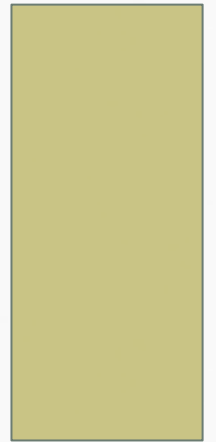


ЭЛЕКТРОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ



ОПРЕДЕЛЕНИЕ

- усилитель электрических сигналов, в усилительных элементах которого используется явление электрической проводимости в газах, вакууме и полупроводниках. Электронный усилитель может представлять собой как самостоятельное устройство, так и блок (функциональный узел) в составе какой-либо аппаратуры — радиоприёмника, магнитофона, измерительного прибора и т. д.



КОМПЛЕКТ УСИЛЕНИЯ ИНТЕРНЕТ



- Комплект для обеспечения выхода в Интернет в отдельно взятых небольших помещениях здания. Состоит из портативного 3G 4G LTE роутера, внешней или внутренней антенны, кабельных сборок и антенных пигтейлов. Усиление антенн приемных 13-26 дБ, длина кабеля - до 15 метров. Автономен - способен работать несколько часов без питания от сети.

УСИЛИТЕЛИ СОТОВОЙ СВЯЗИ КОМПЛЕКТОМ



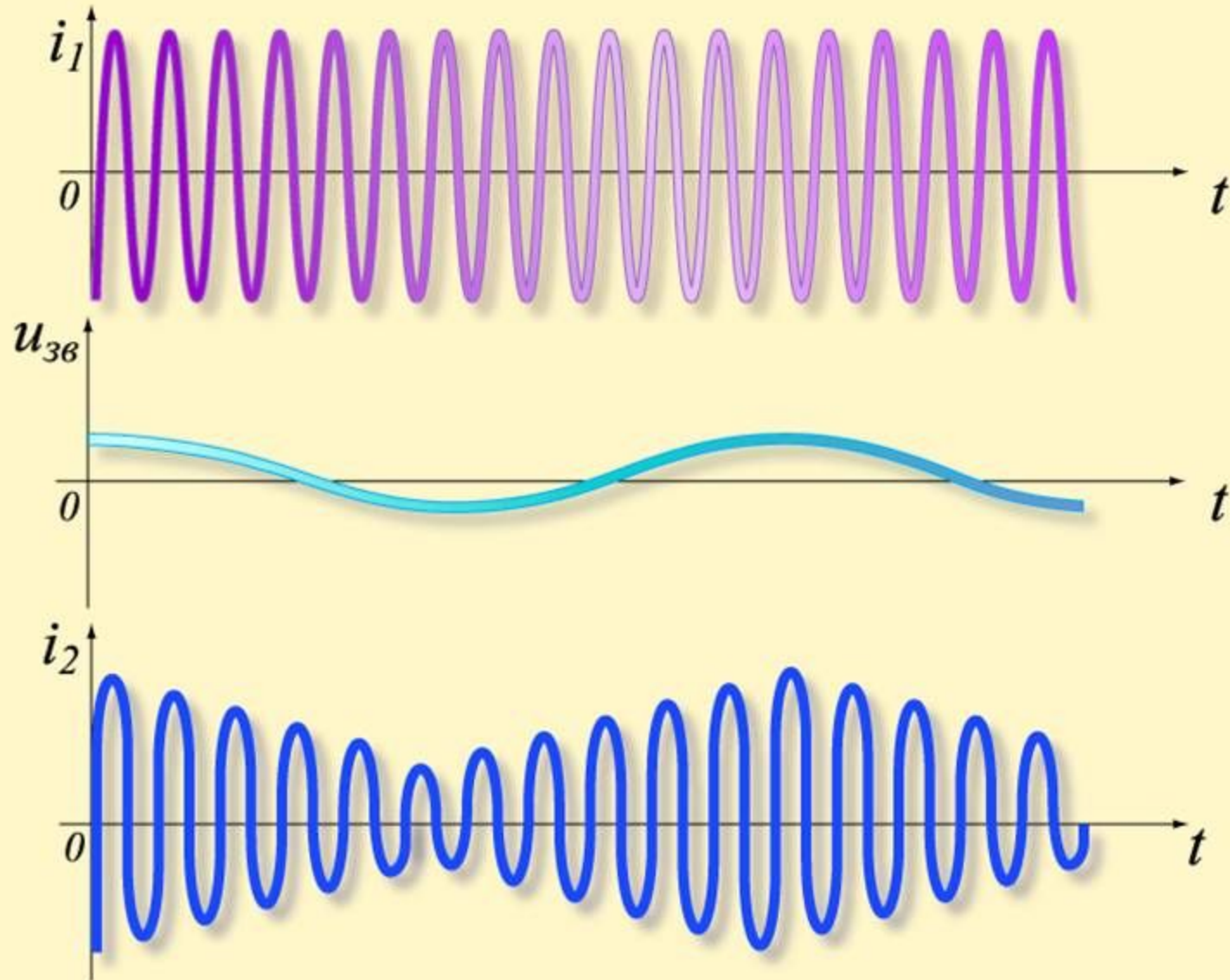
система
усиления со
всеми
необходимыми
комплектующи
ми:
внутренними и
внешними
антеннами,
кабелями
соответствующ
его диаметра
сечения,
переходниками
и крепежом

ИСТОРИЯ

- 1904 год — Ли де Форест на основе созданной им электронной лампы — триода разработал устройство усиления электрических сигналов (усилитель), состоящий из нелинейного элемента (лампы) и статического сопротивления R_a , включенного в анодную цепь.
- 1932 год — Гарри Найквист определил условия устойчивости (способности работать без самовозбуждения) усилителей, охваченных отрицательной обратной связью.
- 1942 год — в США построен первый операционный усилитель — усилитель постоянного тока с симметричным (дифференциальным) входом и значительным собственным коэффициентом усиления (более 1000) как самостоятельное изделие. Основным назначением данного класса усилителей стало его использование в аналоговых вычислительных устройствах для выполнения математических операций над электрическими сигналами. Отсюда его первоначальное название — решающий.

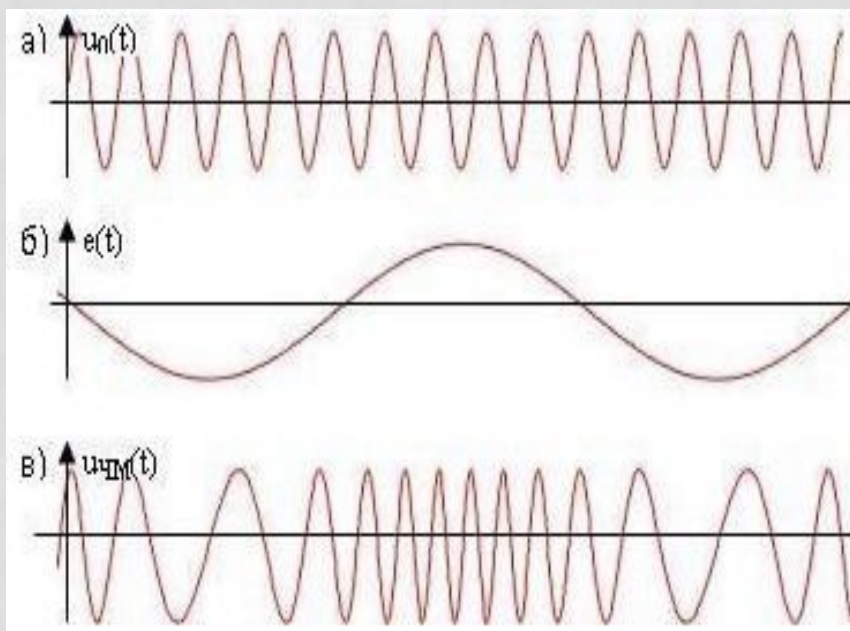
Модуляция.

Амплитудная модуляция.

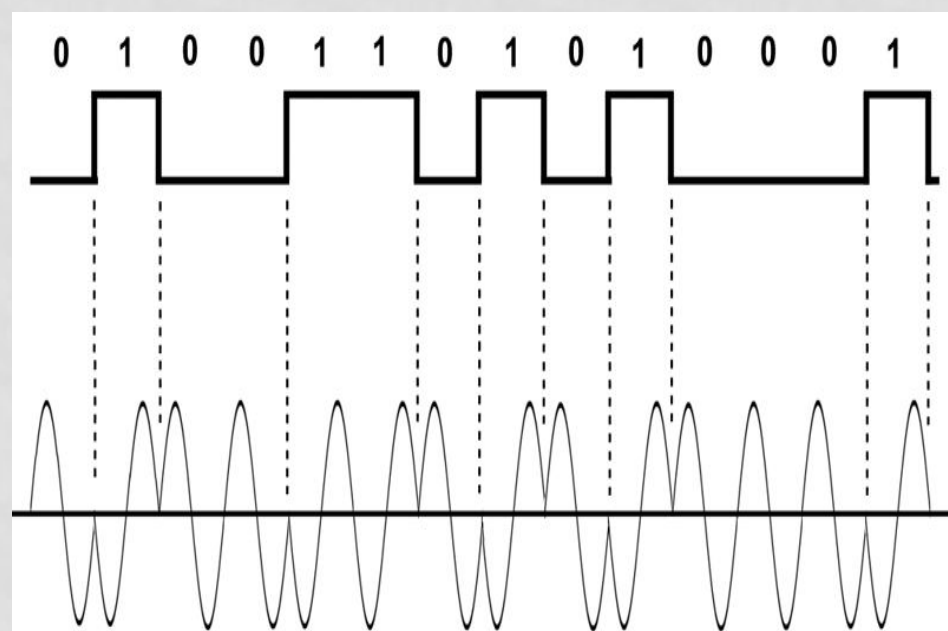


ВИДЫ МОДУЛЯЦИИ

Частотная модуляция



Фазовая модуляция



ДИАПАЗОНЫ В АКУСТИКЕ

- **Инфразвуковой** — ниже 20 Гц.
- **Звуковой** — от 20 Гц до 20 кГц (в него полностью укладывается диапазон средне статистических людей слышимых человеческим ухом частот).
- Более 20 кГц человеческое ухо может услышать диапазон. Изначально с рождения ребёнок слышит ультразвук с частотой более 20 кГц, но после в возрасте происходит уплотнение стен перепонки.
- Более 20 кГц частотный диапазон могут различать несколько видов людей: музыкальный слух, уникальный слух, с обострёнными чувствами и т.д. Так что, с научной точки зрения не могут доказать, как человек может слышать частотный диапазон свыше 20 кГц, поскольку барабанная перепонка с рождения начинает уплотняться. Предел слышимых частот, которые может воспринимать человеческое ухо достигает отметки до 50 кГц. Единичные случаи, так как большинство людей максимум сможет различать до 20 кГц. Поэтому предел человеческих возможностей не имеет предела. Ультразвук возможно услышать, не только благодаря специальными измерительными приборами.
- **Ультразвуковой** — от 20 кГц до 100кГц.
- **Гиперзвуковой** — свыше 100кГц.

ДИАПАЗОНЫ РАДИОВОЛН

Ультра короткие волны			Короткие волны	Средние волны	Длинные волны	Сверх длинные волны
см	дм	м	Декаметровые	Гектометровые	Километровые	мегаметровые
3 - 30 ГГц	300 МГц - 3 ГГц	30 - 300 МГц	3 - 30 МГц	300 кГц - 3 МГц	30 - 300 кГц	3 кГц - 30 кГц и выше
10 - 100 мм	100 мм - 1 м	1 - 10 м	10 - 100 м	100 м - 1 км	1 - 10 км	10 - 100 км и больше

ПРИМЕРЫ ВЫДЕЛЕННЫХ РАДИОДИАПАЗОНОВ

- Диапазон средних волн с амплитудной модуляцией (530—1610 кГц).
- Различные диапазоны коротких волн (5,9—26,1 МГц).
- Гражданский диапазон (26,965—27,405 МГц).
- Частоты телевизионных каналов (48,5—862,0 МГц).
- Диапазон ультракоротких волн с частотной модуляцией (87,5—108 МГц, кроме 76—90 МГц в Японии; в России также 65,9—74 МГц).
- Диапазоны военных частот. 39-60 МГц , (224-280 МГц военная авиация)
- Диапазоны частот гражданской авиации (108-118 навигационные для ILS , VOR)(118—136,975 МГц).
- Международный морской диапазон 156,050-162,025 МГц. Речной диапазон (Россия) 300-337 МГц .

ДИАПАЗОНЫ РАДИОЧАСТОТ В ГРАЖДАНСКОЙ РАДИОСВЯЗИ

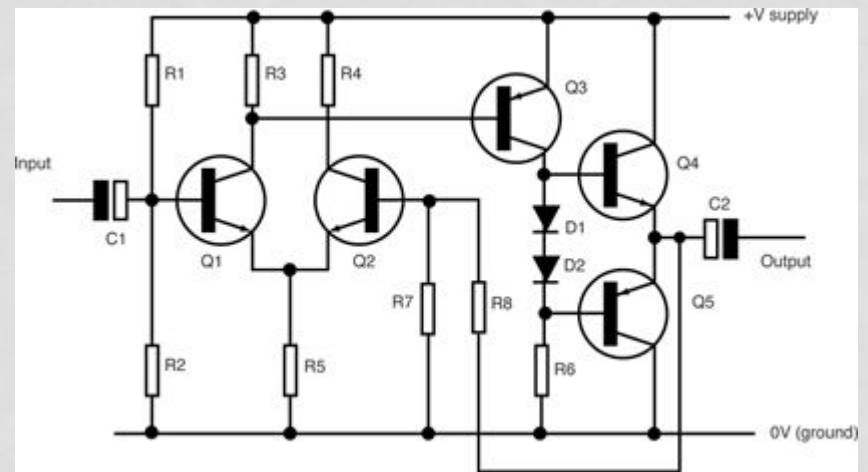
- В России для гражданской радиосвязи с использованием радиоэлектронных устройств, не требующих регистрации в территориальных гос. органах по надзору в сфере связи, выделены три диапазона частот.
- Данные диапазоны совершенно безнаказанно можно использовать в практических целях.
- **27 МГц** (гражданский диапазон), с разрешённой выходной мощностью передатчика до 10 Вт;
- **433 МГц** (LPD), выделено 69 каналов для носимых радиостанций с выходной мощностью передатчика не более 0,01 Вт;
- **446 МГц** (PMR), выделено 8 каналов для носимых радиостанций с выходной мощностью передатчика не более 0,5 Вт.

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Структура усилителя

- Усилитель представляет собой в общем случае последовательность каскадов усиления (бывают и однокаскадные усилители), соединённых между собой прямыми связями

УНЧ с обратной связью. Типичная схема



КАСКАДЫ УСИЛЕНИЯ

- Каскад усиления — ступень усилителя, содержащая один или несколько усилительных элементов, цепи нагрузки и связи с предыдущими или последующими ступенями.
- В качестве усилительных элементов обычно используются электронные лампы или транзисторы (биполярные, полевые)



КАСКАДЫ УСИЛЕНИЯ МОГУТ БЫТЬ ОДНОТАКТНЫМИ И ДВУХТАКТНЫМИ

Однотактный усилитель

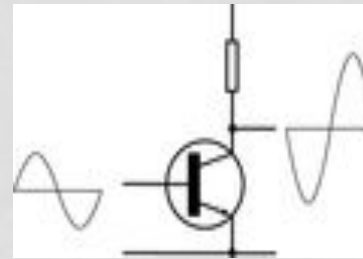
- усилитель, в котором входной сигнал поступает во входную цепь одного усилительного элемента или одной группы элементов, соединённых параллельно.

Двухтактный усилитель

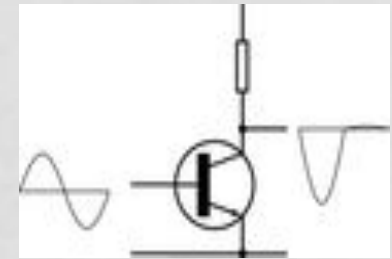
- усилитель, в котором входной сигнал поступает одновременно во входные цепи двух усилительных элементов или двух групп усилительных элементов, соединённых параллельно, со сдвигом по фазе на 180° .

РЕЖИМЫ (КЛАССЫ) МОЩНЫХ УСИЛИТЕЛЬНЫХ КАСКАДОВ

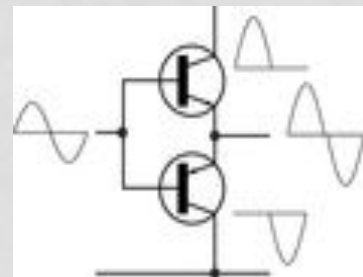
- В зависимости от способа размещения начальной рабочей точки усилительного прибора на статических и динамических характеристиках различают следующие режимы усиления



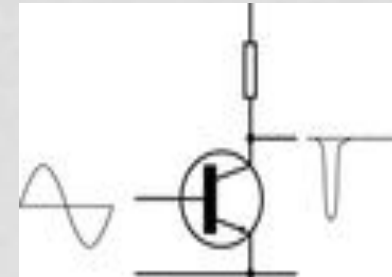
Режим А



Режим В



Режим В,
двухтактный каскад



Режим С

ВИДЫ УСИЛИТЕЛЕЙ ПО ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЕ

Ламповый усилитель



Полупроводниковый усилитель



ВИДЫ УСИЛИТЕЛЕЙ ПО ДИАПАЗОНУ ЧАСТОТ

Усилитель постоянного тока (УПТ)

- усилитель медленно меняющихся входных напряжений или токов, нижняя граничная частота которых равна нулю. Применяется в автоматике, измерительной и аналоговой вычислительной технике.

Усилитель низкой частоты (УНЧ, усилитель звуковой частоты, УЗЧ)

- усилитель, предназначенный для работы в области звукового диапазона частот (иногда также и нижней части ультразвукового, до 200 кГц). Используется преимущественно в технике звукозаписи, звуковоспроизведения, а также в автоматике, измерительной и аналоговой вычислительной технике.

ВИДЫ УСИЛИТЕЛЕЙ ПО ДИАПАЗОНУ ЧАСТОТ

Усилитель высокой частоты (УВЧ, усилитель радиочастоты, УРЧ)

- усилитель сигналов на частотах радиодиапазона. Применяется преимущественно в радиоприёмных и радиопередающих устройствах в радиосвязи, радио- и телевизионного вещания, радиолокации, радионавигации и радиоастрономии, а также в измерительной технике и автоматике

Импульсный усилитель

- усилитель, предназначенный для усиления импульсов тока или напряжения с минимальными искажениями их формы, они имеют очень большую полосу пропускания: верхняя граничная частота нескольких сотен килогерц — нескольких мегагерц, нижняя граничная частота обычно от нуля герц, но иногда от нескольких десятков герц, Для точной передачи формы импульсов усилители должны иметь очень малые фазовые и динамические искажения. Они имеют очень большой коэффициент усиления по мощности. Применяются в импульсных устройствах радиолокации, радионавигации, автоматики и измерительной техники.

ВИДЫ УСИЛИТЕЛЕЙ ПО ПОЛОСЕ ЧАСТОТ

Широкополосный усилитель

- усилитель, дающий одинаковое усиление в широком диапазоне частот



Полосовой усилитель

- усилитель, работающий при фиксированной средней частоте спектра сигнала и приблизительно одинаково усиливающий сигнал в заданной полосе частот

НЕКОТОРЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВИДЫ УСИЛИТЕЛЕЙ

Предварительный усилитель

- усилитель, предназначенный для усиления сигнала до величины, необходимой для нормальной работы оконечного усилителя.



НЕКОТОРЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВИДЫ УСИЛИТЕЛЕЙ

- усилитель, обеспечивающий при определённой внешней нагрузке усиление мощности электромагнитных колебаний до заданного значения.

Оконечный усилитель (усилитель мощности)



НЕКОТОРЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВИДЫ УСИЛИТЕЛЕЙ

Усилитель промежуточной частоты (УПЧ)

- узкополосный усилитель сигнала определённой частоты (456 кГц, 465 кГц, 4 МГц, 5,5 МГц, 6,5 МГц, 10,7 МГц и др.), поступающего с преобразователя частоты радиоприёмника.



УСИЛИТЕЛИ В КАЧЕСТВЕ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Усилители звуковой частоты

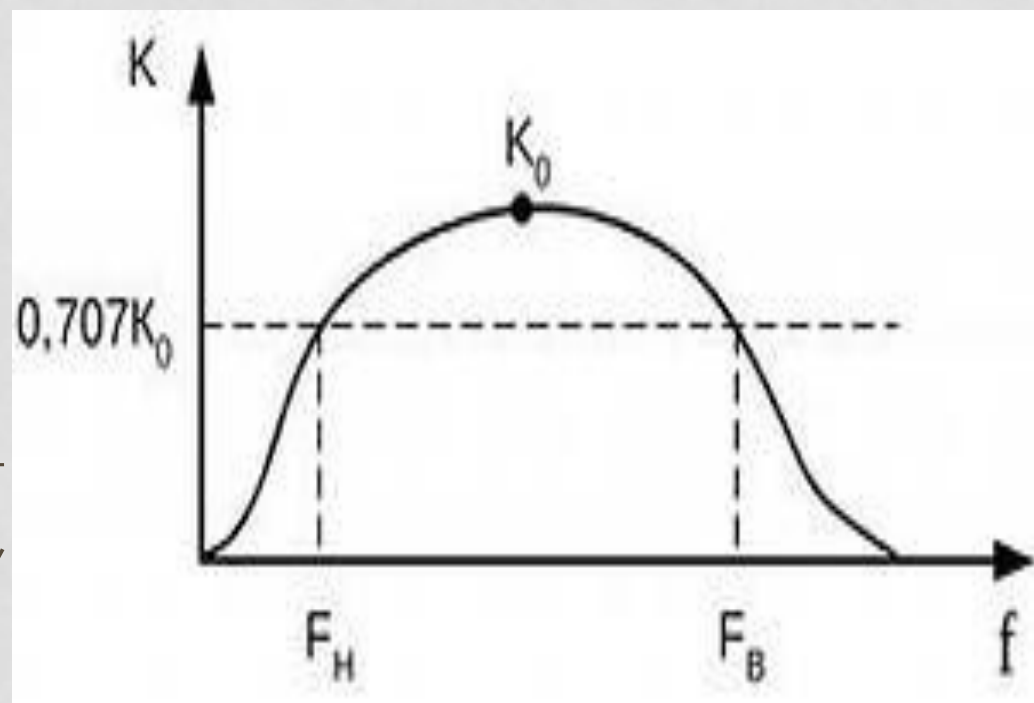
- усилители высокой
верности
воспроизведения Hi-Fi
и наивысшей
верности high end.
Различаются
усилители
предварительные,
оконечные (усилители
мощности) и полные,
сочетающие в себе
свойства
предварительных и
оконечных.

Hi-Fi УНЧ McIntosh MA6800



КОЭФФИЦИЕНТ УСИЛЕНИЯ

- отношение напряжения (тока) на выходе той или иной системы, предназначенной для передачи электрических сигналов, к напряжению (току) на входе: $K_y = U_{\text{ВЫХ}} / U_{\text{ВХ}}$. Коэффициент передачи часто выражают в логарифмическом виде, с использованием десятичного логарифма: $K_y = 20 \lg (U_{\text{ВЫХ}} / U_{\text{ВХ}})$, дБ.



Децибел — логарифмическая единица уровней, затуханий и усилений

ДЕЦИБЕЛЫ «ПО МОЩНОСТИ», «ПО НАПРЯЖЕНИЮ» И «ПО ТОКУ»

$$10 \lg \frac{P_1}{P_0} = 10 \lg \left(\frac{U_1^2 R_0}{U_0^2 R_1} \right)$$

$$20 \lg \frac{I_1}{I_0}$$

$$10 \lg \frac{P_1}{P_0} = 10 \lg \left(\frac{U_1}{U_0} \right)^2 = 20 \lg \frac{U_1}{U_0}$$

- Пусть значение мощности P_1 стало в 2 раза больше исходного значения мощности P_0 , тогда
- $10 \lg(P_1/P_0) = 10 \lg(2) \approx 3,0103 \text{ дБ} \approx 3 \text{ дБ}$,
- то есть рост мощности на 3 дБ означает её увеличение в 2 раза.

РЕКОМЕНДАЦИИ

- Операции с децибелами можно выполнять в уме

$$6 \text{ дБ} = 3 \text{ дБ} + 3 \text{ дБ} \rightarrow \text{в } 2 \cdot 2 = \text{в } 4\text{р}$$

$$9 \text{ дБ} = 3\text{дБ} + 3\text{дБ} + 3\text{дБ} \rightarrow \text{в } 2 \cdot 2 \cdot 2 = \text{в } 8\text{р}$$

$$12 \text{ дБ} = 4 \cdot (3 \text{ дБ}) \rightarrow \text{в } 2^4 = \text{в } 16 \text{ р}$$

$$13 \text{ дБ} = 10\text{дБ} + 3\text{дБ} \rightarrow \text{в } 10 \cdot 2 = \text{в } 20 \text{ р}$$

$$30 \text{ дБ} = 3 \cdot (10 \text{ дБ}) \rightarrow \text{в } 10^3 = \text{в } 1000 \text{ р}$$

- 1 дБ \rightarrow в 1,25 раза,
- 3 дБ \rightarrow в 2 раза,
- 6 дБ \rightarrow в 4 раза,
- 9 дБ \rightarrow в 8 раз,
- 10 дБ \rightarrow в 10 раз,
- 12 дБ \rightarrow в 16 раз,
- 15 дБ \rightarrow в 32 раз,
- 18 дБ \rightarrow в 64 раз,
- 20 дБ \rightarrow в 100 раз.