

# Разработка структурной схемы прибора

---

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

Тип схемы	Определение
Схема структурная	Документ, определяющий основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи
Схема функциональная	Документ, разъясняющий процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия (установки) или изделия (установки) в целом
Схема принципиальная (полная)	Документ, определяющий полный состав элементов и взаимосвязи между ними и, как правило, дающий полное (детальное) представление о принципах работы изделия (установки)
Схема соединений (монтажная)	Документ, показывающий соединения составных частей изделия (установки) и определяющий провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода (разъемы, платы, зажимы и т.п.)
Схема подключения	Документ, показывающий внешние подключения изделия
Схема общая	Документ, определяющий составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации
Схема расположения	Документ, определяющий относительное расположение составных частей изделия (установки), а при необходимости, также жгутов (проводов, кабелей), трубопроводов, световодов и т.п.
Схема объединенная	Документ, содержащий элементы различных типов схем одного вида

**Схема электрическая структурная** позволяет рассмотреть принцип работы устройства или изделия в самом общем виде. На структурной схеме изображают основные **функциональные части (блоки)** изделия, их назначение и линии связи между ними.

---

При разработке радиоэлектронных устройств **проектирование начинается с создания структурной схемы**. Благодаря упрощению схемы изделия удастся на раннем этапе обнаружить ошибки проектирования, перераспределять требования к узлам радиоэлектронного устройства. На структурных схемах предъявляются требования к принципиальным схемам блоков изделия, задаются требования к параметрам входных и выходных сигналов, проверяется реализуемость этих блоков.

Реальное расположение блоков (конструкция) на структурной схеме обычно не учитывается. Кроме того, не уточняется способ связи между блоками (проводная, индуктивная, оптическая и т.п.). Структурная схема должна давать **наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей** в изделии.

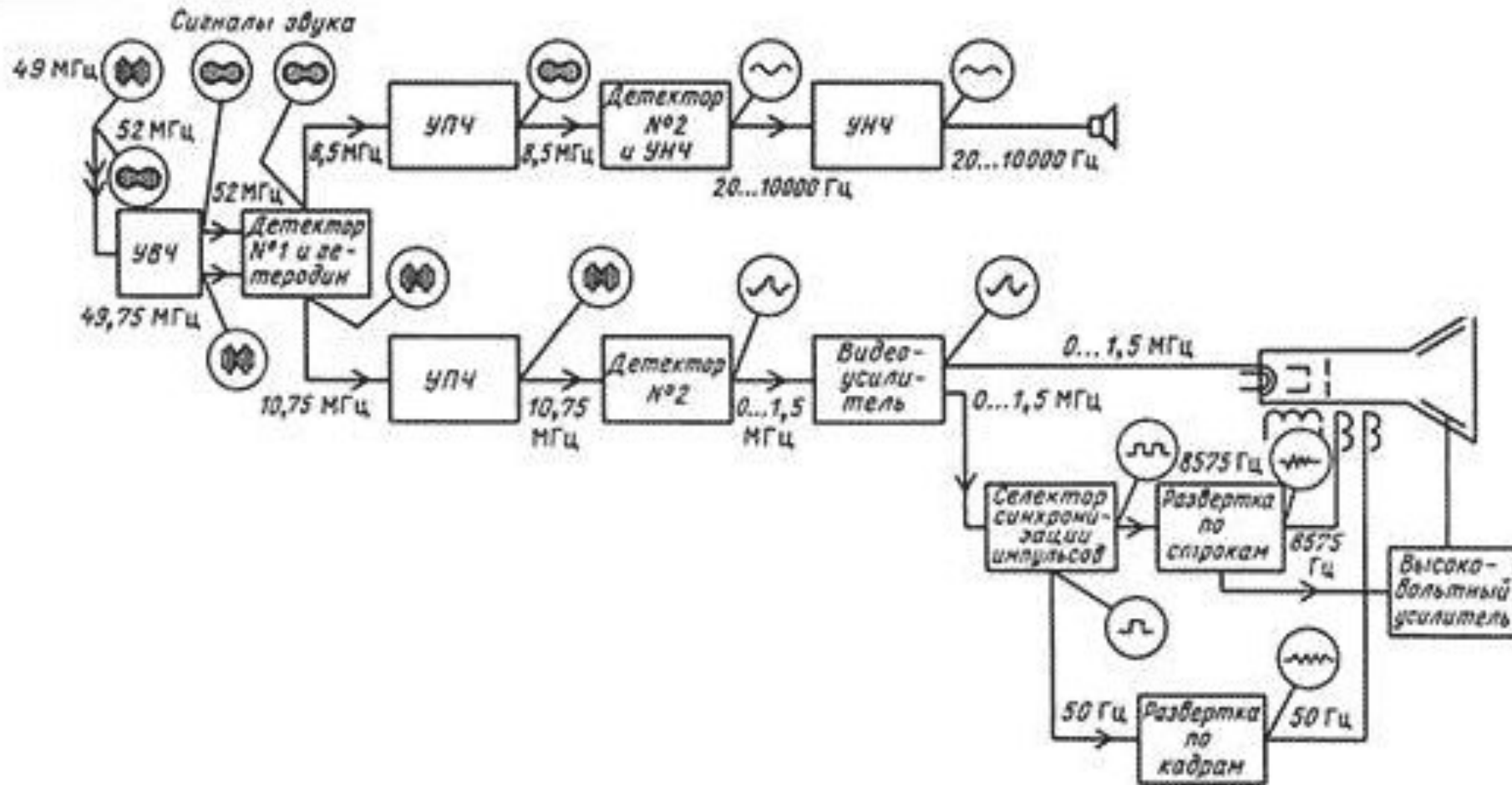
# ВИДЫ СТРУКТУРНЫХ СХЕМ

---

Структурная схема должна давать наглядное представление о последовательности взаимодействия блоков устройства. Сами блоки могут быть выполнены в виде:

- ❖ условно-графических обозначений;
- ❖ прямоугольников;
- ❖ упрощенных внешних;

1E 100'XXXXXX'J89Y

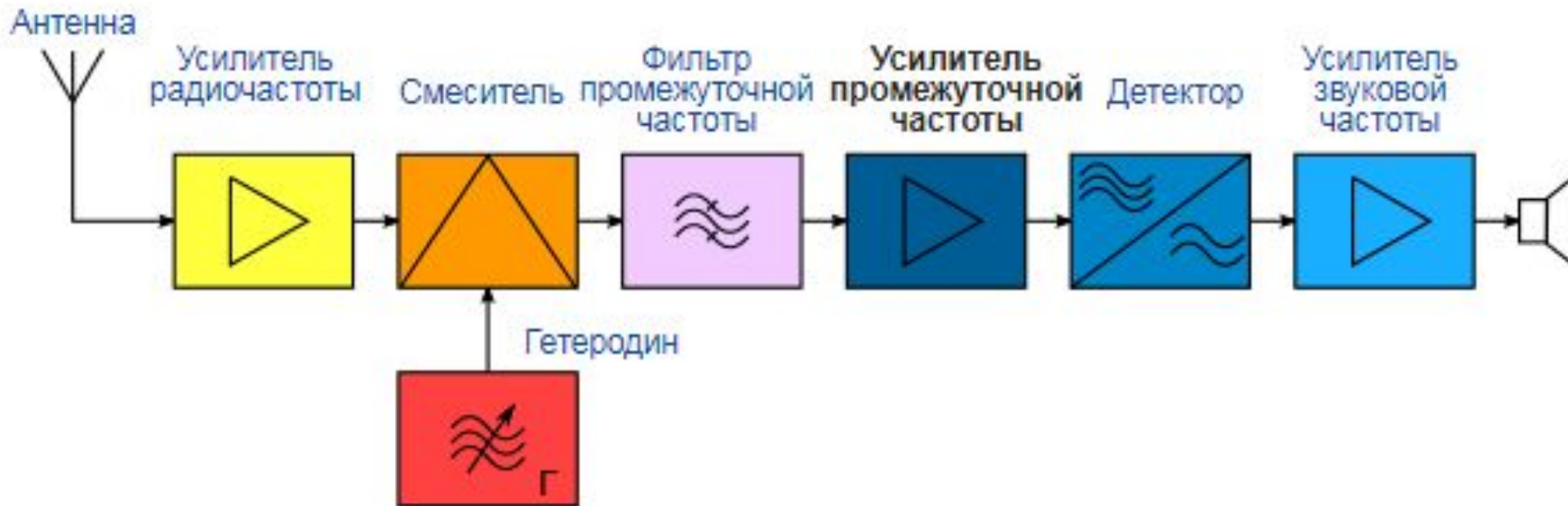


Телевизионный приемник.  
 Схема электрическая  
 структурная

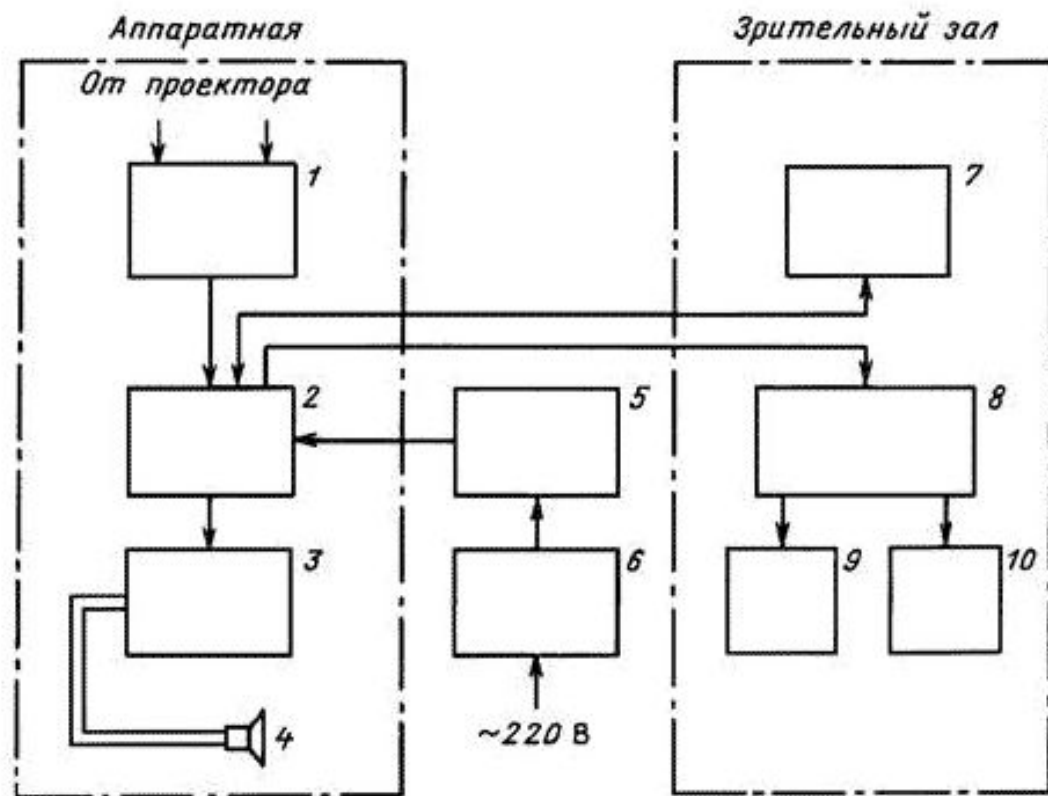
				АБВГ.ХХХХХХ.001 91				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Телевизор Схема электрическая структурная	Лит.	Масса	Масш.
Разраб.								—
Проб.						Лист	Листов 1	
Т. контр.								
И. контр.								
Утв.								

**Супергетеродинный радиоприёмник** (супергетеродин) — один из типов **радиоприёмников**, основанный на принципе преобразования принимаемого сигнала в сигнал фиксированной **промежуточной частоты** (ПЧ) с последующим её **усилением**.

---

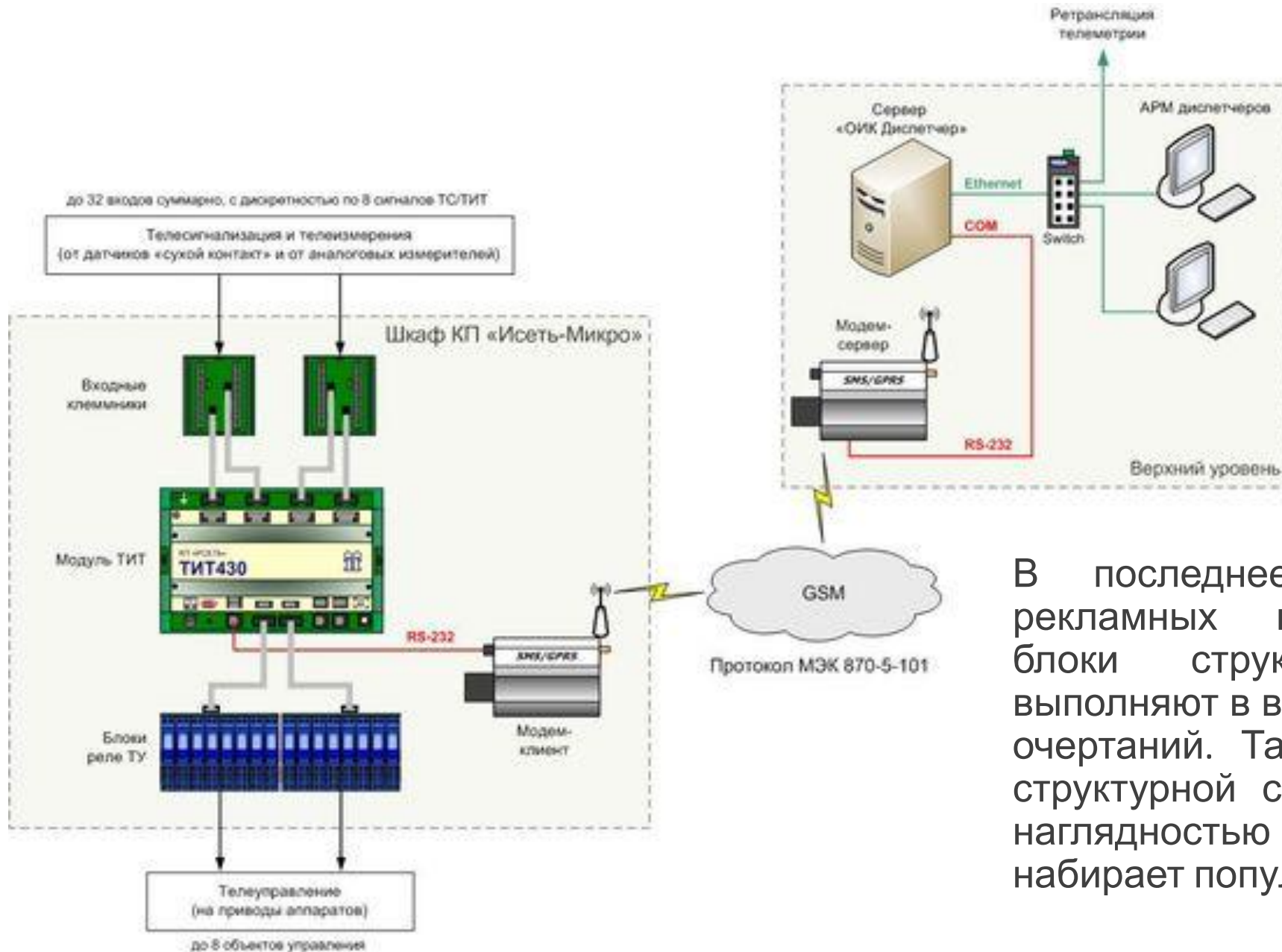


16.000.XXXXXX.000 31



Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
1	Коробка переходная	1	
2	Усилитель	1	
3	Усилитель контрольный	1	
4	Громкоговоритель	1	
5	Выпрямитель селеновый	1	
6	Выпрямитель	1	
7	Регулятор громкости	1	
8	Фильтр	1	
9,10	Громкоговоритель двухполосный	2	



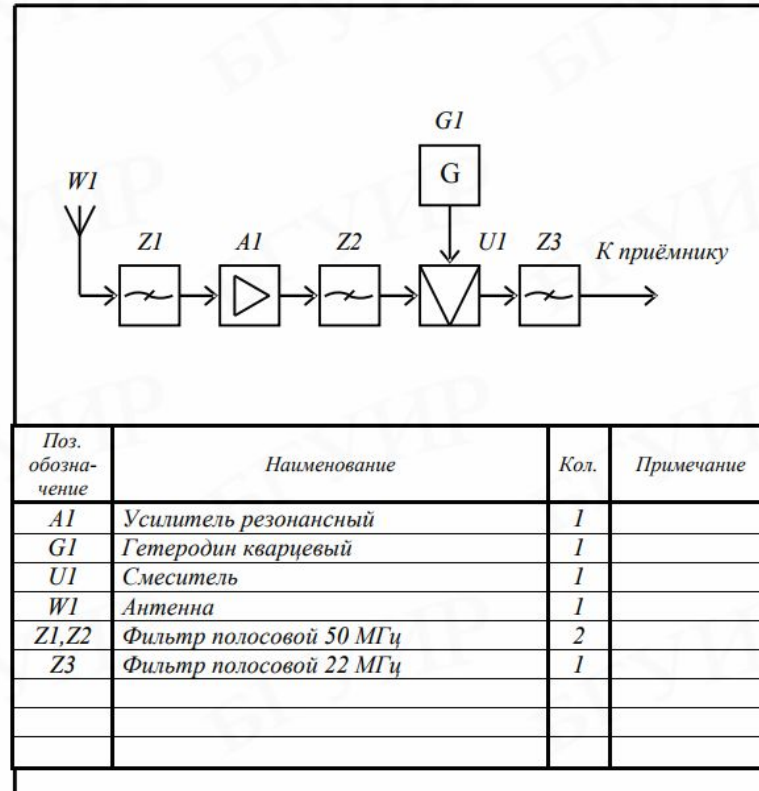


В последнее время особенно в рекламных целях функциональные блоки структурных схем часто выполняют в виде упрощенных внешних очертаний. Такой способ выполнения структурной схемы обладает высокой наглядностью представления, поэтому набирает популярность.



# ОСНОВНЫЕ БЛОКИ СТРУКТУРНЫХ СХЕМ

**БЛОКИ ВАШЕЙ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ БУДУ ЗАВИСИТЬ ОТ ПОСТАВЛЕННОЙ ВАМИ ЗАДАЧИ**



Наименование устройств	Бук- венный код	Условное графическое обозначение
1	2	3
Компаратор, контур колебательный	A	
Усилитель		
Сумматор		
Громкоговоритель	B	
Микрофон		
Головка магнитная		
Устройство задержки	D	
Элемент обратной связи, элемент управления	E	
Генератор, гетеродин	G	
Индикатор цифровой	H	
Модулятор, демодулятор, дискриминатор, смеситель, детектор фазовый	U	
Преобразователь частоты, преобразователь напряжения, детектор частотный, удвоитель частоты, выпрямитель, формирователь импульсов, интегратор		

1	2	3
Корректор частотный	U	
Аттенюатор		
Устройство пороговое		
Антенна	W	
Фильтр	Z	
Примечание: размеры квадрата в условных обозначениях 16×16 мм.		

- 
1. Учёт питания устройства (От сети, от батареи и.т.д.)
  2. Учёт входных и выходных каскадов. (Датчики, согласование каскадов, ЦАП, АЦП)
  3. Поиск патенты на похожие устройства
  4. В структурных схемах стрелками указывается направление взаимодействия

# ЗАДАНИЕ

---

## **Разработать структурную схему Вашего устройства**

### **Содержание страницы отчёта:**

1. Перечисляете варианты схемотехнической реализации (2-3 варианта)
2. Выбираете один вариант, обосновываете его выбор (аргументируете недостатки и достоинства)
3. Описываете основные блоки устройства, принцип работы, рисуете структурную схему

# ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

---

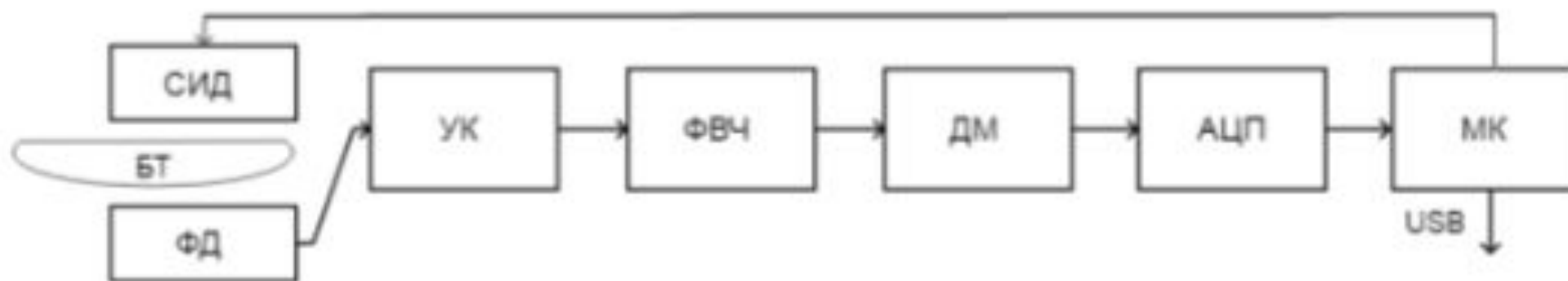
Допустим, устройство – Прибор для диагностики состояния артериальных сосудов, его принцип работы основан на поглощении инфракрасных волн кровяным потоком. (с двумя каналами регистрации)

Есть несколько вариантов разработки устройства для определения состояния артериальных сосудов.

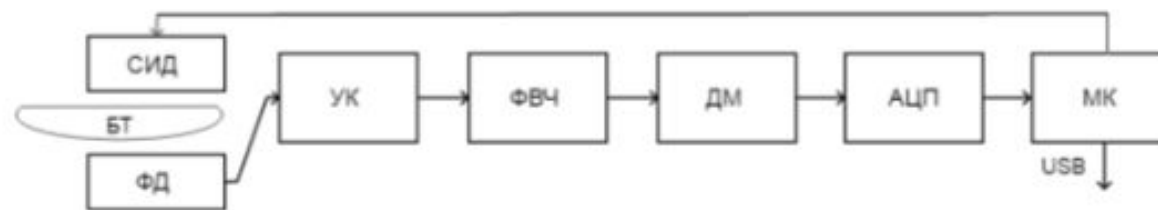
1. Построение на дискретных элементах с использованием усилителей и ФВЧ
2. Построение с использованием сигма-дельта АЦП
3. Построение на микросхеме типа Analog-Front-End

# ВАРИАНТ 1

На рисунке представлена структурная схема, включающая в себя светоизлучающий диод (СИД), фотодиод (ФД), систему усилительных каскадов (УК), фильтр верхних частот (ФВЧ), демодулятор (ДМ), аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и микроконтроллер (МК).







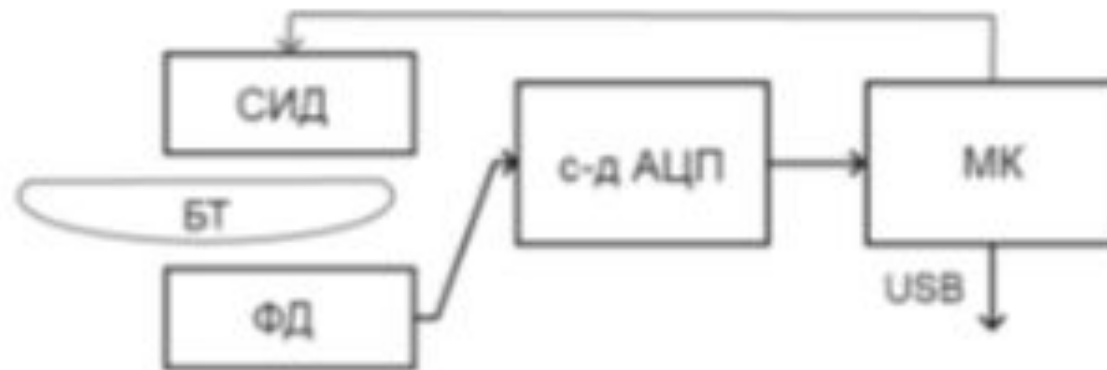
Принцип работы устройства:

Излучатель состоит из светоизлучающего диода, питающегося импульсами тока, формируемыми микроконтроллером. Излучение проходит через биологическую ткань (БТ) (в нашем случае, фаланга пальца) и поступает на фотодиод, включенный в фотогенераторном режиме. Ток, генерируемый диодом поступает на усилительный каскад, усиливается и обрабатывается фильтром высоких частот. Из-за После выделяется огибающая сигнала (формапульсовой волны) с помощью демодулятора, которая поступает на вход аналого-цифрового преобразователя. После преобразования в цифровую форму микроконтроллер осуществляет цифровую фильтрацию и обработку сигнала.

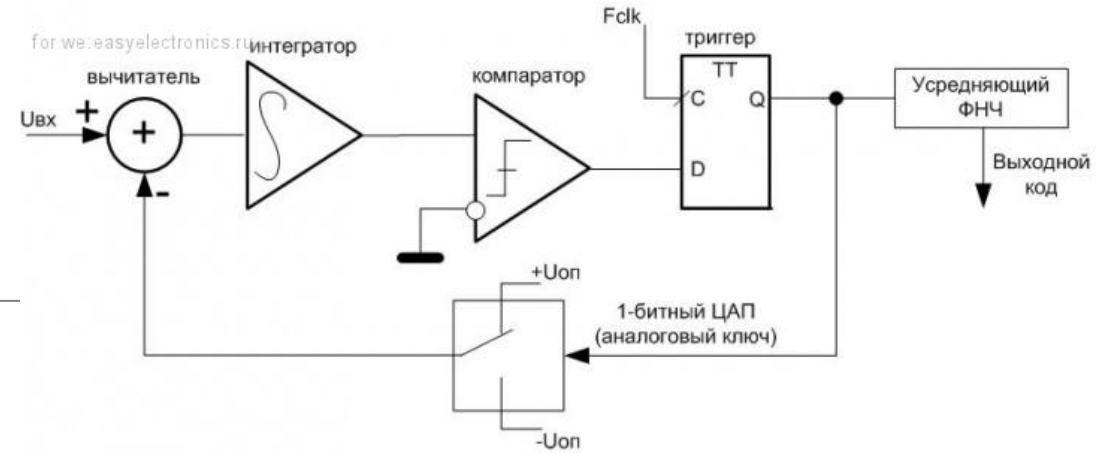
Недостатками схемы является устаревшая реализация, наличие множества дискретных элементов приводит к уменьшению надежности схемы и усложнению ее расчета.

## ВАРИАНТ 2

Использование сигма-дельта АЦП выгодно при низкочастотных сигналах (диапазон частот фотоплетизмограммы - 0,5-15 Гц). Иначе в выходном сигнале будут присутствовать линейные искажения от высших гармоник (которые фильтруются внутренним ФНЧ при низкочастотных сигналах)



Сигма-дельта АЦП состоит из двух частей: модулятор и цифровой ФНЧ. Сигма-дельта АЦП позволяет кодировать малые по амплитуде сигнала, исключая из цепи усилительные каскады. Это позволяет значительно сократить аналоговый тракт.



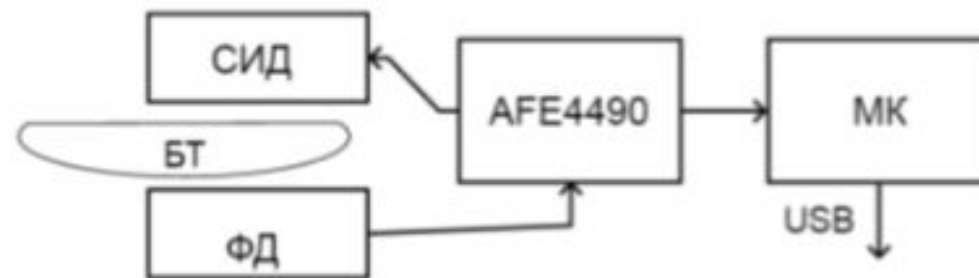
$U_{вх}$  подается на вычитатель, где из него вычитается опорное напряжение  $+U_{оп}$  или  $-U_{оп}$ , в зависимости от того, был ли превышен порог компаратора на предыдущем шаге. Интегратор формирует пилообразное напряжение, наклон пилы зависит от напряжения на выходе вычитателя. Как только пила пересекает уровень нуля, срабатывает компаратор и на следующем такте пила развернется в направлении нуля. Вообще говоря, уровень компаратора может быть любым, главное чтобы пила не подходила близко к уровням  $U_{оп}$ . С выхода компаратора сигнал поступает на тактируемый триггер. Частота тактирования определяет время шага работы модулятора и минимальное время «1» или «0» на выходе модулятора. В конечном итоге частота определяет время преобразования.

Далее сигнал поступает на аналоговый ключ, который коммутируя  $+U_{оп}$  и  $-U_{оп}$  замыкает обратную связь. На вход ФНЧ поступает последовательность нулей и единиц, при этом количество «1» в единицу времени пропорционально  $U_{вх}$ . Так при  $U_{вх} = -U_{оп}$  будут одни нули, при  $U_{вх} = +U_{оп}$  – одни единицы. Нулевому уровню  $U_{вх}$  будет соответствовать равное количество нулей и единиц. Остается только их сосчитать и вычесть уровень нуля равный  $(+U_{оп} - -U_{оп})/2$ .

# ВАРИАНТ 3

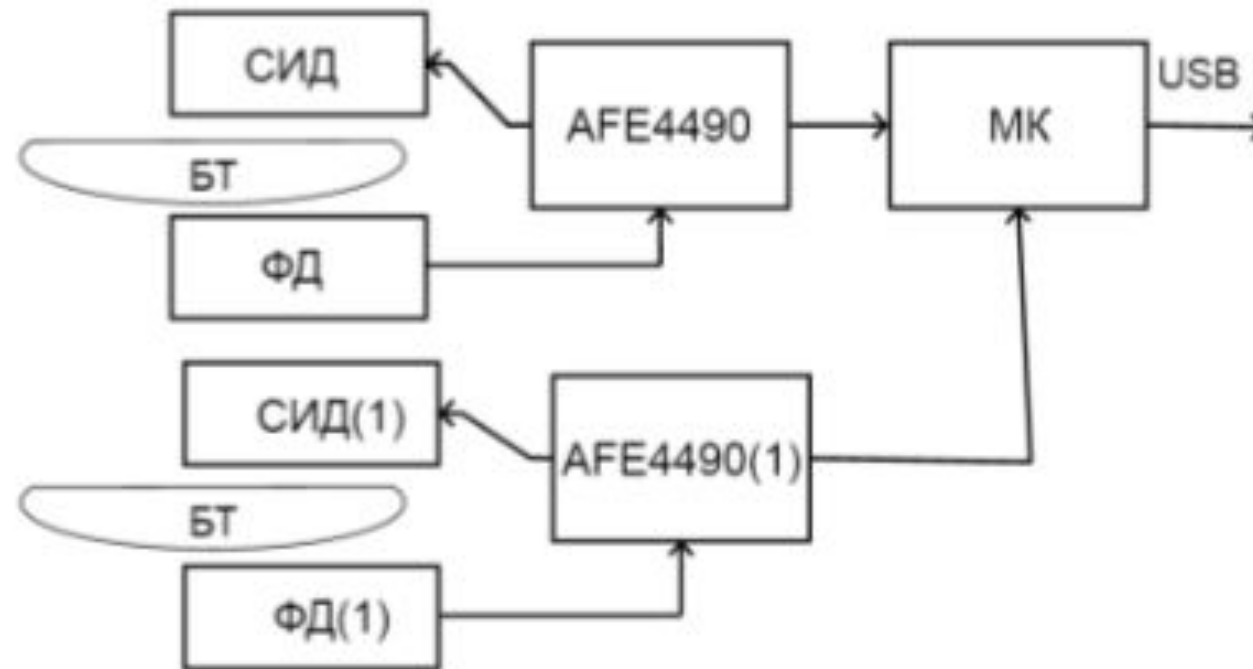
---

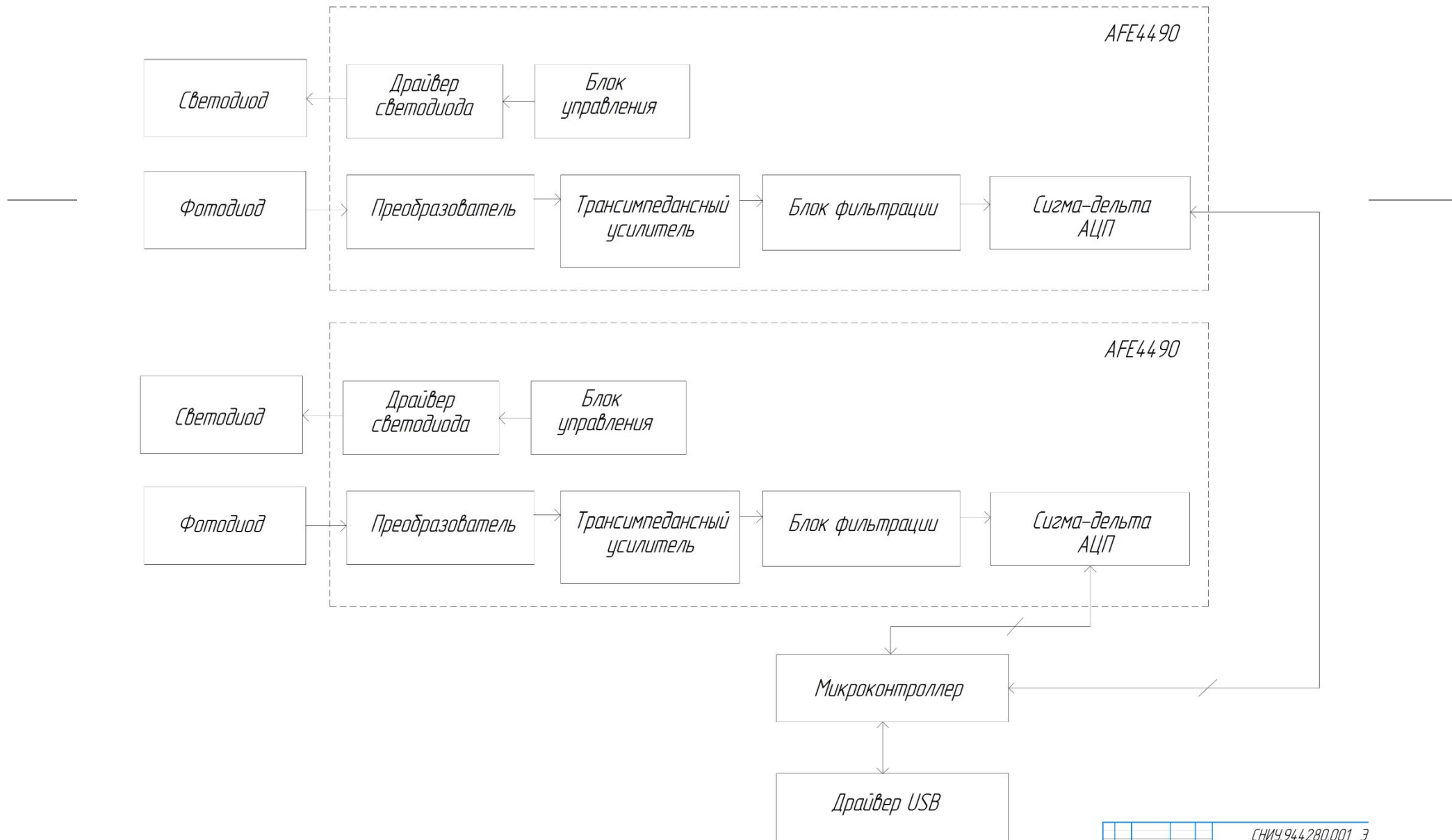
Микросхема AFE4490 предназначена для управления оптическим датчиком и обработки сигнала с фотодиода. В состав микросхемы входят следующие блоки: входной трансимпедансный усилитель, каскад для преобразования тока в напряжения, с регулировкой коэффициента усиления и частоты среза НЧ-фильтра, драйвер светодиода, настраиваемый полосовой фильтр, управляемые каналы для излучающих светодиодов, 22-битный сигма-дельта АЦП а так же модуль диагностики, способный определить обрыв или короткое замыкание в цепи светодиодов и фотоприемника



# Вариант с двумя каналами регистрации

---







# Ещё примеры структурных схем (электронные весы)

---

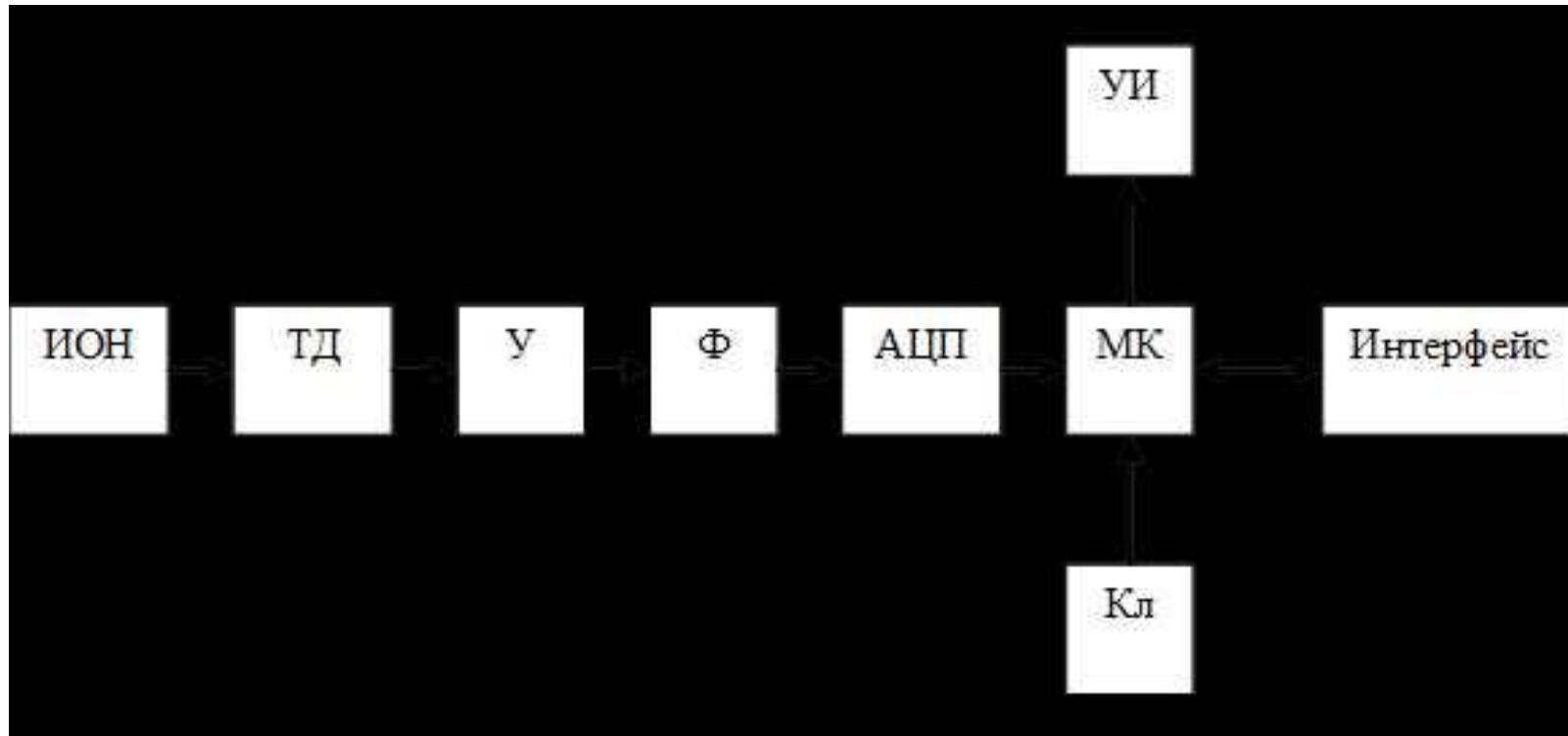
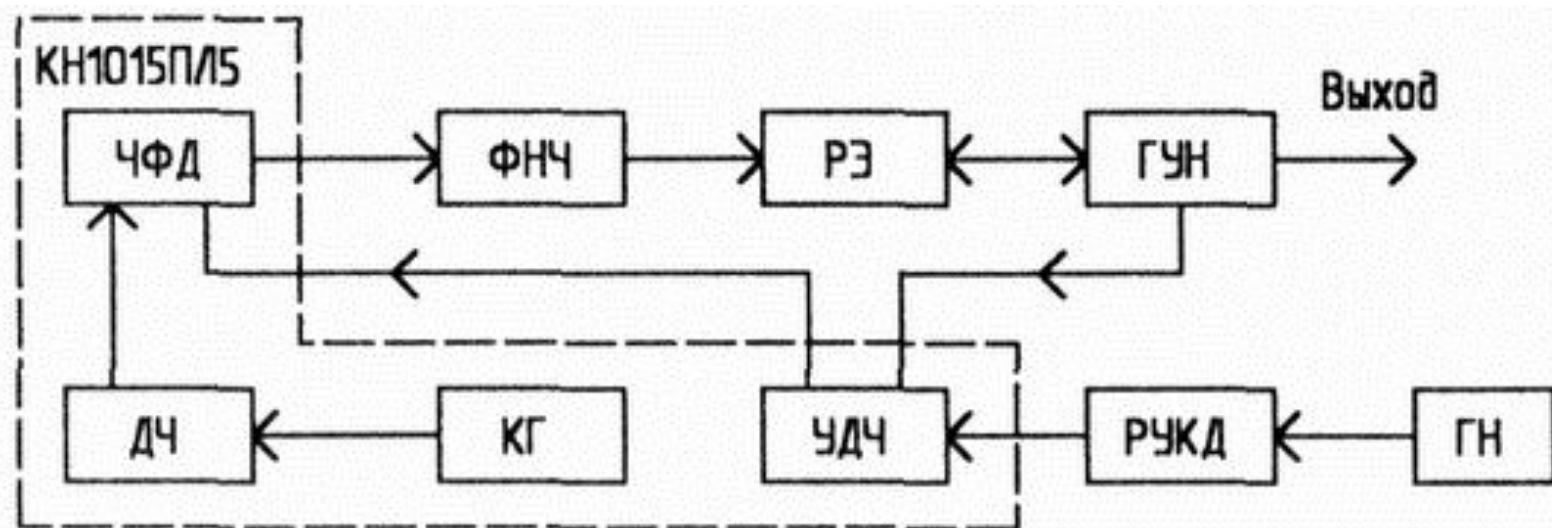
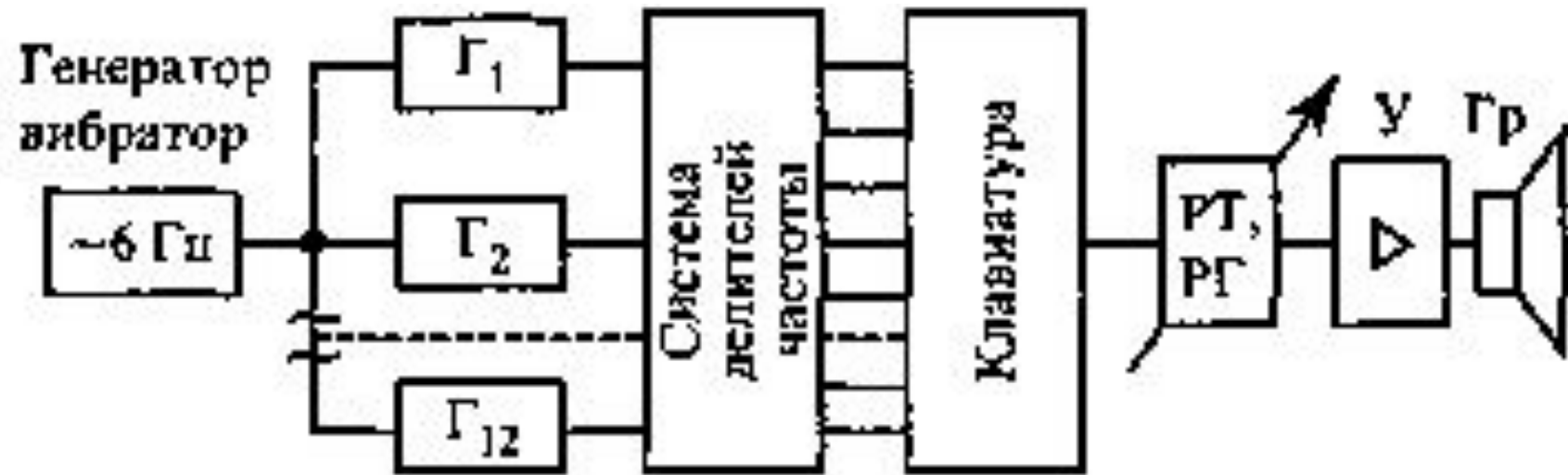


схема электронных весов: ИОН – источник опорного напряжения; ТД – тензометрический датчик; У – усилитель; Ф – фильтр; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; МК – микроконтроллер; УИ – устройство индикации; Кл – клавиатура.

# Синтезатор ор звука



В синтезаторе имеется генератор, управляемый напряжением (ГУН), с выхода которого напряжение нужной частоты подается на смеситель приемника. Перестройка частоты ГУН производится путем подачи постоянного напряжения различной величины на реактивный элемент (РЭ) - обычно варикап. Напряжение с ГУН поступает на управляемый делитель частоты (УДЧ), коэффициент деления которого устанавливается с помощью регистра установки коэффициента деления (РУКД). Состояние этого регистра (код) изменяется с помощью генератора настройки (ГН). Сигнал ГУН после деления его в УДЧ подается на частотно-фазовый детектор (ЧФД), где он сравнивается с частотой опорного генератора, которая образуется путем деления частоты кварцевого генератора (КГ) в соответствующем делителе частоты (ДЧ). С выхода ЧФД сигнал ошибки установки частоты подается через фильтр нижних частот (ФНЧ) на РЭ. Таким образом осуществляется частотно-фазовая подстройка частоты ГУН.



Структурная схема многоголосного ЭМИ:

$\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_{12}$  — генераторы основных частот; РТ — регуляторы тембра; РГ — регуляторы громкости; У — усилитель; Гр — громкоговоритель

---

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**

