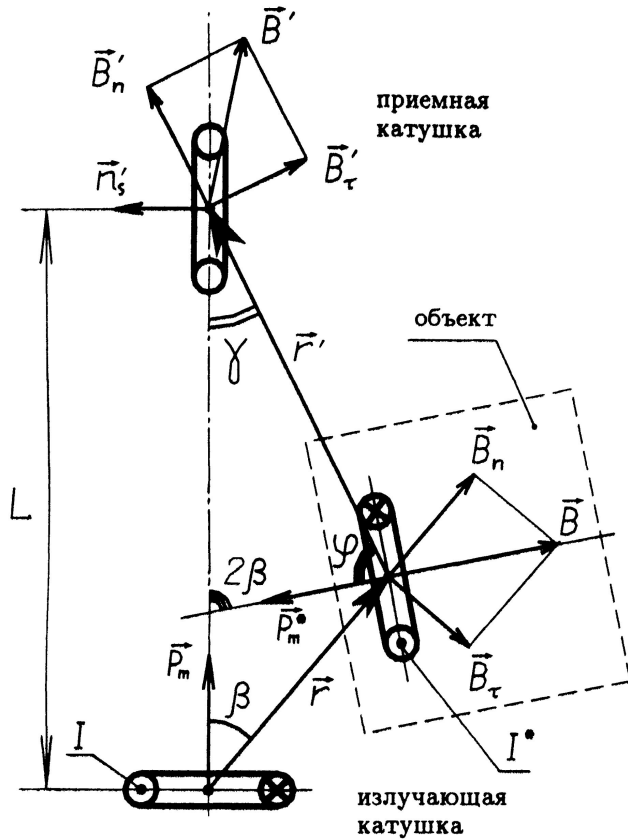
ρ - удельное сопротивление материала объекта,

R - радиус шара.

$$P_m^* = K_1 \cdot B$$

$$K_1 = (2\pi/15) \cdot \rho \cdot (R^5/\rho)$$

Система катушек с перпендикулярными осями



$$\mathbf{B}'_{\text{внутр}} \approx \mathbf{P}_m^* \mu_0 / (2\pi R^3)$$

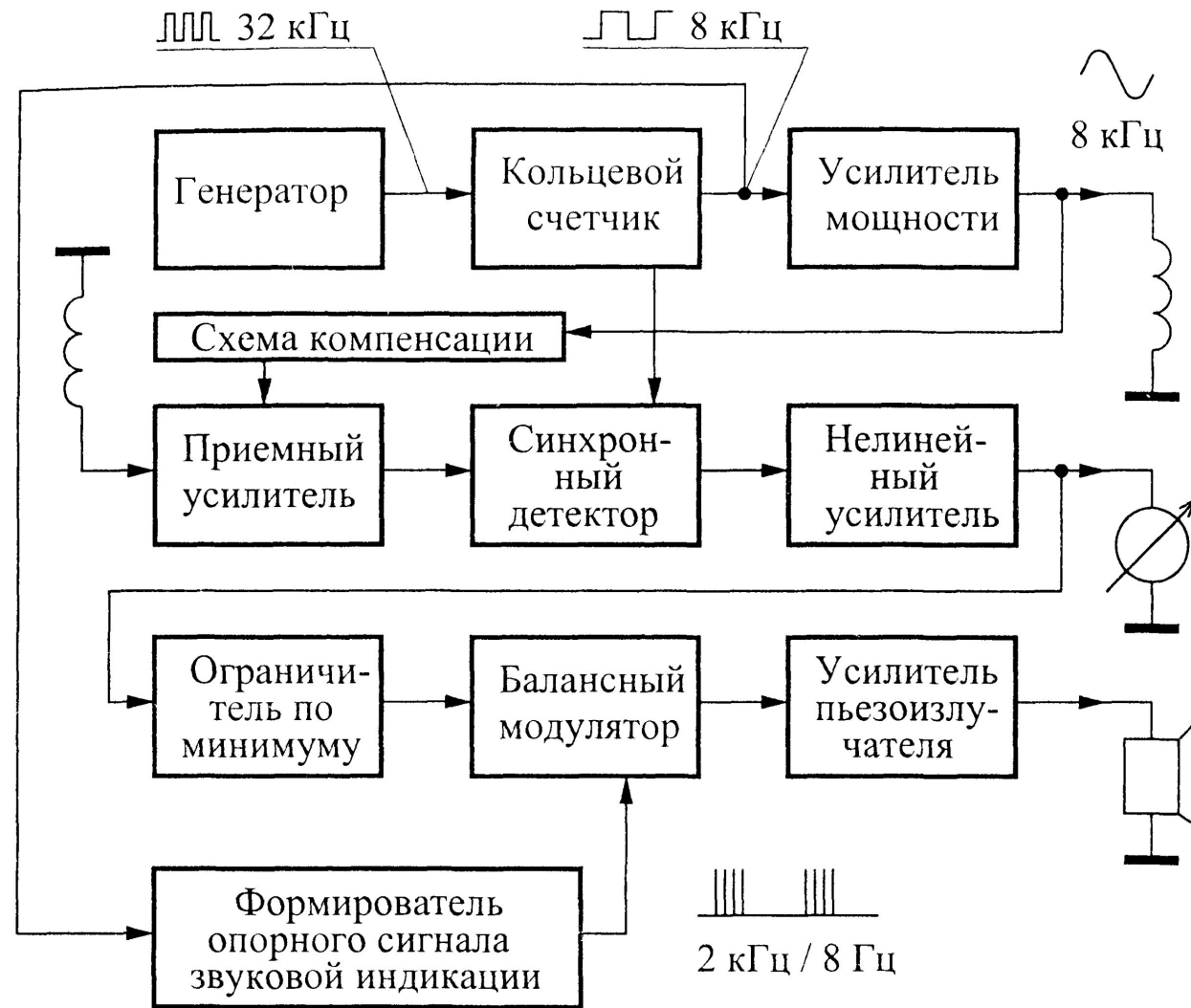
$$\mathbf{P}_m^* = \mathbf{K}_1 \cdot (\mathbf{B} - \mathbf{B}'_{\text{внутр}})$$

$$\mathbf{K}_1 = \frac{(2\pi/15) \cdot \rho \cdot (R^5/\rho)}{1 + \rho \cdot \mu_0 R^2 / (15\rho)}$$

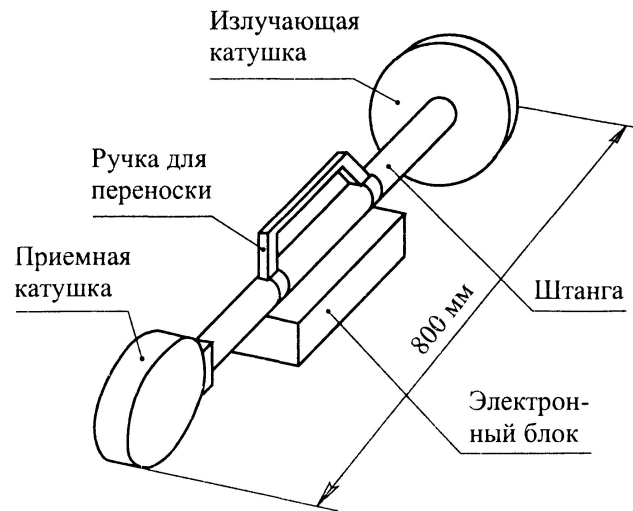
$$\mathbf{B}_0 = (\mu_0 / (2\pi))^2 \cdot (\mathbf{P}_m \mathbf{K}_1 / (r^3 r'^3)) \cdot \sin[2 \cdot (\gamma + \beta)]$$

$$\mathbf{K}_2 = (\mu_0 / (2\pi))^2 \cdot \mathbf{P}_m \mathbf{K}_1$$

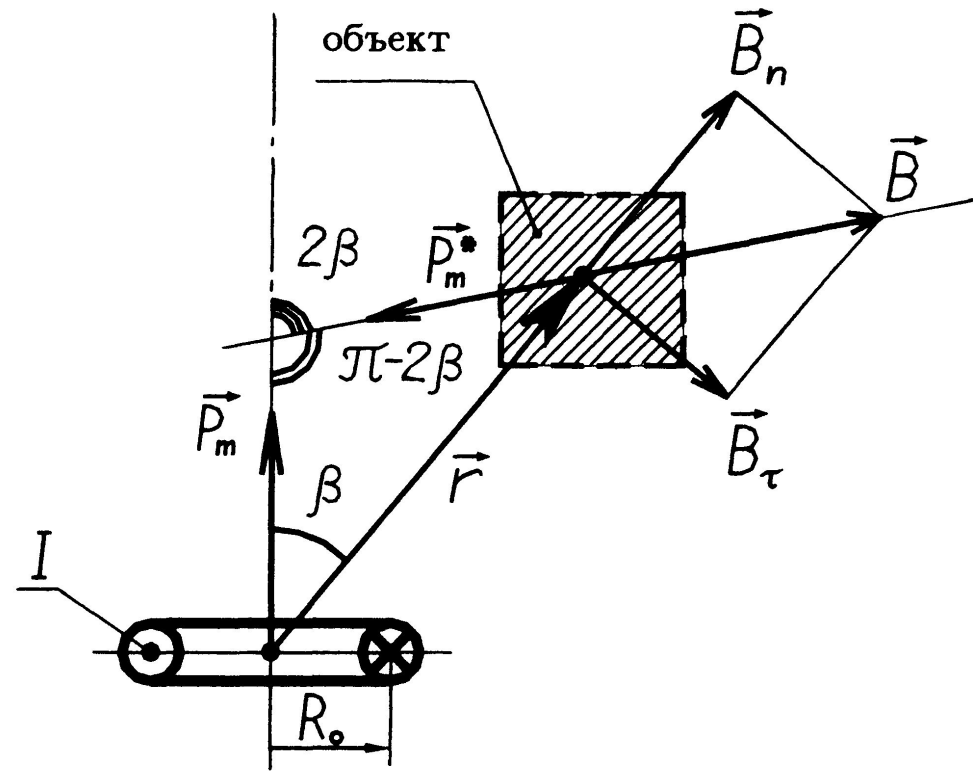
Структурная схема металлоискателя по принципу «передача-прием»



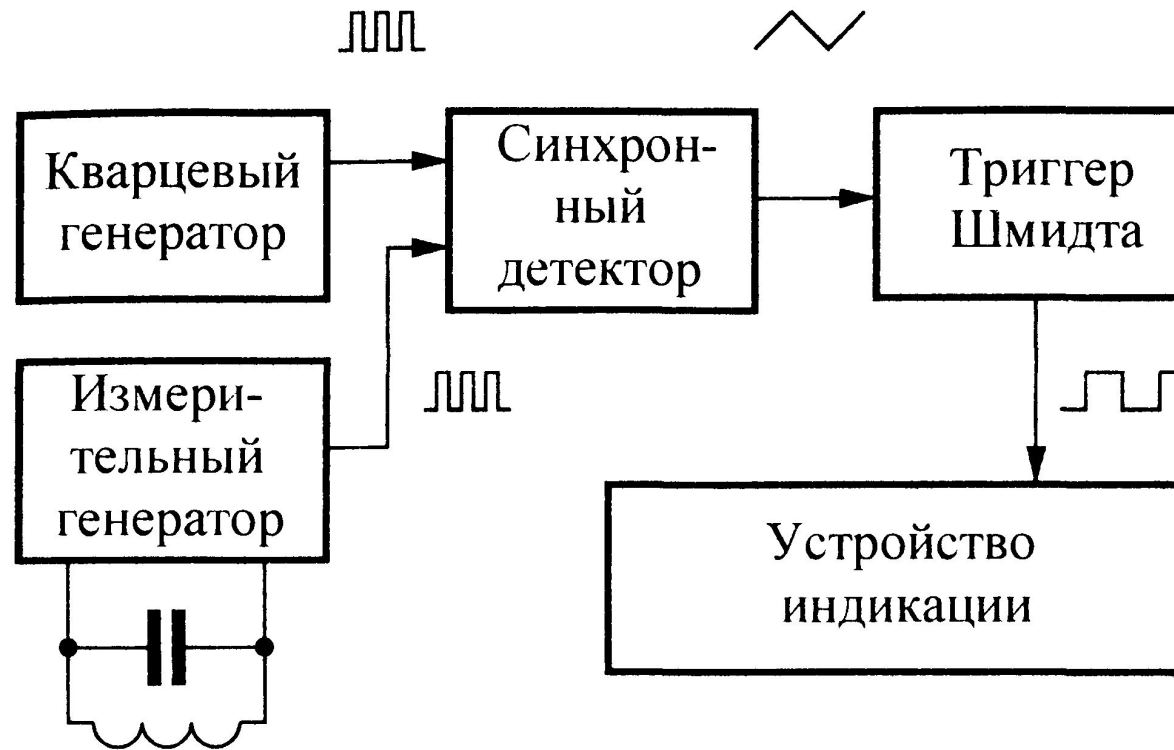
Внешний вид металлоискателя по принципу «передача-прием»



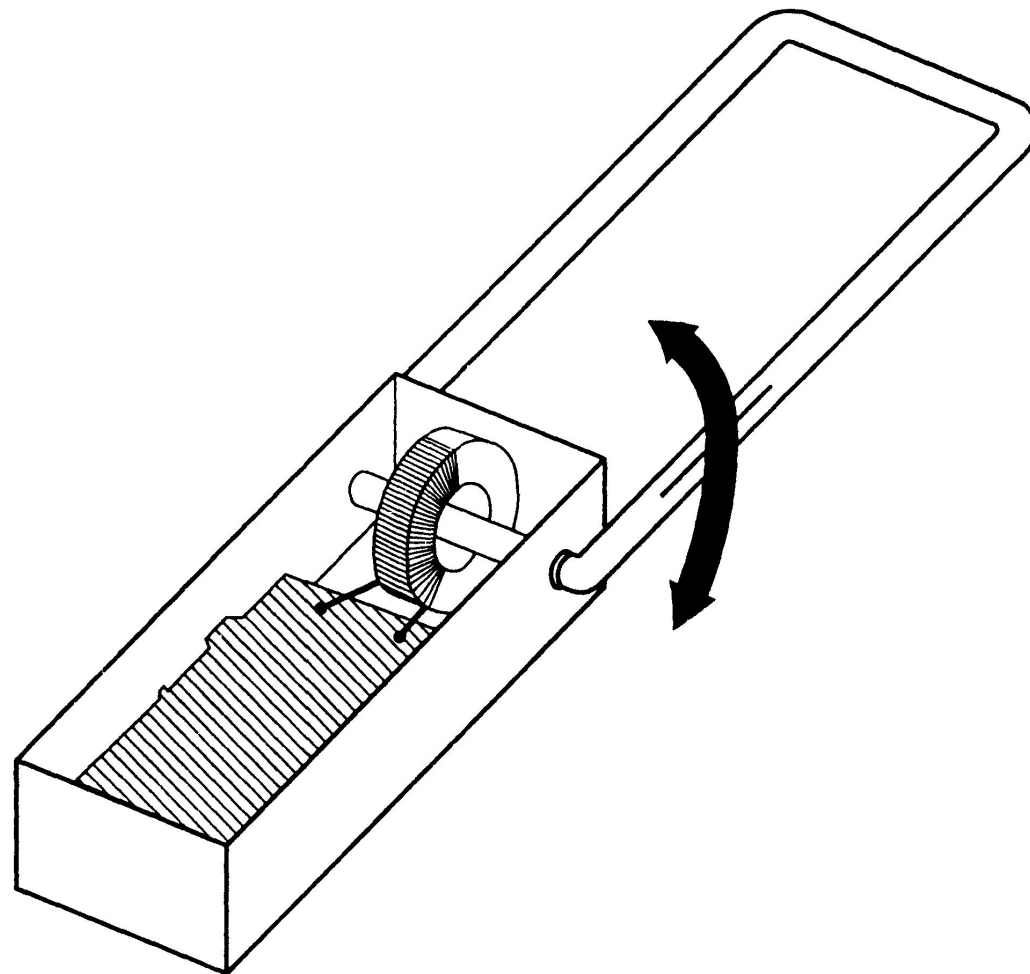
Принцип действия металлоискателей на биениях



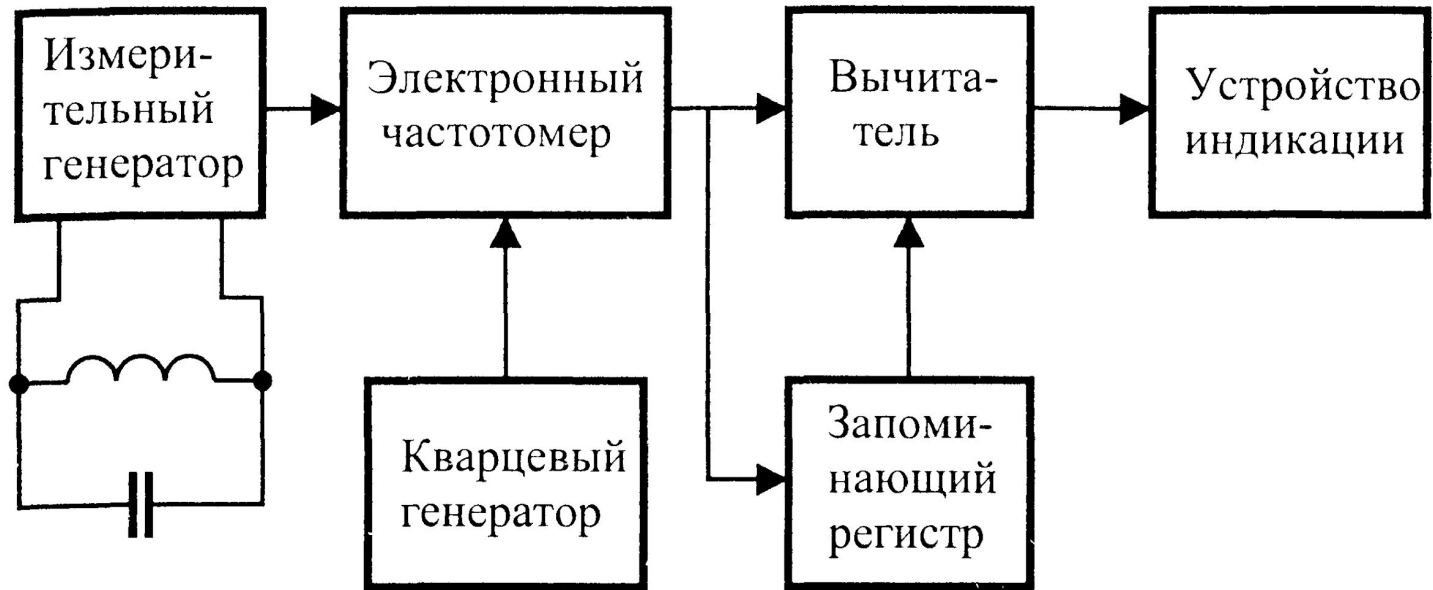
Структурная схема металлоискателя на биениях



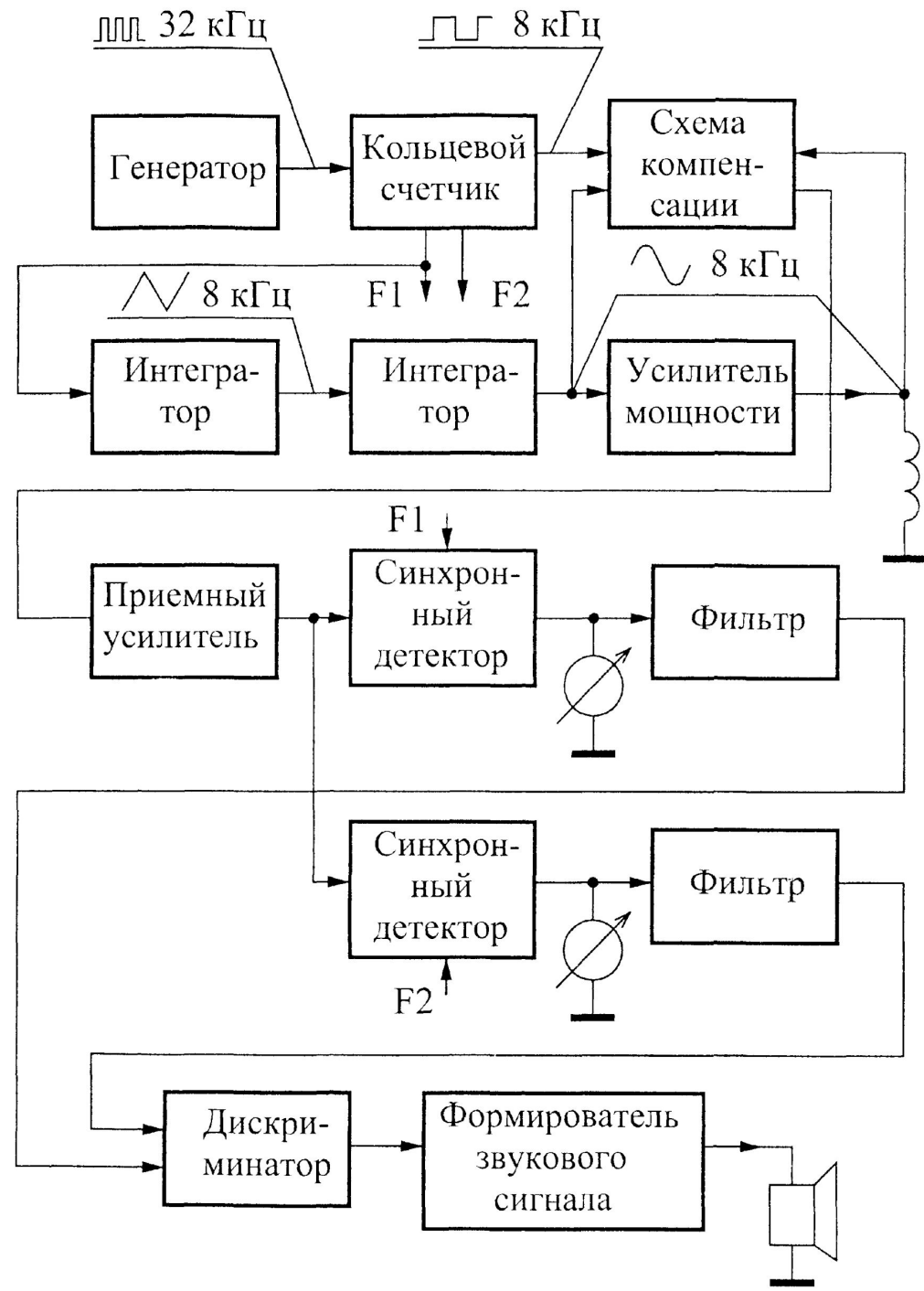
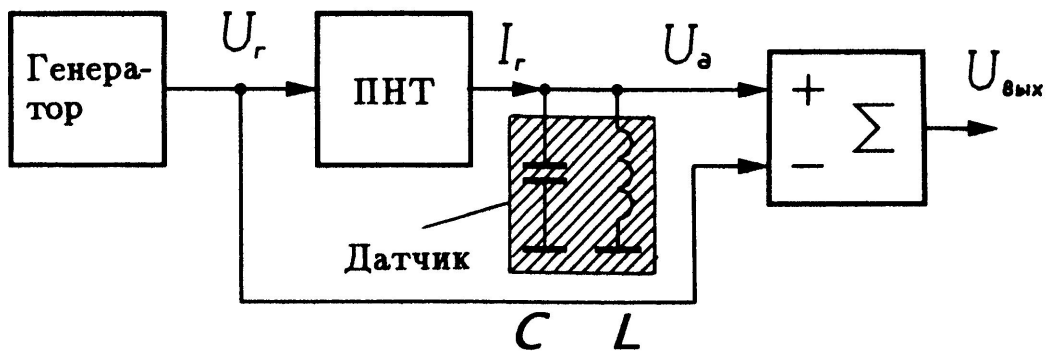
Внешний вид металлоискателя на биениях



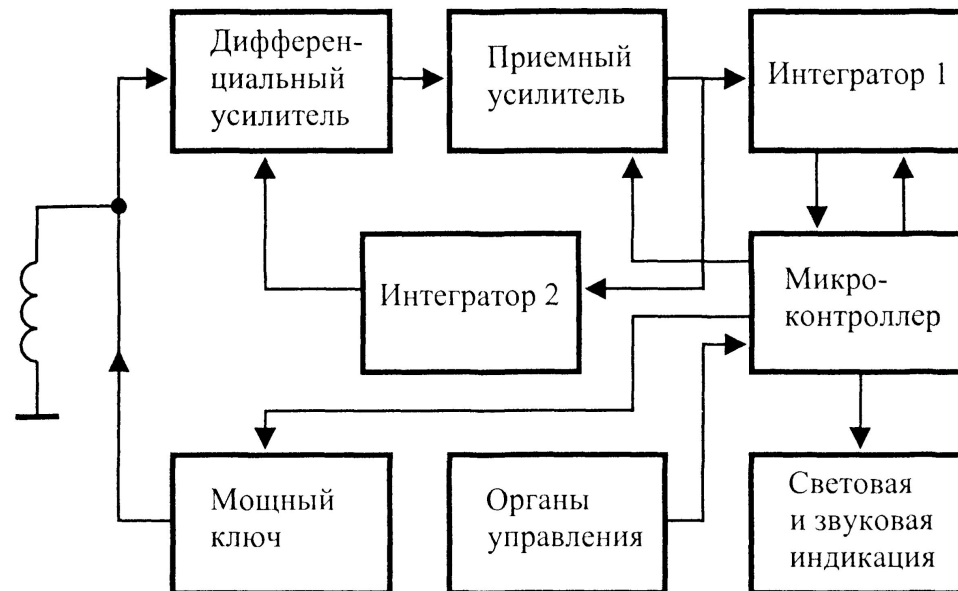
Структурная схема металлоискателя по принципу электронного частотомера



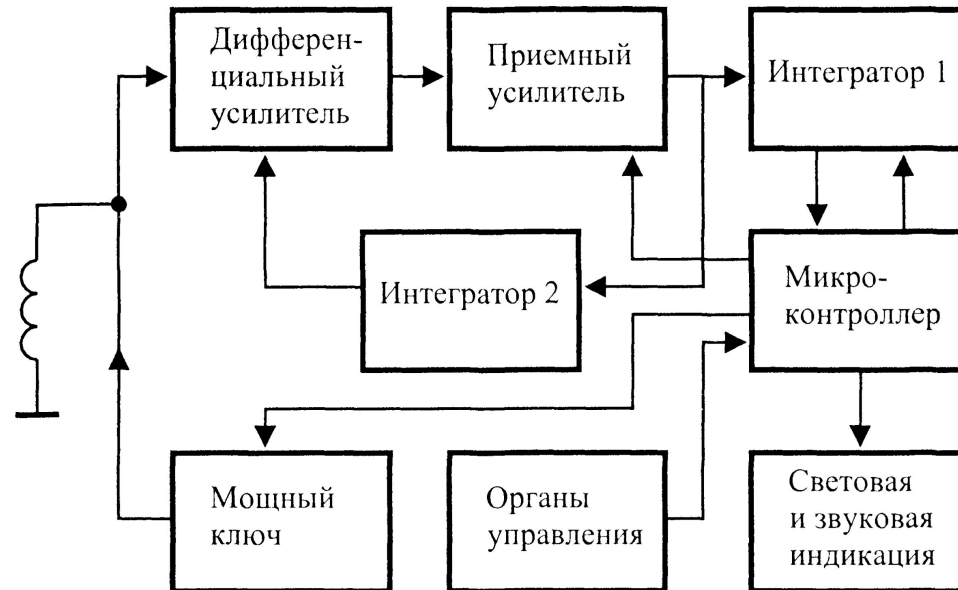
Структурная схема индукционного металлоискателя



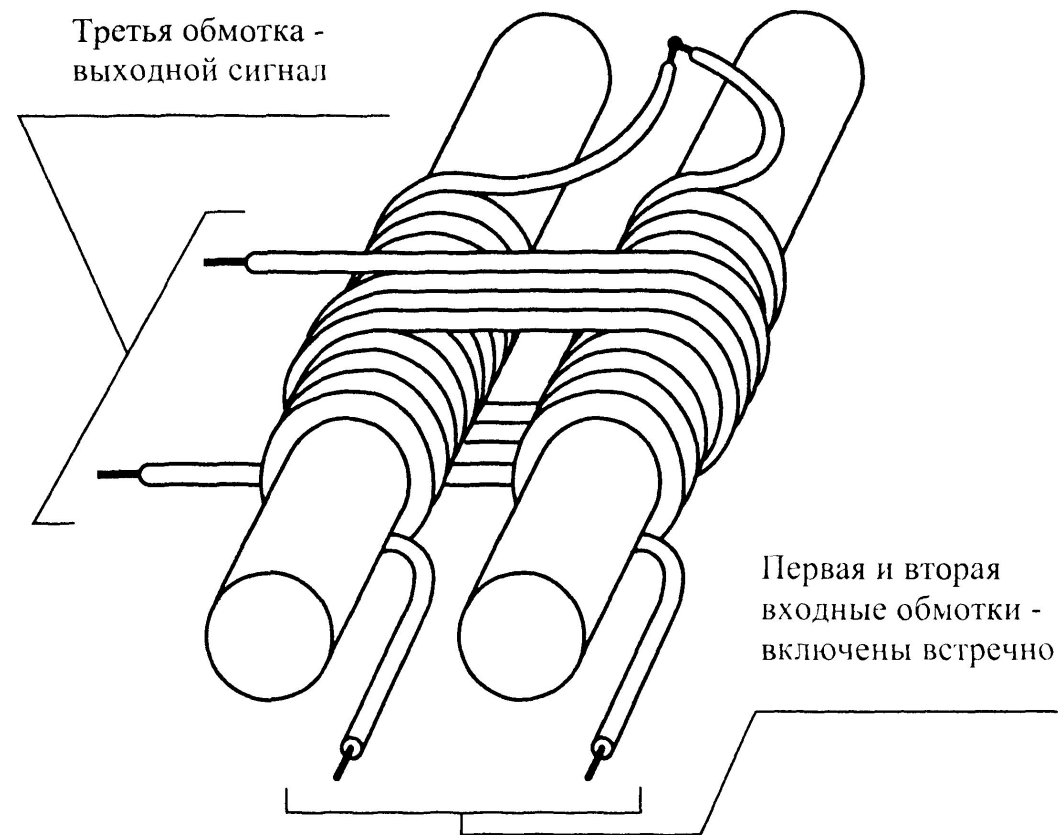
Структурная схема импульсного металлоискателя



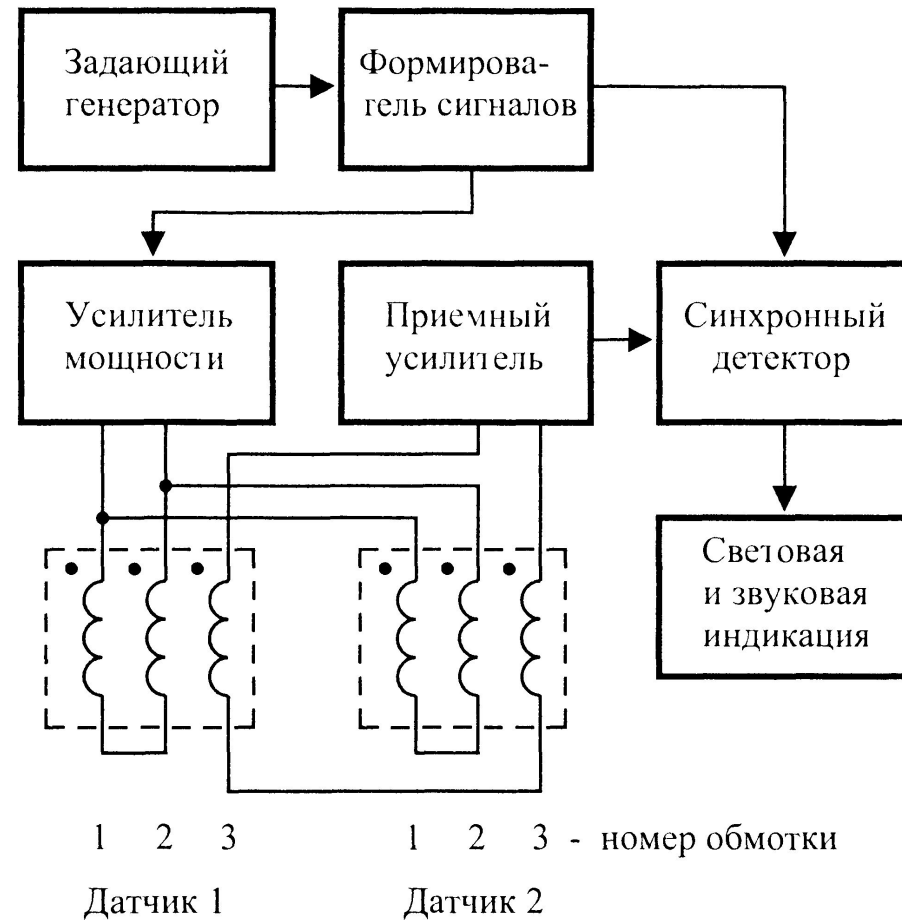
Дифференциальный магнитометр



Дифференциальный ферромагнитный датчик



Структурная схема дифференциального ферромагнитного магнитометра



Обобщенная структурная схема металлоискателя

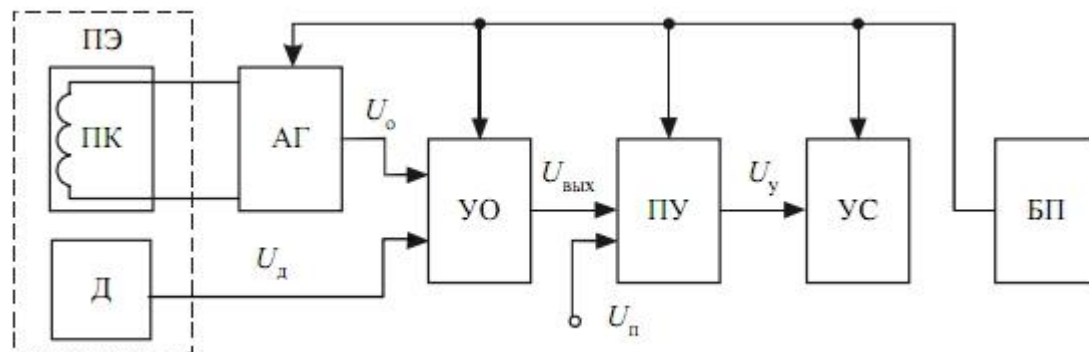


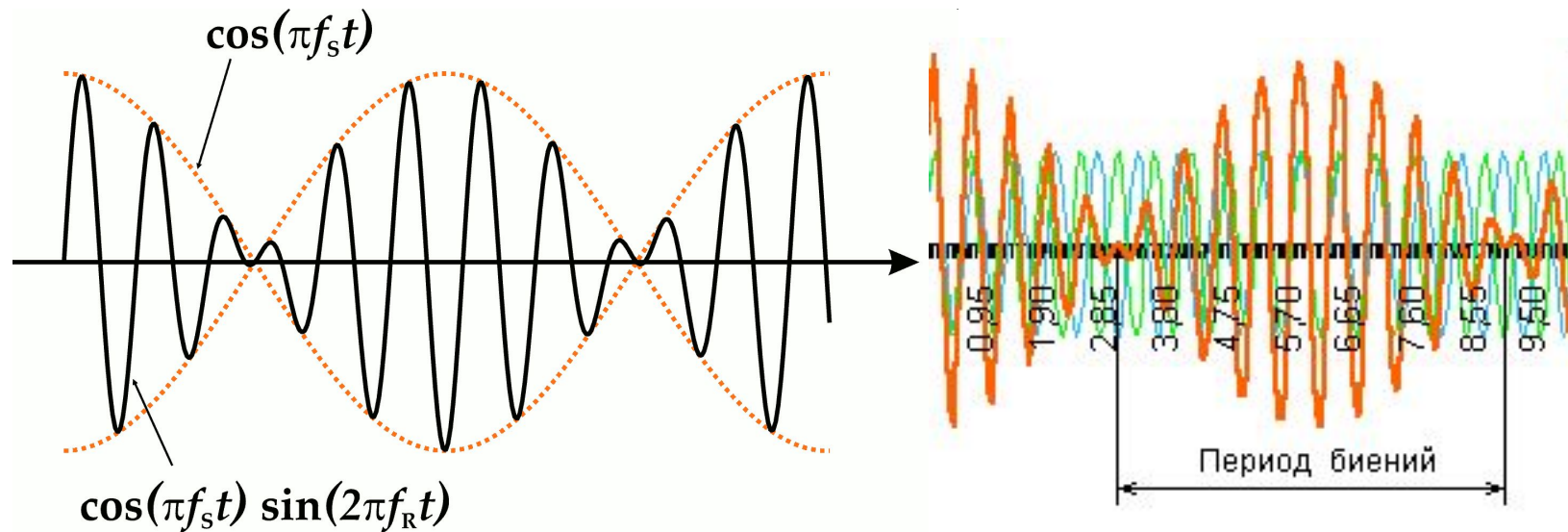
Рис. 2 «Обобщенная структурная схема металлоискателя»

- АГ – автогенератор
- ПЭ – поисковый элемент
- ПК – передающая катушка
- Д – датчик
- УО – устройство обработки
- ПУ – пороговое устройство
- УС – устройство сигнализации
- БП – блок питания

Электромагнитное поле создается автогенератором **АГ** относительно высокочастотных колебаний и передающей катушкой **ПК** поискового элемента **ПЭ**. С поисковым элементом конструктивно объединяется датчик **Д**, выходной сигнал $U_{\text{д}}$ которого поступает в устройство обработки **УО**. В некоторых металлоискателях на второй вход **УО** подается опорное напряжение U_0 от **АГ**. Выходное напряжение $U_{\text{вых}}$ сравнивается в пороговом устройстве **ПУ** с пороговым напряжением $U_{\text{п}}$. При превышении порога **ПУ** вырабатывается управляющее напряжение $U_{\text{у}}$ для устройства сигнализации **УС**. Блок питания **БП** переносных металлоискателей обычно автономный. В любом металлоискателе есть **ПУ**, поэтому для получения $U_{\text{п}}$ требуется стабилизатор напряжения. В некоторых устройствах требуется стабилизировать напряжение питания **УО**.

Принцип действия металлоискателя на биениях

Что такое биение?



$$A \sin \alpha_1 t + A \sin \alpha_2 t = 2A \cos \left[\frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2} t \right] \sin \left[\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} t \right],$$

Обобщенная структурная схема металлоискателя



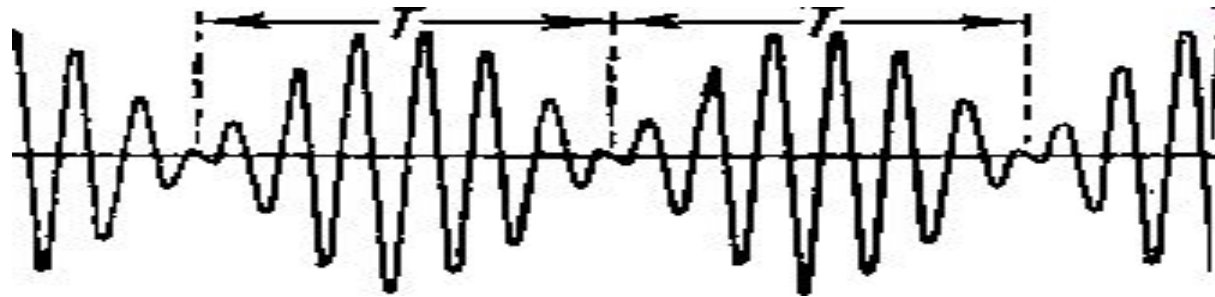
Принцип работы металлоискателя



Сигнал первого генератора

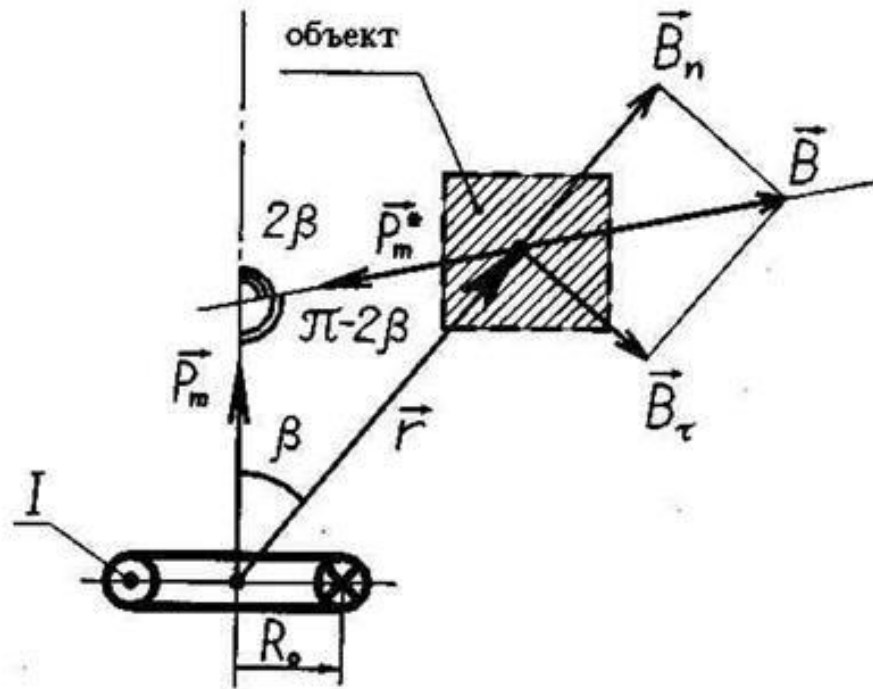


Сигнал второго генератора



Сигнал получившийся при сложении синусоид
двух генераторов

Принцип работы датчика металлоискателя



$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2R_0} = \frac{\mu_0 P_m}{2R_0 S},$$

$$B_0 = - (\mu_0 / (2\pi))^2 \cdot (K_1 / r^6) \cdot P_m$$

$$\delta(p) = (B_0 / B_1)$$

$$Z(p) = pL(1 + \delta(p))$$