Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

Новосибирский государственный технический университет

Кафедра Автоматики

**Отчет по лабораторной работе № 4**

**«Операционные усилители»**

по дисциплине «Электроника»

|  |  |
| --- | --- |
| Выполнили:  Захаров Богдан  Гаськов Николай  Назаров Михаил  Чурикова Любовь  Яковлева Софья  Группа: АВТ-813 | Преподаватель: Шахтшнейдер В. Г. |

Новосибирск

2020

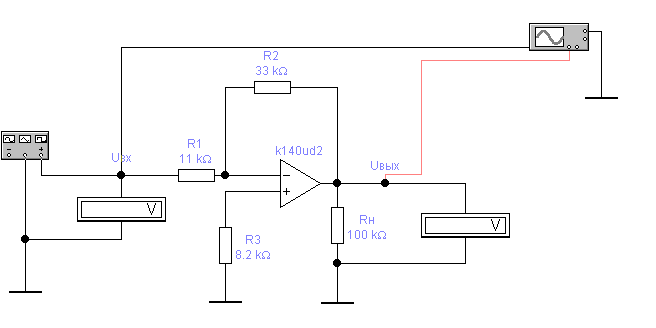
**Лабораторная работа №4: операционные усилители.**

# 1. Инвертирующий масштабирующий усилитель (ИМУ)

Откройте файл **OU\_inv.ewb**.

Операционный усилитель – реальный. Значения сопротивлений R1, R2, R3, тип операционного усилителя выбираются из таблицы (см. номер варианта).

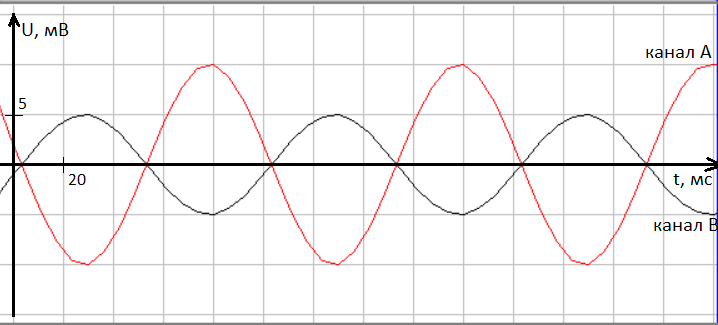
|  |  |
| --- | --- |
| **№ варианта** | **3** |
| Тип ОУ | K140УД8 |
| R1, кОм | 18 |
| R2, кОм | 36 |
| R3, кОм | 12 |

1.1 В столбец *Идеальный ОУ* внесите параметры идеального ОУ, соответствующие теории.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | Идеальный ОУ | Реальный ОУ |
| Коэффициент усиления (А) | ∞ | 30000 |
| Входное сопротивление (RI) | ∞ | 2e+07 |
| Выходное сопротивление (RO) | 0 | 200 |
| Макс. выходное напряжение (VSW) | ∞ | 10 |
| Напряжение смещения нуля (VOS) | 0 | 0.02 |
| Входные токи (IBS) | 0 | 2e-10 |
| Разность входных токов (IOS) | 0 | 1e-10 |
| Скорость нарастания вых.напряжения (SR) | ∞ | 5e+06 |

Подадим на вход схемы синусоидальное напряжение амплитудой 5 мВ и частотой

1 кГц:



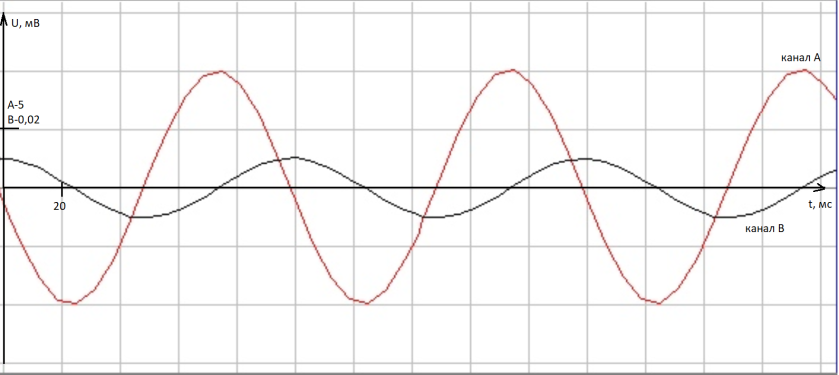
Осциллограмма входного и выходного напряжений

Разность фаз между входным и выходным напряжениями 𝛥𝜑 = 180°, так как усилитель инвертирующий.

Расчетный коэффициент усиления:

*Экспериментальный коэффициент усиления:*

Подключим канал В осциллографа к клемме «-» ОУ



Постоянная составляющая выходного напряжения (экспериментальная):

Постоянная составляющая выходного напряжения (теоретическая):

1.7 Подключите вход инвертирующего масштабирующего усилителя к функциональному генератору. Подайте на вход схемы двухполярное пилообразное напряжение частотой 1Гц и амплитудой согласно варианту:

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант | 3 |
| Амплитуда (В) | 8 В |

Используя курсор и информационное табло осциллографа снимите зависимость и . (Амплитуда Uвх должна изменяться от –Uвх макс до +Uвх макс)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Uвых (В) | -9.9675 | -9.9552 | -4.5742 | -0.3734 |
| Uвх (В) | 7.7322 | 6.3868 | 2.2708 | 0.1746 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Uвых (В) | 4.1429 | 7.6854 | 10.0602 | 10.0641 |
| Uвх (В) | -2.0819 | -3.8528 | -5.4608 | -7.5967 |

Построим график зависимости Uвых от Uвх.

Искажение формы выходного сигнала начинается при значении 𝑈вх ≈ 6.39 В, Uвx≈-5,46 так как выходное напряжение при данных 𝑈вх достигает максимального допустимого значения.

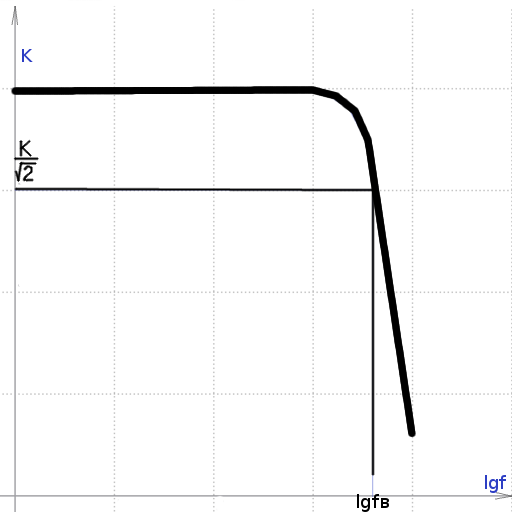
Искажения формы напряжения U– не происходит, потому что U– не зависит от 𝑈вых.

Напряжением U- можно пренебречь, если усилитель работает в линейном режиме, то есть U– = U+ = 0.

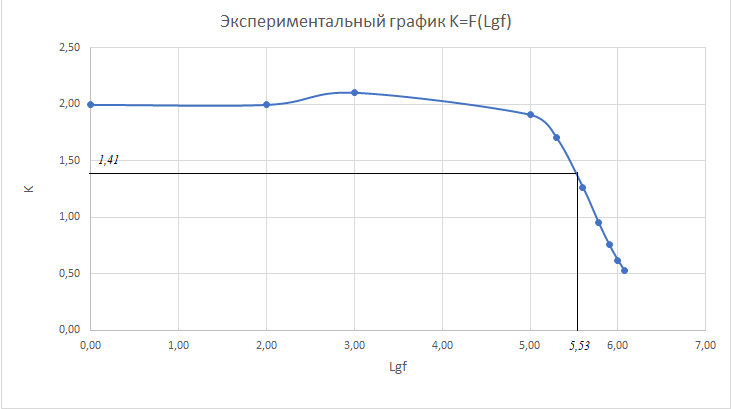
Подадим на вход схемы синусоидальное напряжение амплитудой 5 мВ. Построим зависимость выходного напряжения от частоты 

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f | 1 Гц | 100Гц | 1кГц | 100кГц | 200кГц | 400кГц | 600кГц | 800кГц | 1МГц | 1,2МГц |
| Lgf | 0 | 2 | 3 | 5 | 5,3010 29996 | 5,6020 59991 | 5,7781 5125 | 5,9030 89987 | 6 | 6,07912 |
| Uвых (мВ) | 7,071 | 7,071 | 7,072 | 6,761 | 6,033 | 4,479 | 3,387 | 2,678 | 2,200 | 1,861 |
| Uвх(мВ) | 3,535 | 3,535 | 3,536 | 3,536 | 3,535 | 3,536 | 3,535 | 3,535 | 3,536 | 3,535 |
| K=Uвых/Uвх | 1,9997 | 1,9997 | 2,10697 | 1,912 | 1,7066 | 1,2667 | 0,9581 | 0,7576 | 0,6221 | 0,52645 |

Теоретический график зависимость K(lnf)



Построим график K=F(Lgf)

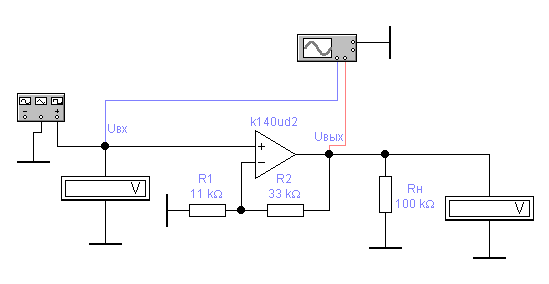


Верхняя граница полосы пропускания ищется по графику следующим образом: на высоте  проводится горизонтальная прямая. В точке пересечения этой прямой с зависимостью K(lgf) опускается перпендикуляр на ось lgf, где мы получаем lgfв. Затем находится и сама fв — которая и является верхней частотой полосы пропускания.

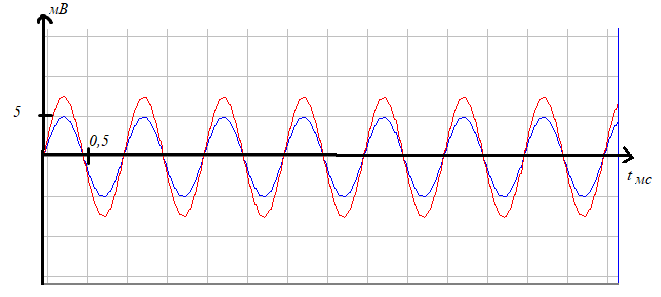
# 2. Неинвертирующий масштабирующий усилитель (НМУ)

Откройте файл **neinv.ewb**.

Значения R1, R2, тип ОУ заданы в таблице вариантов на стр. 1.



2.1 Подайте на вход НМУ с функционального генератора синусоидальное напряжение амплитудой 5 мВ, f=1 кГц .



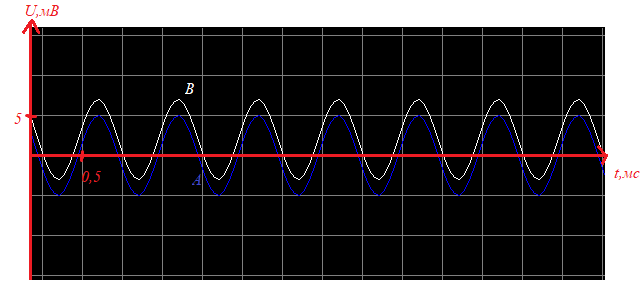
Разность фаз между входным и выходным напряжением 𝛥𝜑 = 0°, так как усилитель неинвертирующий.

s

Расчетный коэффициент усиления:

Экспериментальный коэффициент усиления:

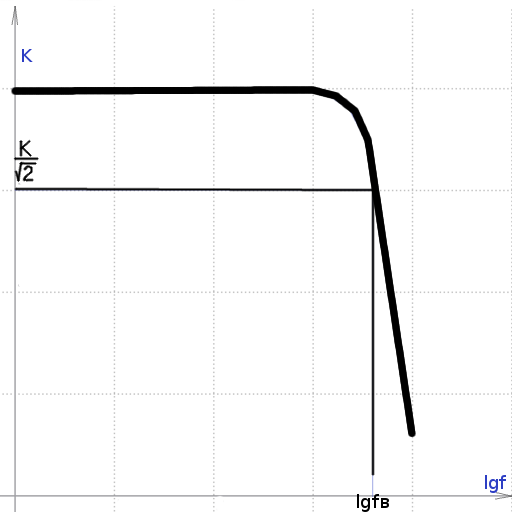
2.2 Подключите канал В осциллографа к клемме «минус» ОУ и зарисуйте осциллограмму Uвх(t), U-(t). В выводах опишите почему этот график совпадает со входным сигналом. (Одну из осциллограмм сместить с помощью Y position).

**

*Выходное напряжение U– на графике сдвинуто относительного входного с помощью функции осциллографа Y position, без сдвига они совпадают. Это происходит из-за того, что схема линейная, а значит, U+ = U– = Uвх, то есть напряжения на клемме «—» и входное должны совпадать.*

2.3 Подайте на вход схемы синусоидальное напряжение амплитудой 5 мВ. Постройте зависимость выходного напряжения от частоты . Руководствуясь графиком, определите рабочий диапазон частот ОУ (полосу его пропускания).

Теоретический график зависимость K(lnf)



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f | 1 Гц | 100Гц | 1кГц | 100кГц | 200кГц | 400кГц | 600кГц | 800кГц | 1МГц | ... |
| Lgf |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Uвых (В) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K=Uвых/Uвх |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |