

# ***Управление промышленными мехатронными системами***

Объем занятий:

18 часов лекций,

54 часов практических занятия,

экзамен.

*Храмшин Вадим Рифхатович*

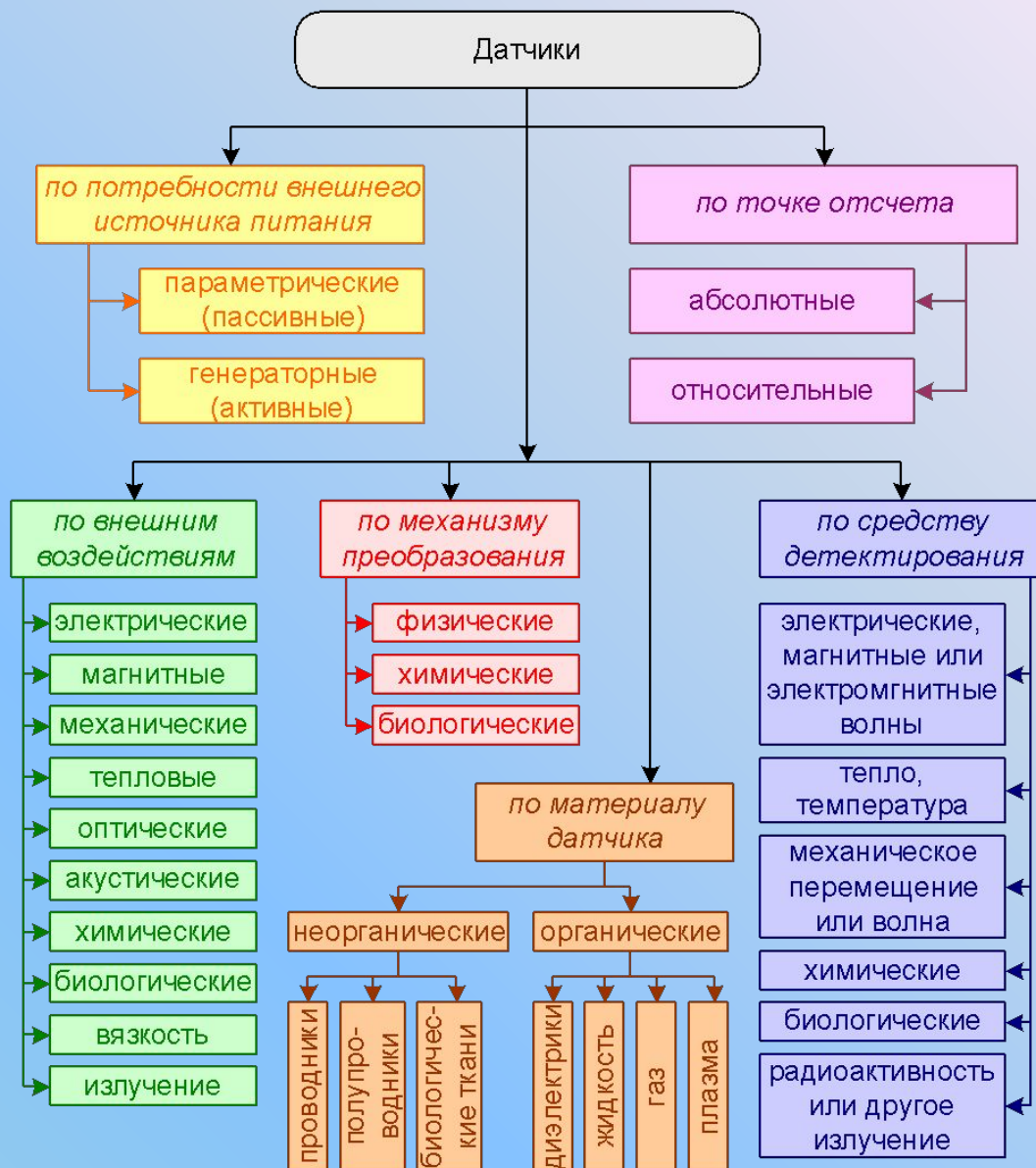
**6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ**

## 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ

*Технические средства автоматизации* – это приборы, устройства и технические системы, обеспечивающие автоматическое получение, передачу, преобразование информации и формирование на ее основе силовых управляющих воздействий, поступающих на рабочие органы механизмов.

*Датчик* – это устройство, воспринимающее измеряемый параметр и вырабатывающее соответствующий сигнал в целях передачи его для дальнейшего использования или регистрации в АСУ ТП. Сформированный датчиком сигнал представляет собой отражение одной (измеряемой) физической величины с помощью другой физической величины, воспринимаемой системой управления.

# 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ



Классификация датчиков

## 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ

### Датчики электромагнитных переменных

К датчикам электромагнитных переменных относятся:

- датчики тока,
- датчики напряжения,
- датчики магнитного потока,

используемые в системах автоматического управления мехатронных механизмов.

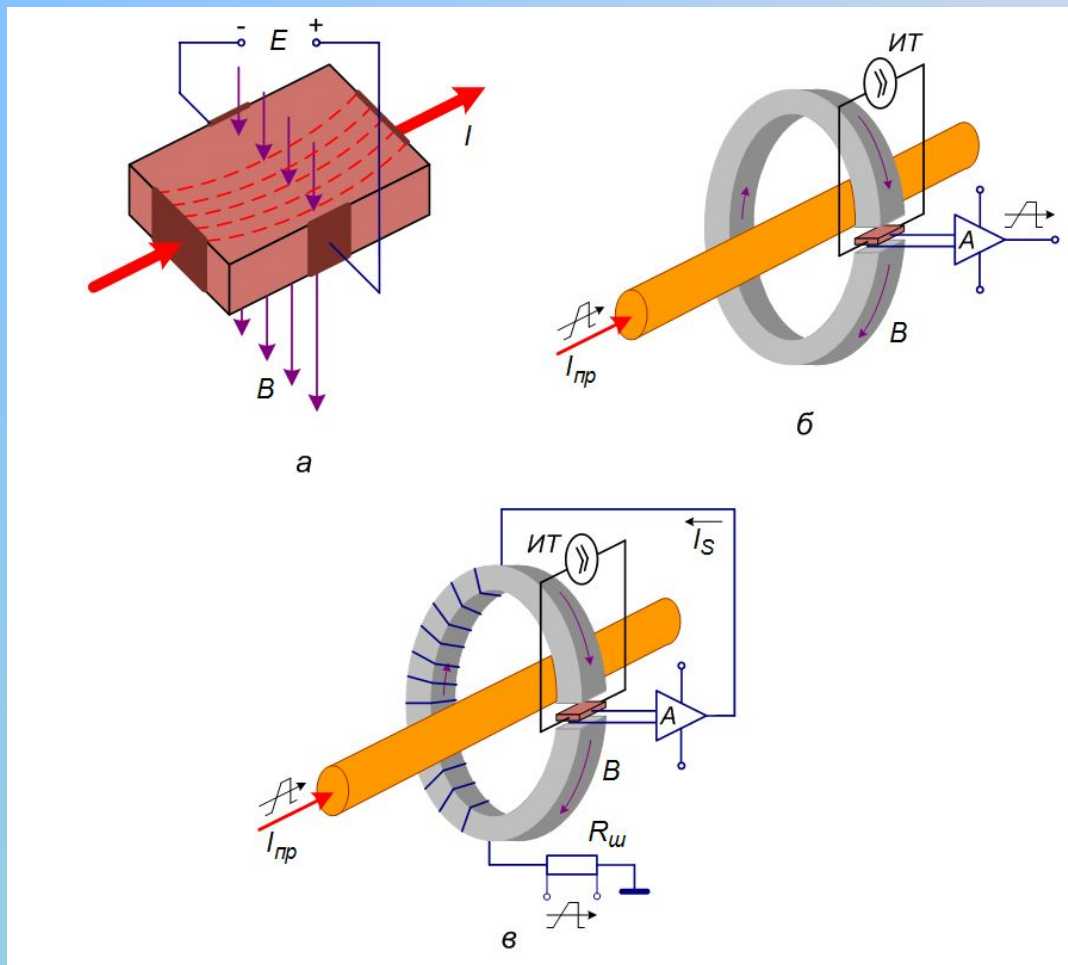
Сигналы этих датчиков используются также для измерения ЭДС, мощности и других координат электроэнергетических и мехатронных установок.

**Шунт** – это наипростейший измерительный преобразователь тока в напряжение, представляющий собой четырех зажимный резистор

**Трансформаторы тока** – это трансформаторы малой мощности, первичная обмотка которых включается последовательно в цепь с измеряемым переменным током, а во вторичную обмотку включаются измерительные приборы.



## 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ



$$E = K \cdot \frac{I}{d} \cdot B$$

$K$  – константа Холла, зависящая от применяемого материала;  
 $d$  – толщина пластины.

$$B = k \cdot I_{пр}$$

$$E = c \cdot I_{пр}$$

$k, c$  – константы

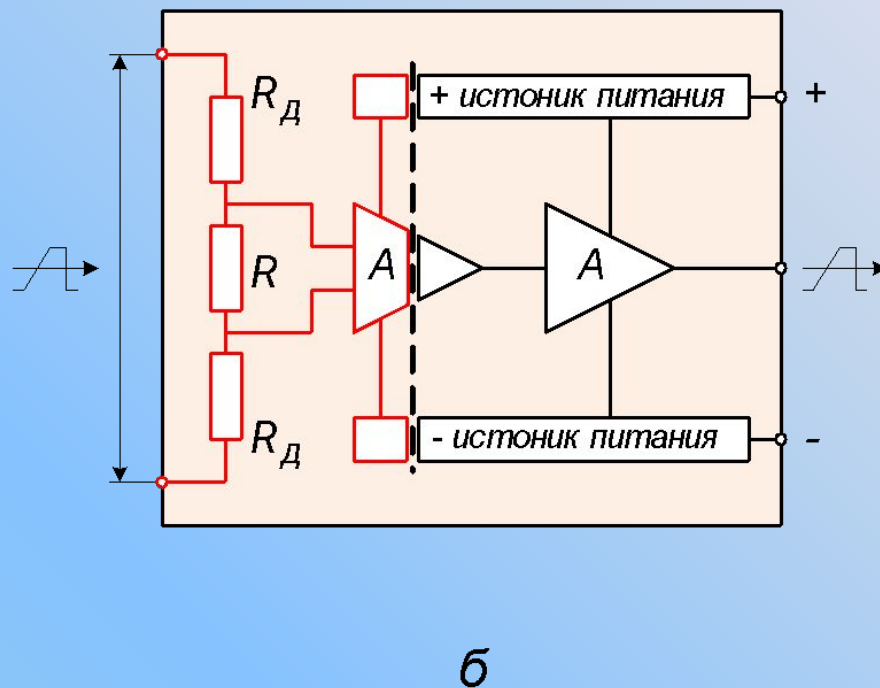
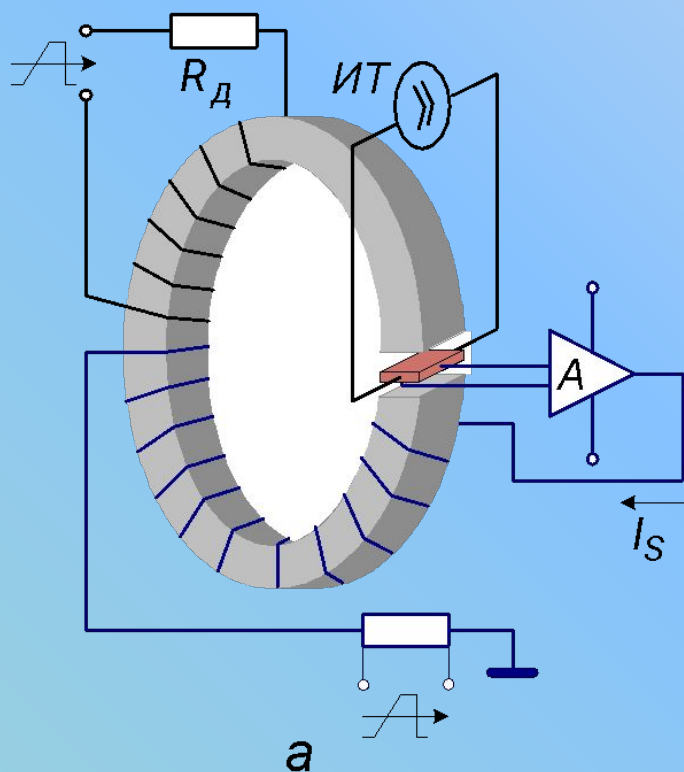
$$I_S = I_{пр} \cdot \frac{N_{пр}}{N_S}$$

Принципа действия датчика тока, основанного на эффекте Холла:  
*а - эффект Холла; б - принцип работы датчика прямого усиления;*  
*в - принцип работы датчика компенсационного типа*



## 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ

*В качестве датчиков напряжения* на практике используются как обычные резистивные делители, так и более сложные конструкции, основанные как на эффекте Холла, так и выполненные полностью по электронной технологии, без применения магнитопровода.



К пояснению принципа действия датчиков напряжения  
а – на основе эффекта Холла; б – электронного

## 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ

*Серийно выпускаемые датчики магнитного поля* представлены двумя типами приборов: датчиками Холла и магниторезистивными мостовыми датчиками.



К пояснению принципа действия магниторезистивных датчиков

## 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ

### Датчики механических переменных

*Датчики механических переменных* – это в первую очередь датчики параметров движения рабочих органов производственных механизмов (их приводов), датчики усилия, а также датчики деформаций.

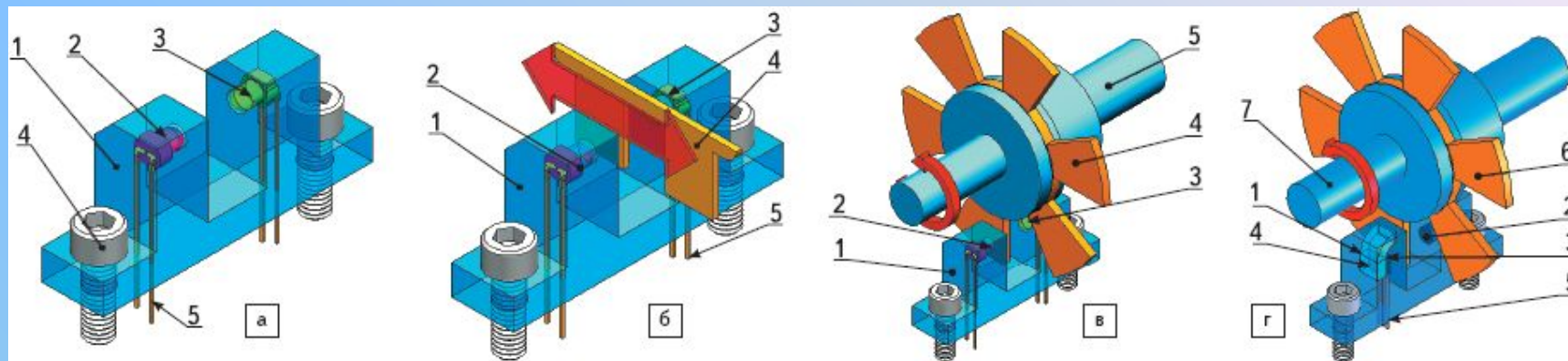
По *физическому принципу действия* чувствительного элемента все существующие датчики механических переменных можно разделить на:

- фотоэлектрические,
- электростатические,
- электромагнитные,
- реостатные,
- тензорезисторные,
- магнитострикционные.

*Фотоэлектрические (оптоэлектронные) датчики* построены на регистрации электромагнитного излучения в видимом (освещенности), инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах. Такие датчики относятся к классу бесконтактных датчиков, они реагируют на непрозрачные и полупрозрачные предметы, водяной пар, дым, аэрозоли, на их основе также строятся датчики скорости и положения. Датчики этого типа сегодня отличаются наибольшей точностью, наивысшей разрешающей способностью, простотой, надежностью конструкции, малыми габаритами и массой.



## 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ



Базовая схема оптического детектирования движения — прерыватель а–в - щелевой оптический (фотоэлектрический) датчик — оптопрерыватель (оптрон или оптопара):

1 - корпус датчика; 2 - светодиод; 3 - фоточувствительный элемент (фототранзистор или фотодиод);

*а - конструкция датчика:* 4 - элементы для монтажа корпуса; 5 - терминалы для монтажа на печатной плате;

*б - линейный прерыватель - датчик линейной скорости* (цифровой индикации определенного линейного положения): 4 - линейный ротор (линейно перемещающийся элемент) с чередующимися оптически прозрачными и оптически непрозрачными участками; 5 - терминалы для монтажа на печатной плате;

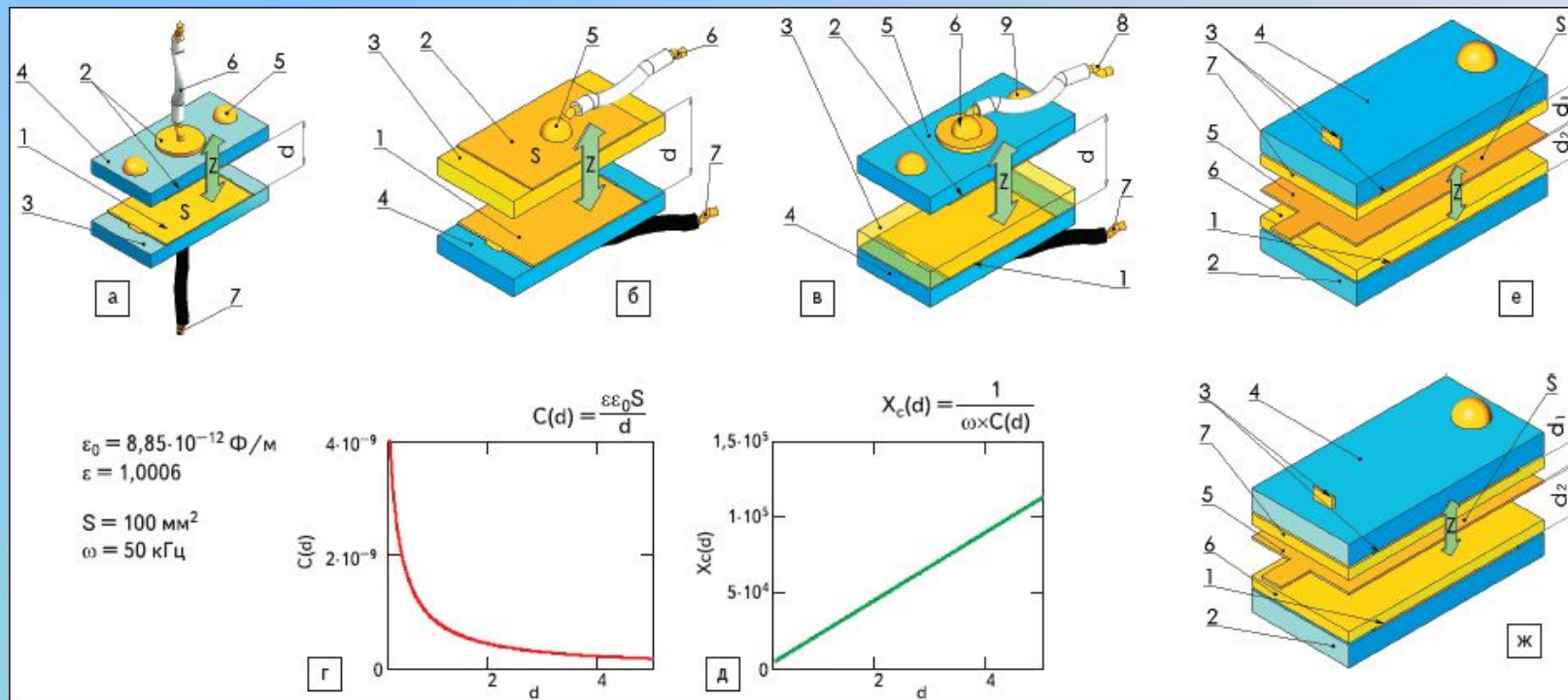
*в - датчик угловой скорости* (индикации определенного углового положения); 4 - вращающийся ротор - крыльчатка с непрозрачными лопастями; 5 - вращающийся вал;

*г - аналог оптопрерывателя - щелевой датчик скорости Холла:* 1 - корпус датчика; 2 - магнит; 3 - датчик Холла (униполярный ключ); 4 - магнитопровод; 5 - терминалы для монтажа на печатной плате; 6 - вращающийся ротор - крыльчатка с лопастями из ферромагнитного материала; 7 - вращающийся вал.

## 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ

*Электростатические – емкостные и пьезоэлектрические датчики* основаны на использовании эффекта изменения емкости или электрического заряда на поверхности некоторых материалов в момент деформации.

Емкостный датчик обычно представляет собой плоский или цилиндрический конденсатор, одна из обкладок которого испытывает подвергаемое контролю перемещение, вызывая изменение емкости.



*Конструкция и характеристики емкостного датчика*

## 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ

Работа *пьезоэлектрических датчиков* основана на использовании пьезоэлектрического эффекта, наблюдаемого у некоторых минералов горных пород, при котором осуществляется преобразование динамического усилия (механических напряжений) в электрический заряд.



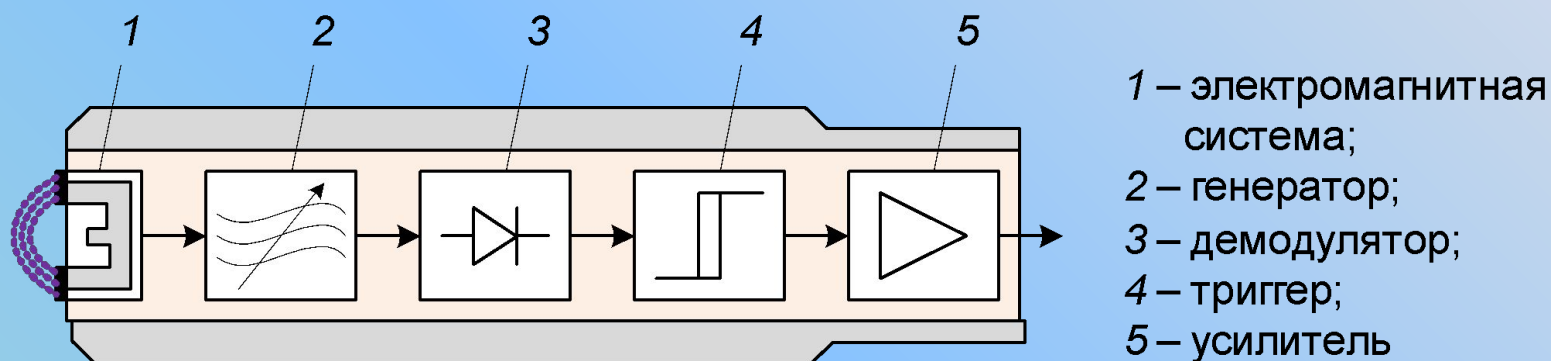
*Электромагнитные датчики* используют эффект взаимодействия магнитных потоков, создаваемых протекающим по контурам электрическим током.

Электромагнитные датчики подразделяются на

- индуктивные,
- трансформаторные,
- индукционные.

## 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ

**Индуктивный датчик** – это бесконтактный датчик, предназначенный для контроля положения металлических объектов. Принцип действия основан на изменении параметров магнитного поля, создаваемого катушкой индуктивности внутри датчика. Индуктивный датчик состоит из генератора, схемы обработки сигнала, и коммутирующего усилителя.

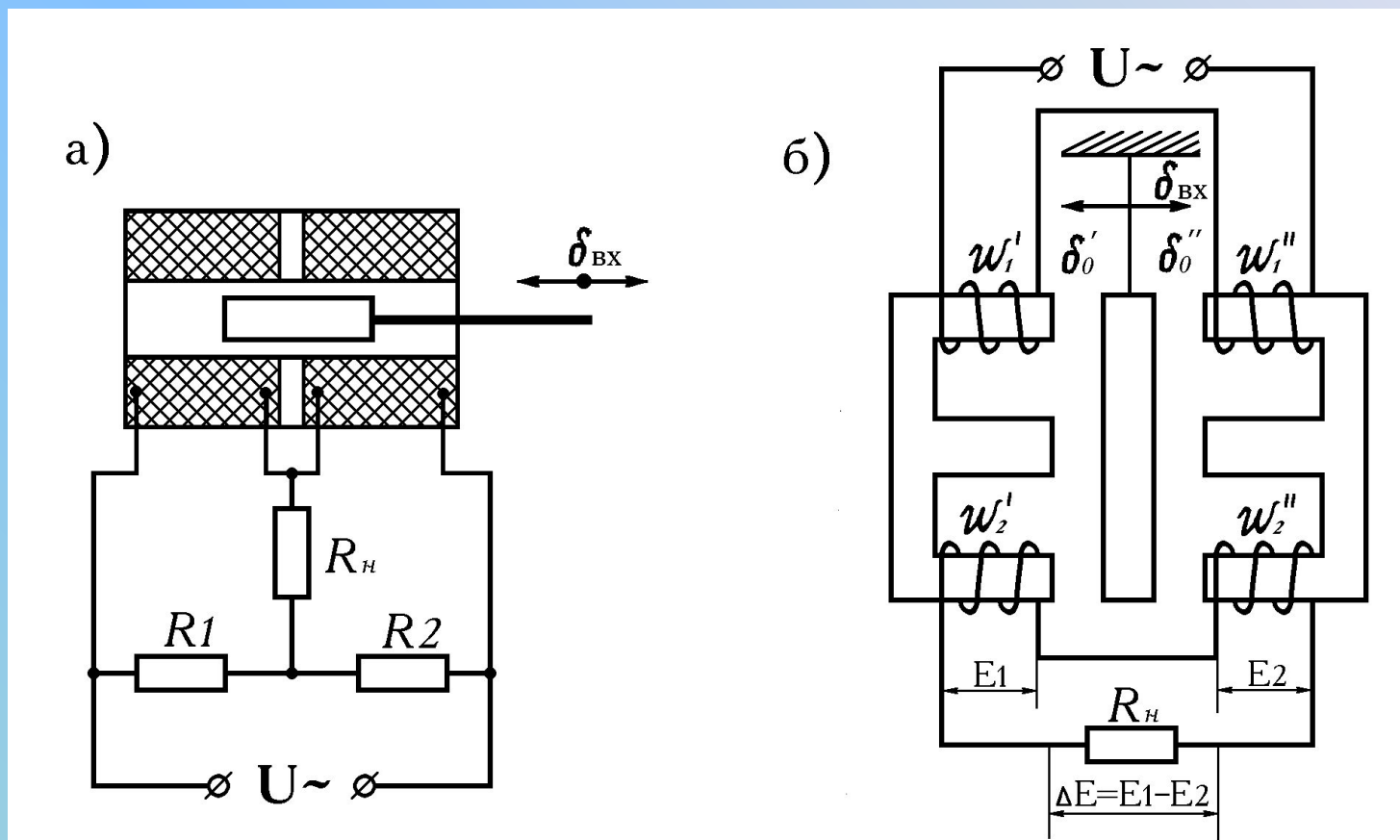


*К пояснению принципа действия индуктивных датчиков*



## 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ

*Трансформаторный датчик* – измерительный преобразователь в виде трансформатора, вторичное напряжение которого изменяется в результате изменения воздушного зазора в сердечнике (или взаимного перемещения обмоток) пропорционально измеряемой величине (перемещению, усилию).

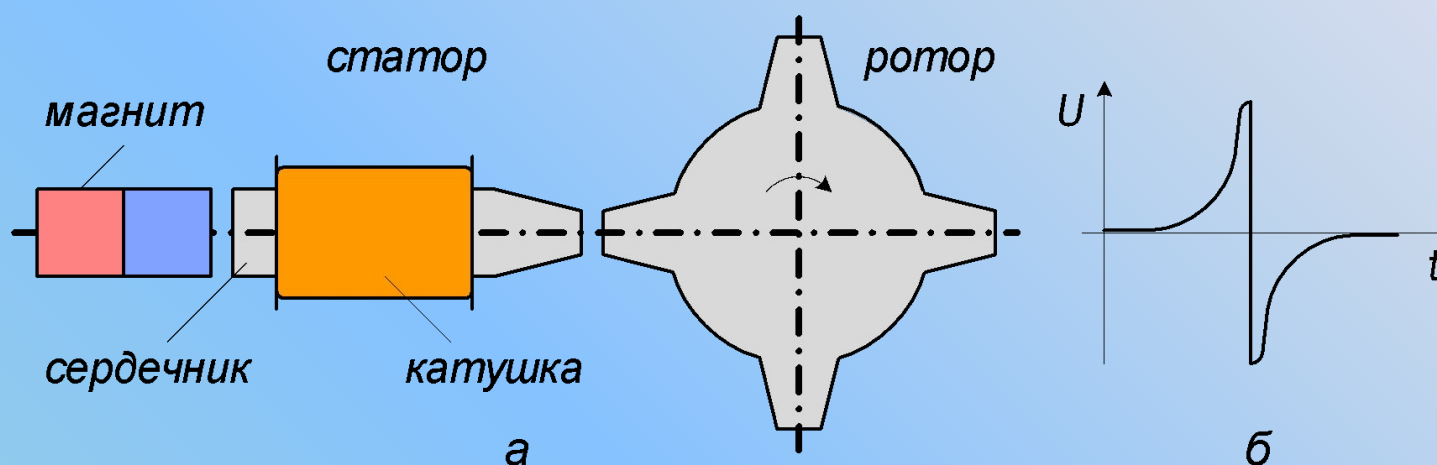


*К пояснению принципа действия трансформаторных датчиков*



## 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ

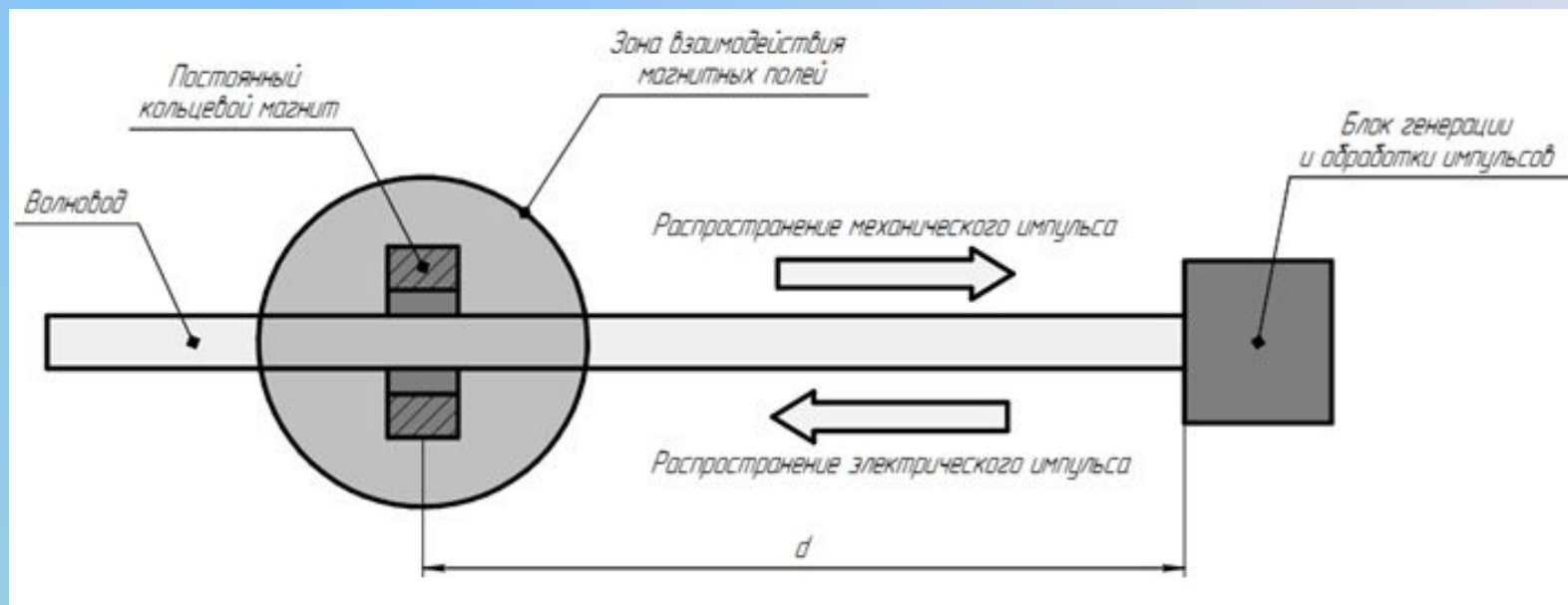
*Индукционный (генераторный) датчик* в простейшем случае состоит из катушки с обмоткой, сердечника из магнитомягкого железа и магнита. Эти три компонента составляют статор датчика.



*К пояснению принципа действия индукционных датчиков*

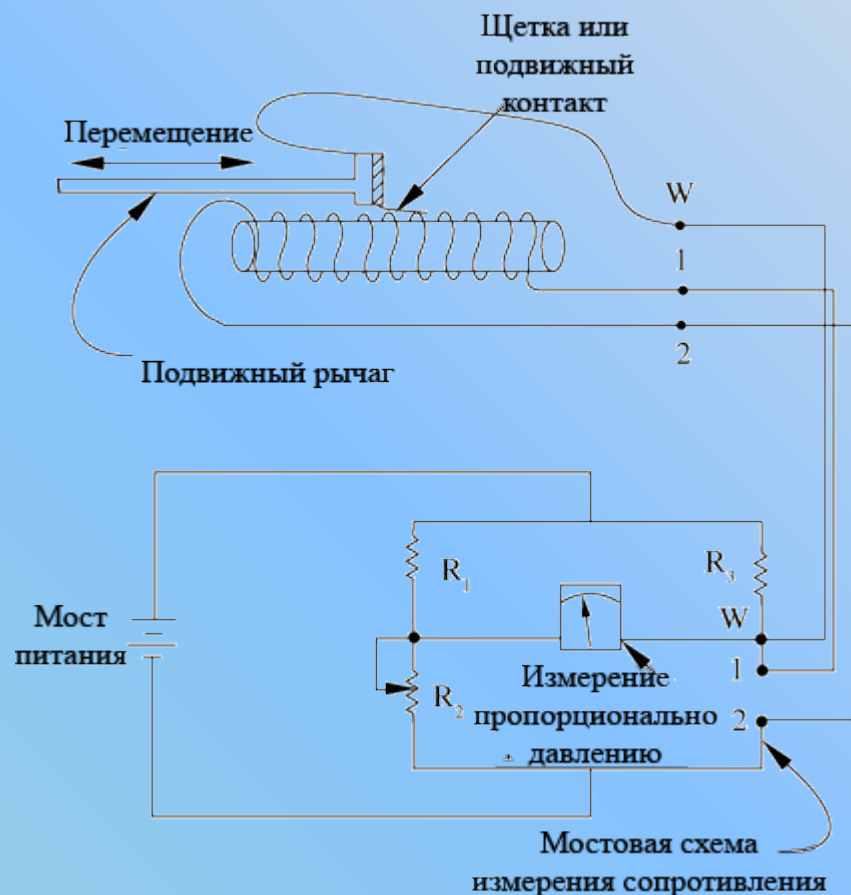
## 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ

*Магнитострикционные датчики* построены на эффекте изменения состояния намагниченности ферромагнитных материалов в зависимости от изменения их объема под действием механических деформаций, носящим название эффекта Виллари или магнитоупругого эффекта.



## 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ

*Реостатными (потенциометрическими) датчиками* называются датчики, которые строятся на основе преобразователей, представляющих собой реостат, движок которого движется под действием измеряемой неэлектрической величины.

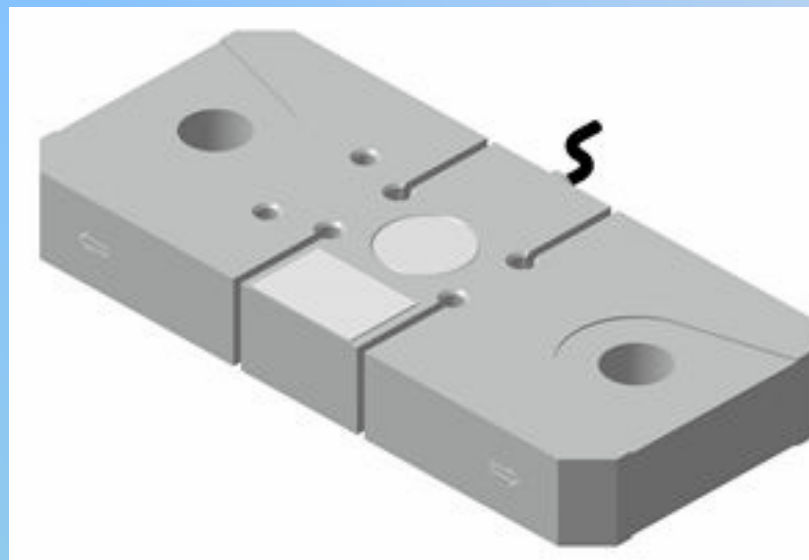


## 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ

*Тензорезисторные датчики* применяют для прямого измерения деформаций и косвенного измерения силы, давления, веса, механических напряжений и крутящих моментов.

В основе таких датчиков лежат тензорезисторы – резисторы с сопротивлением, меняющимся в зависимости от их деформации.

*Тензорезисторный датчик растяжение К-Р-20*



## 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ

### Датчики технологических переменных

В ходе автоматизации технологического процесса осуществляется контроль и регулирование не только координат движения рабочих органов, но и других технологических параметров: уровень жидкостей и сыпучих материалов, температура, давление, расход жидкостей и газов, толщины полосового материала (например, металла, бумаги, пластика), влажности, веса и др.

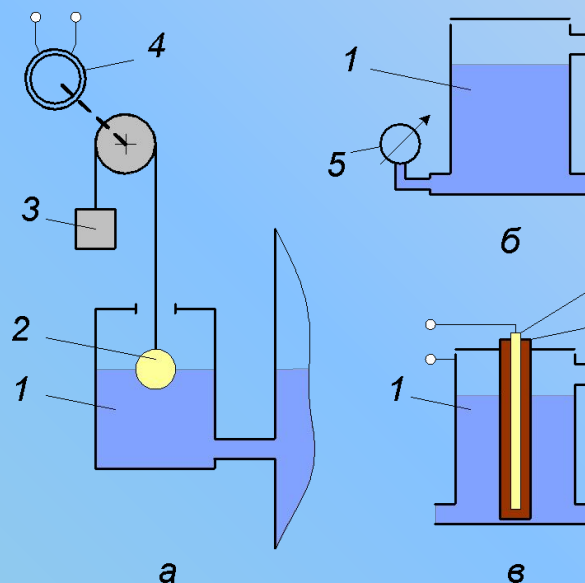
Для измерения уровня жидкостей применяют поплавковые, гидростатические, электрические, ультразвуковые, термические, оптические и др. конструкции датчиков.

*Примеры конструкций датчиков уровня:*

*а – поплавкового, постоянного погружения;*

*б – гидростатического;*

*в – емкостного*



- 1 – сосуд с жидкостью (сыпучим веществом);
- 2 – поплавок;
- 3 – блок, соединённый с датчиком перемещения 4;
- 5 – манометр;
- 6 – трубка из электроизоляционного материала;
- 7 – электрод

$$P = h \cdot \rho$$



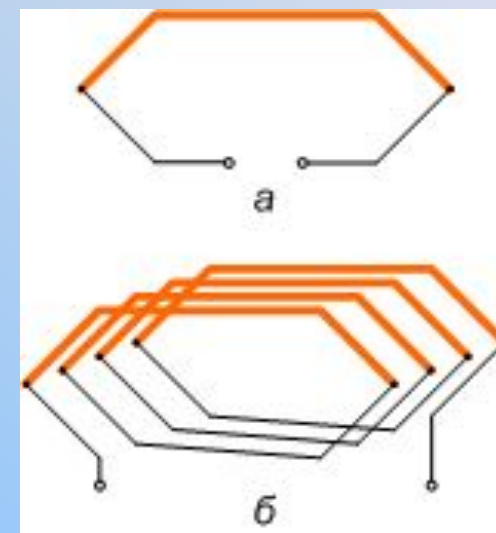
## 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ

Для измерения температуры используют термопары, терморезисторы, полупроводниковые датчики и пирометры.

Наиболее распространенными вследствие широкого диапазона измеряемых температур (-250...+2000 °С) и высокой надежности являются **термопары** – пара проводников из различных материалов, соединенных между собой.

Работа термопар основана на термоэлектрическом эффекте, заключающийся в том, что если проводнику сообщить тепловой градиент, то он будет генерировать ЭДС.

Для увеличения напряжения применяют последовательное соединение нескольких термопар, у которых все “горячие концы” подвергнуты воздействию более высокой – измеряемой температуры.



ТП202			
D, диаметр погружаемой части	L, длина погружаемой части	Тип НСХ	Тип штуцера
6, 8, 10, 20 мм	от 5 до 2000 мм	ХА (К) ХК (L) ЖК (J)	M20x1,5 мм M27x2 мм, S=32

## 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ

Для измерения давления используют *вакуумметры, манометры и дифманометры* (дифференциальные манометры).

Приборы, измеряющие абсолютное давление называются вакуумметрами. Приборы, предназначенные для измерения избыточного давления называются манометрами. В свою очередь дифманометры измеряют разность двух давлений. Во всех перечисленных приборах измеряемое давление (разность давлений) преобразуется в деформацию упругих элементов, например трубчатой пружины или мембраны. Поэтому они называются деформационными. Наибольшее распространение получили приборы с трубчатой пружиной.



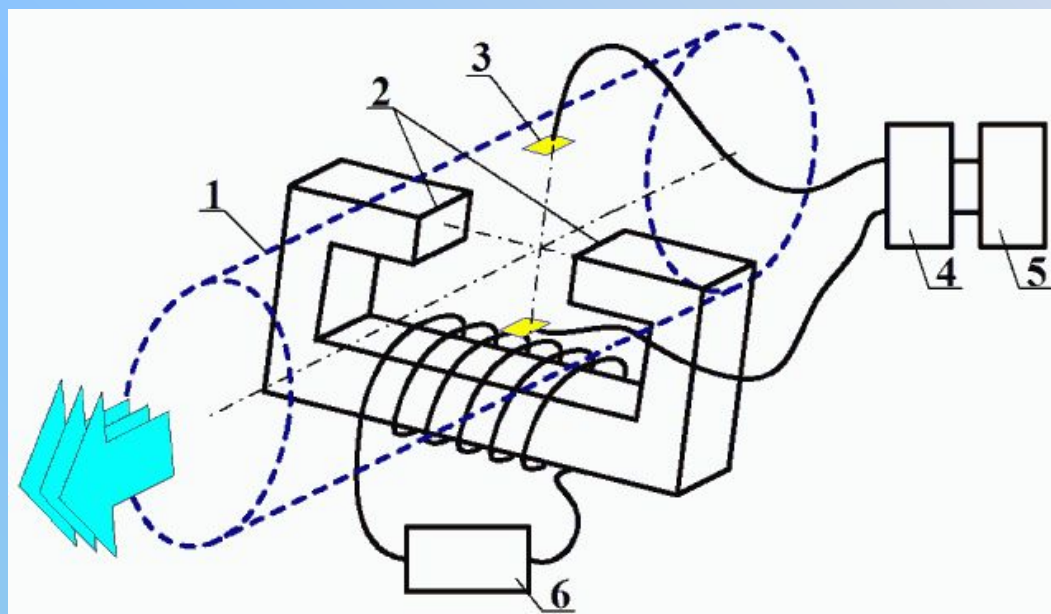
## 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ

Для измерения расхода – объема или массы вещества, протекающего через поперечное сечения трубопровода в единицу времени, применяют **расходомеры**.

Существует большое количество различных типов расходомеров – тахометрические (шестеренчатые, крыльчатые, турбинные), электромагнитные, вихревые, ультразвуковые, поплавковые и др. Каждый из них находит свою область применения.

**Электромагнитные (магнитно-индукционные) расходомеры** предназначены для измерения расхода электропроводящих жидкостей.

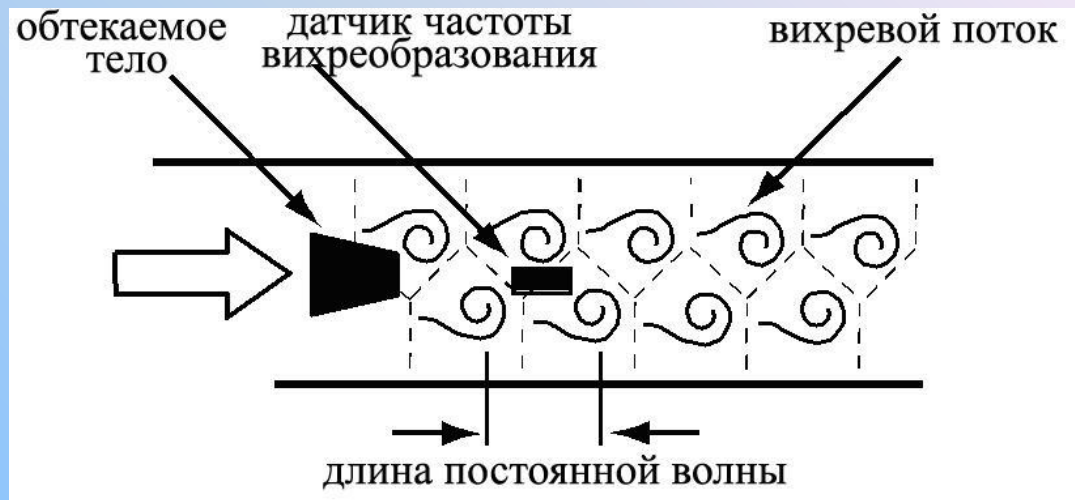
Принцип работы электромагнитного расходомера основан на законе Фарадея.



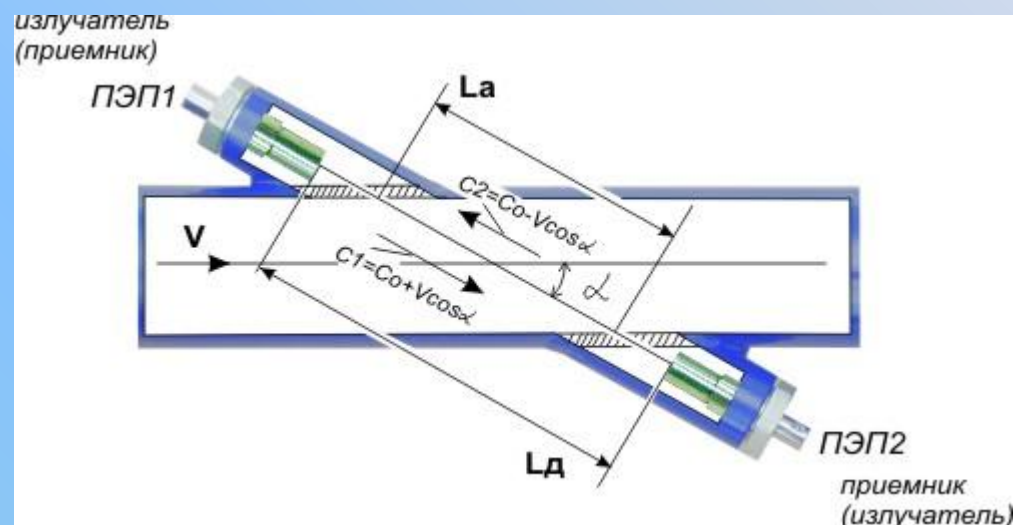


## 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ

Работа **вихревых расходомеров** основана на измерении частоты колебаний, возникающих в потоке в процессе вихреобразования. Такие расходомеры чаще применяются для измерения расхода газов.



**Ультразвуковые расходомеры** жидкости, воды и газа – это расходомеры, принцип действия которых заключается в измерении какого-либо эффекта (в зависимости от расхода), создающего при прохождении акустических колебаний сквозь поток.



## 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ. ДАТЧИКИ

*Поплавковый расходомер* (ротаметр) состоит из конической трубки, расходящейся вверх, внутри которой перемещается поплавок-индикатор

