

**Могильников Юрий Валерьевич**

ассистент

**Феданов Николай Сергеевич**

студент

**Нуременова Махаббат Серкжановна**

студентка

ФГБОУ ВО «Уральский государственный

университет путей сообщения»

г. Екатеринбург, Свердловская область

## **ВЛИЯНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ**

***Аннотация:** в данной статье авторами рассматривается вопрос сравнения расчетных и экспериментальных значений коэффициента усиления и искажений в любом диапазоне рабочих частот усилителя. Отмечаются плюсы и минусы того и другого метода в образовательном процессе.*

***Ключевые слова:** транзисторный усилитель, коэффициент усиления, полоса пропускания, амплитудно-частотная характеристика, коэффициент частотных искажений, программа Multisim, децибел, осциллограф, анкетирование студентов.*

При изучении транзисторного усилителя основным параметром является коэффициент усиления  $K$ . Коэффициент усиления можно определить как отношение выходного напряжения к входному. Так как выходной и входной сигнал выражаются в одних и тех же единицах (В), то коэффициент усиления является величиной безразмерной.

Амплитудно-частотная характеристика усилителя в общем виде представлена на рисунке.

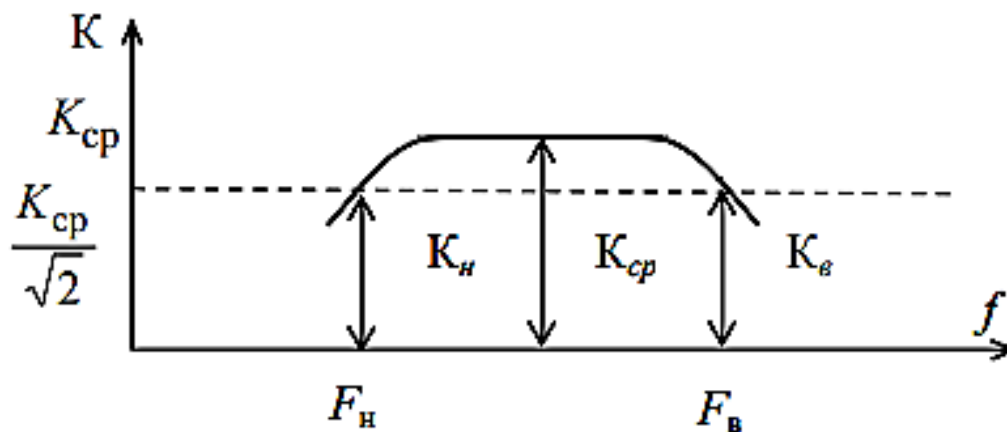


Рис. 1. Амплитудно-частотная характеристика усилителя

Полосой пропускания называется рабочий диапазон частот усилителя, внутри которого коэффициент усиления можно считать постоянным. Полоса пропускания лежит между низшей  $f_n$  и высшей  $f_v$  граничными частотами. Граничные частоты определяют уменьшение коэффициента усиления на заданную величину от своего максимального значения  $K_{ср}$  на средней частоте  $f_{ср}$ .

С помощью амплитудно-частотной характеристики можно определить частотные искажения в любом диапазоне рабочих частот усилителя. Для этого вводят понятие «коэффициент частотных искажений». На данной частоте  $f$  он равен

$$M = \frac{K_{иср}}{K_{uf}}. \quad (1)$$

В данной формуле  $K_{uf}$  это коэффициент усиления по напряжению на данной частоте. Поскольку наибольшие частотные искажения имеем на границах рабочего диапазона, то при расчете усилителя, как правило, задают коэффициенты частотных искажений на низшей и высшей граничных частотах, т. е.

$$M_n = \frac{K_{иср}}{K_{ун}}, M_v = \frac{K_{иср}}{K_{ув}}, \quad (2)$$

где  $K_{ув}$  и  $K_{ун}$  – коэффициенты усиления по напряжению на высшей и низшей граничных частотах соответственно.

Обычно принимают  $M_n = M_v = \sqrt{2}$ , т. е. на граничных частотах коэффициент усиления по напряжению уменьшается до уровня 0,707 значения коэффициента усиления на средней частоте.

С помощью программы Multisim мы спроектировали транзисторный усилитель. Схема данного устройства приведена на рисунке 2.

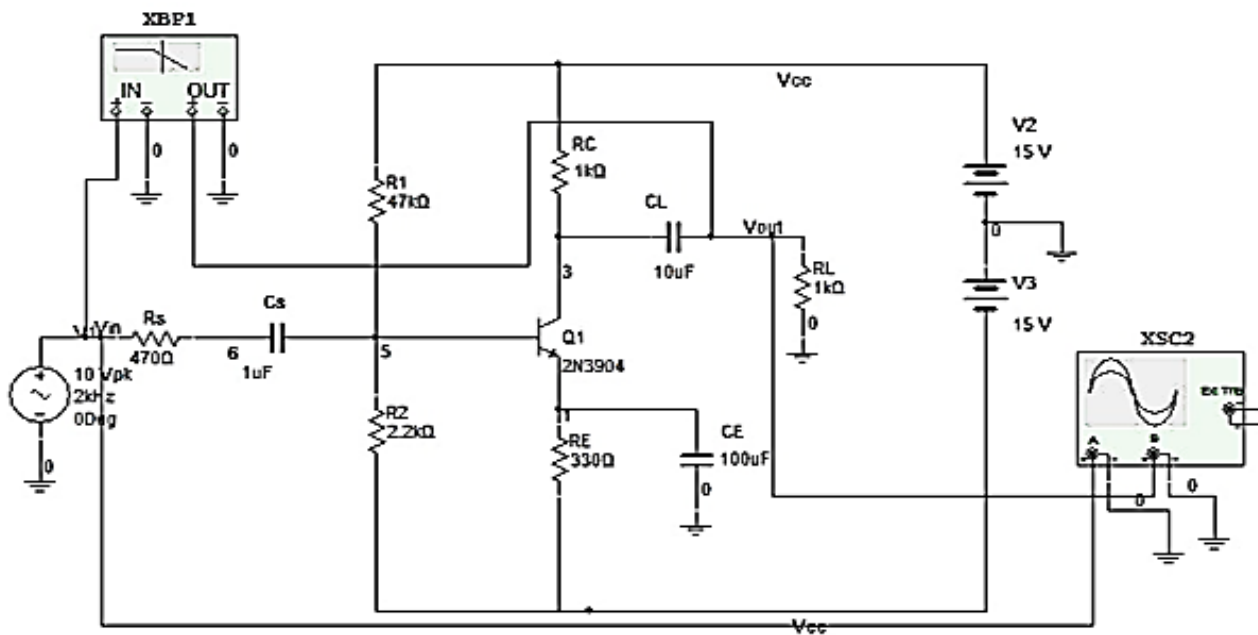


Рис. 2. Схема устройства

Благодаря встроенным измерительным устройствам программы, мы получили частотную зависимость коэффициента усиления схемы в диапазоне от 2 Гц до 200 МГц. Определили, что коэффициент усиления на средних частотах примерно составляет 26 дБ (Рисунок 3).

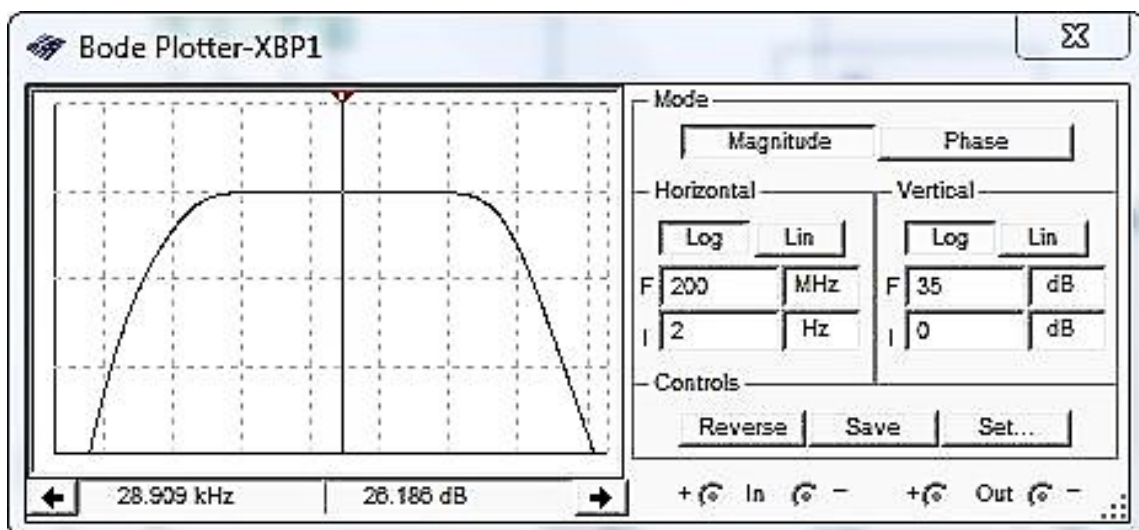


Рис.3. Определение коэффициента усиления нас средних частотах

Также мы определили верхнюю и нижнюю граничные частоты, соответствующие снижению усиления на 2 дБ (Рисунок 4).

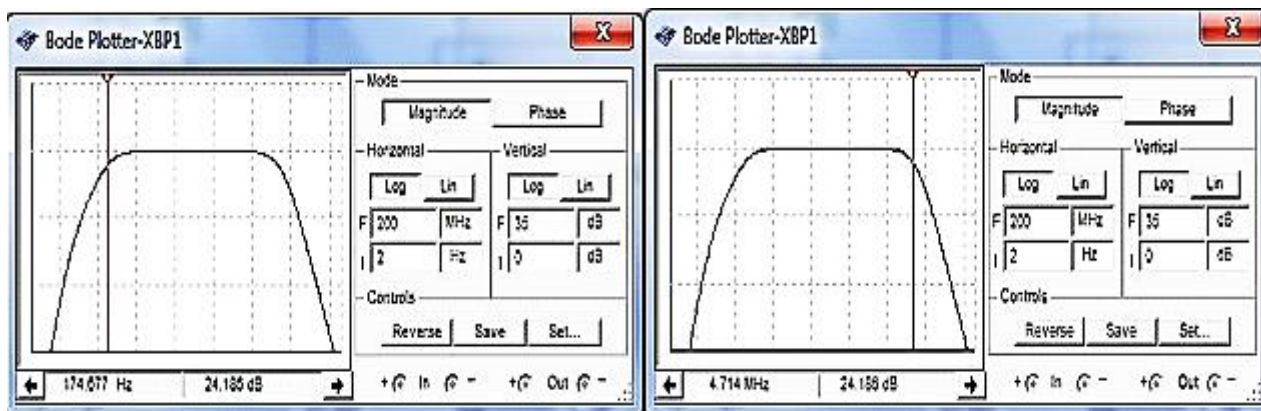


Рис. 4. Определение верхней и нижней граничных частот

Усиление составляет 26,186 дБ, поэтому коэффициент усиления при снижении на 2 дБ составляет 24,186 дБ. Как видим нижнее значение частоты составляет 174,677 Гц, а верхнее значение 4,714 МГц.

Переход от разов к децибелам можно осуществить по следующей формуле:

$$n = 20 \log_{10} \left( \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВХ}}} \right), \quad (3)$$

где  $n$  – значение в децибелах.

На практике чаще всего приходится переходить от децибел к разам. Для этого есть простая формула:

$$\frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВХ}}} = 10^{\frac{n}{20}}. \quad (4)$$

Например, 1дБ равен  $10^{(1\text{дБ} / 20)} = 1,12$  раза.

Аналогично, при 26,2 дБ:  $10^{(26,2\text{дБ} / 20)} = 20,42$  раза.

Также мы определили коэффициент усиления усилителя с такими же параметрами на практике. Для этого мы собрали схему на лабораторном стенде (Рисунок 5).

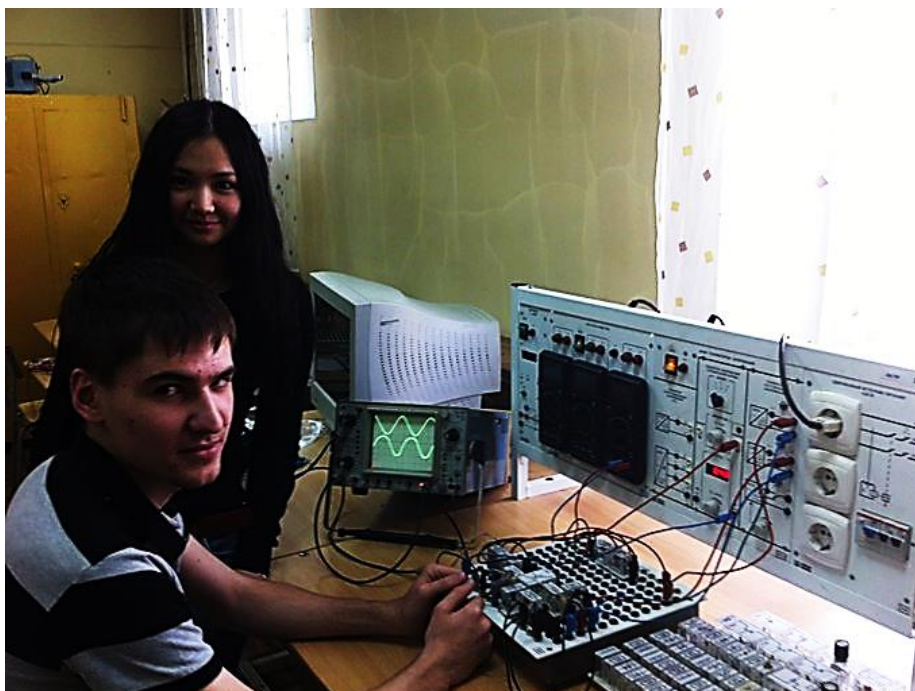


Рис. 5. Измерение на лабораторном стенде

С помощью осциллографа определили по кривым входного и выходного напряжений экспериментальное значение  $K$ .

Расчетное значение –  $26,2 \text{ дБ} = 20,42$  раза.

Экспериментальное значение –  $28 \text{ дБ} = 25$  раза.

Как мы видим присутствует немалая погрешность.

При определении коэффициента усиления усилителя двумя способами нам показался легким первый способ – программа Multisim. Во-первых, программа более наглядно показывает результаты опыта с помощью различных встроенных виртуальных измерительных приборов. Также при этом расходуется значительно меньше времени, в то время как при практическом выполнении опыта много времени уходит на сборку схемы, настройку осциллографа и т. д.

И мы решили узнать мнение наших одногруппников. Нами было проведено анкетирование среди студентов, в котором приняло участие 20 человек. Анкетирование включало в себя три вопроса:

1. Как вы считаете, влияют измерительные приборы на точность измерений?

2. Нравится ли вам работать в программе Multisim?

3. Как вы считаете, какой метод измерений понятен и интересен в образовательном процессе?



Рис. 6. Результаты ответов на первый вопрос

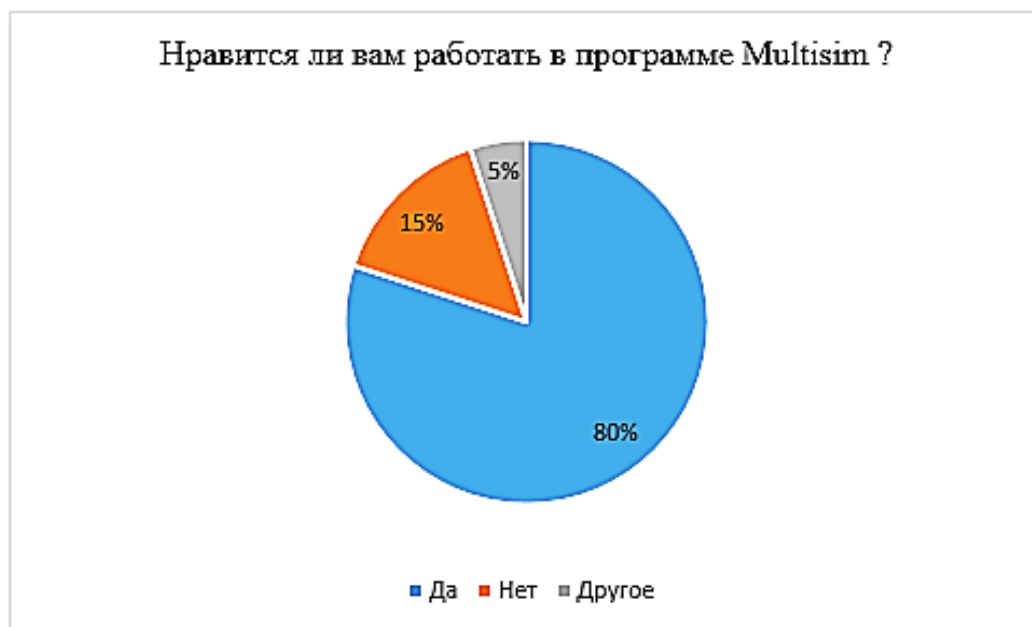


Рис. 7. Результаты ответа на второй вопрос

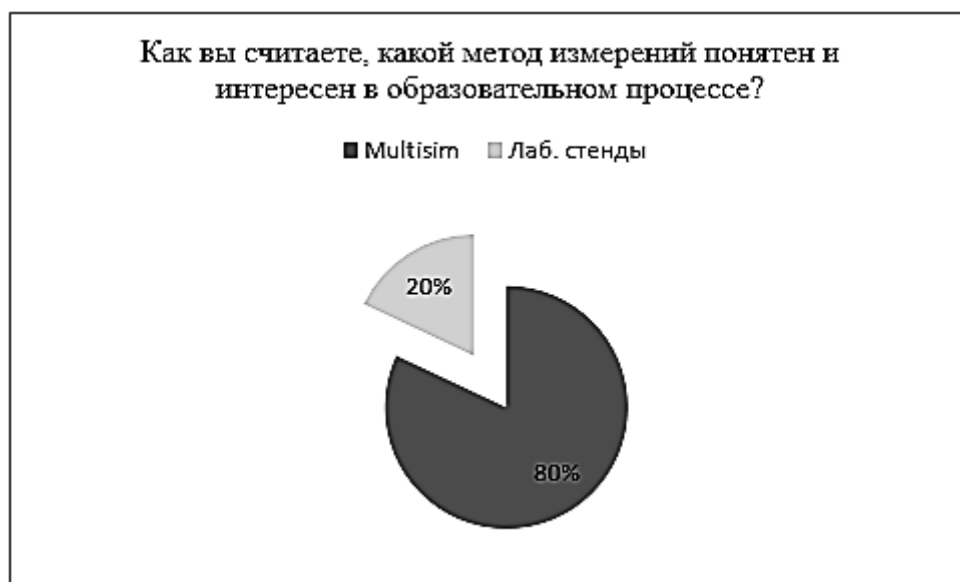


Рис. 8. Результаты ответа на третий вопрос

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод о том, что большинству студентов было интереснее и полезнее для понимания работать в программе Multisim. Многие студенты считают, что на компьютере это все нагляднее, быстрее и при этом получается меньше погрешностей. Но есть и те, которые предпочитают собирать схему своими руками, снимать показания со стендов и производить расчеты вручную.

### ***Список литературы***

1. Королёв Г.В. Электронные устройства автоматики / Г.В. Королёв // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://inethub.olvi.net.ua>