

Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Кафедра ЭАФУ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ СХЕМ ВКЛЮЧЕНИЯ ОПЕРАЦИОННЫХ  
УСИЛИТЕЛЕЙ**

Лабораторная работа по курсу «Преобразование сигналов в физических установках»

Томск – 2016 г.

Оборудование, необходимое для проведения лабораторной работы:

*Элементная база:*

- операционный усилитель КР140УД17А – 1 шт.
- резисторы: 2 кОм – 1 шт., 10 кОм – 1 шт., 100 кОм – 1 шт.

*Измерительные приборы:*

- мультиметры – 2 ед.
- осциллографы – 1 ед.

*Источники:*

- источники напряжения постоянного тока – 1 ед.
- источники напряжения переменного тока – 1 ед.

*Расходные материалы:*

- плата макетная – 1 шт.
- провода.

Цель работы:

- 1) экспериментальное исследование схем включения операционного усилителя;
- 2) получение практических навыков расчета параметров усилителей на ОУ.

### Порядок выполнения лабораторной работы

1 Изучение инвертирующей схемы включения операционного усилителя (ОУ)

*Необходимое оборудование для проведения эксперимента:* операционный усилитель DA1, резистор  $R1 = 2 \text{ кОм}$ , резистор  $R2 = 10 \text{ кОм}$ , резистор  $R3 = 100 \text{ кОм}$ , измерительные приборы (вольтметры), источники постоянного тока.

1.1 Собрать схему, представленную на рисунке 1. Оба измерительных прибора необходимо перевести в режим вольтметра.

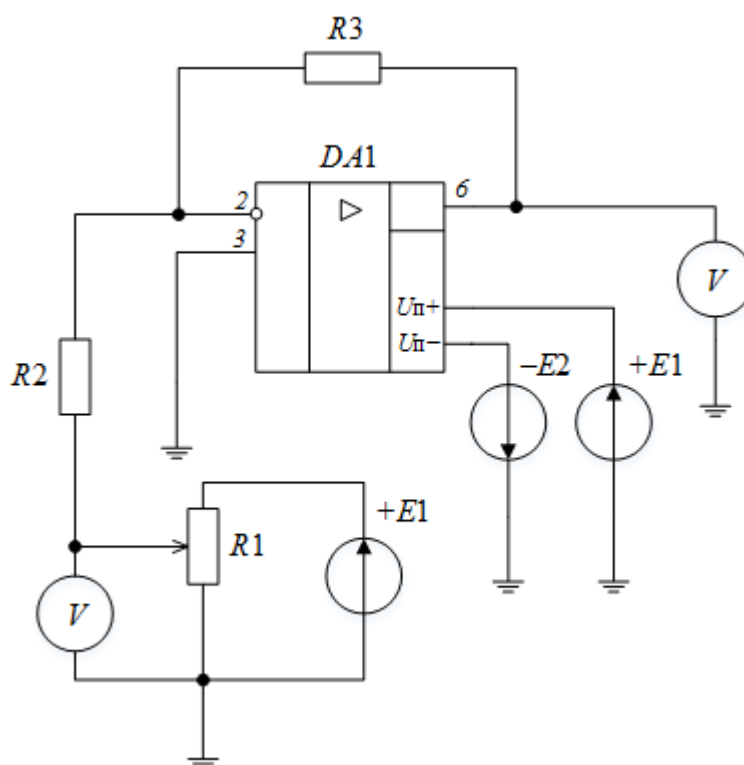


Рисунок 1 – Схема для изучения амплитудной характеристики ОУ в инвертирующем включении

1.2 Определить коэффициент усиления инвертирующего усилителя.

1.3 Показать собранную электрическую цепь преподавателю. Перевести ручку регулятора выходного напряжения источника постоянного тока в крайнее положение, соответствующее нулю выходного напряжения.

1.4 Получив разрешение преподавателя, подключить собранную цепь к источнику питания.

1.5 Включить тумблер питания. Установить значения  $E1 = +15\text{ В}$ ,  $E2 = -15\text{ В}$ . Меняя входное напряжение на инверсном входе операционного усилителя, посредством изменения сопротивления  $R1$  получить амплитудную характеристику инвертирующего усилителя. Показания измерительных приборов записать в таблицу 1. После окончания измерений выключить тумблер питания источника. Удостовериться в нулевых показаниях измерительных приборов.

Таблица 1 – Амплитудная характеристика инвертирующего усилителя

$U_{вх}, \text{В}$	$U_{вых}, \text{В}$

1.6 Собрать схему, представленную на рисунке 2.

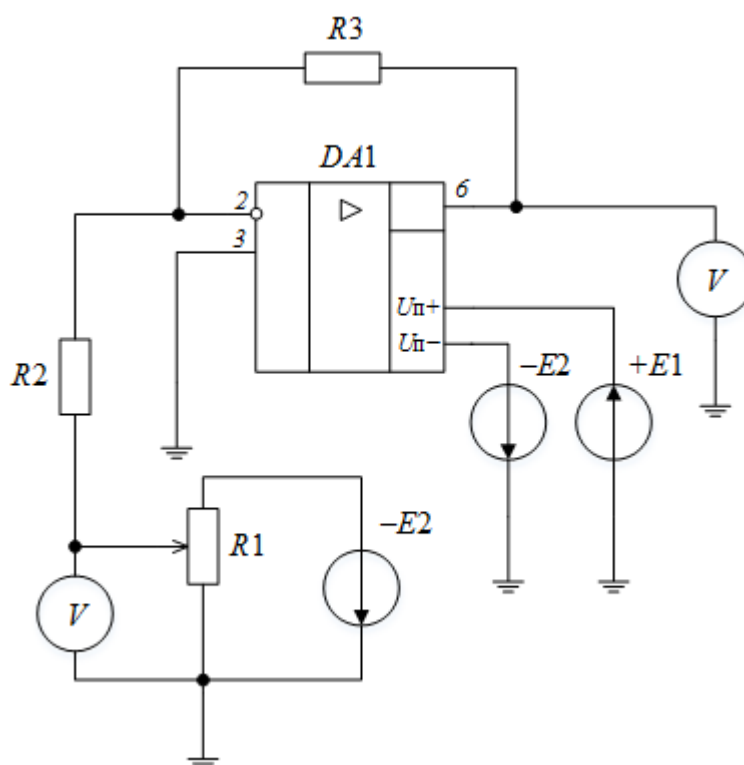


Рисунок 2 – Схема для изучения амплитудной характеристики ОУ в инвертирующем включении

1.7 Повторить пункты 1.3–1.5.

1.8 По полученным экспериментальным данным таблицы 1 построить амплитудную характеристику инвертирующего усилителя.

1.9 По амплитудной характеристике определить коэффициент усиления инвертирующего усилителя как тангенс угла наклона прямой. Сравнить полученное значение со значением, полученным в п. 1.2.

1.10 Сделать выводы по итогам выполнения соответствующего раздела лабораторной работы.

## 2 Изучение усилителя переменного напряжения

2.1 Собрать схему усилителя переменного напряжения (рисунок 3).

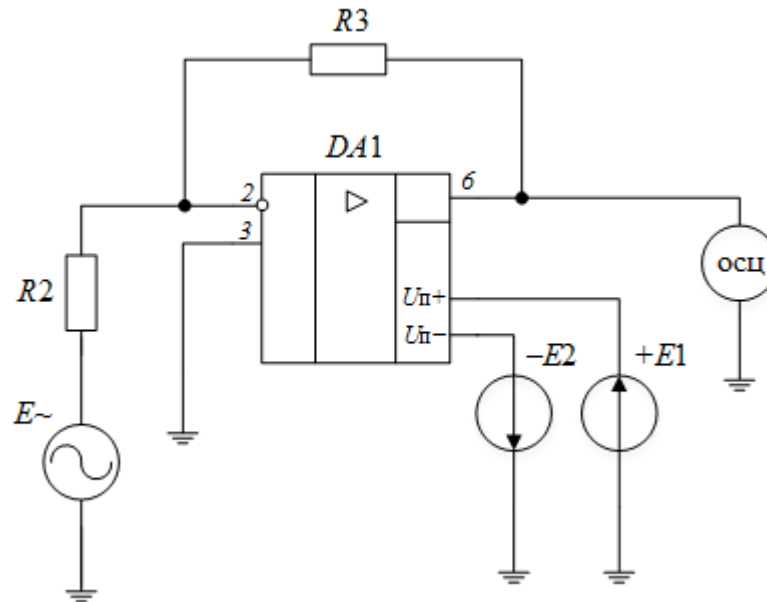


Рисунок 3 – Схема усилителя переменного напряжения

2.2 Показать собранную электрическую цепь преподавателю. Перевести ручки регуляторов выходного напряжения источников тока в крайнее положение, соответствующее нулю выходного напряжения.

2.3 Получив разрешение преподавателя, подключить собранную цепь к источникам питания.

2.4 Включить тумблеры питания. Установить значения  $E1 = +15$  В,  $E2 = -15$  В.  $U_{вх} = 0,2$  В.

2.5 Меняя частоту сигнала источника переменного тока в диапазоне 1–50 кГц, получить АЧХ усилителя с цепью обратной связи  $R2$  и  $R3$ ,  $U_{вх} = 0,2$  В. Максимально точно зарисовать наблюдаемые осциллограммы напряжения.

2.6 По наблюдаемым осциллограммам напряжения определить амплитуду выходного сигнала. Полученные значения записать в таблицу 2.

Таблица 2 – Амплитудно-частотная характеристика инвертирующего усилителя

$f$ , кГц	$U_{вых}$ , В	$K_U$

2.7 По данным таблицы 2 построить АЧХ усилителя. Определить частоту среза  $f_{ср}$ .

2.8 Сделать выводы по итогам выполнения соответствующего раздела лабораторной работы.

### 3 Изучение неинвертирующей схемы включения операционного усилителя (ОУ)

*Необходимое оборудование для проведения эксперимента:* операционный усилитель DA1, резистор  $R1 = 2 \text{ кОм}$ , резистор  $R2 = 10 \text{ кОм}$ , резистор  $R3 = 100 \text{ кОм}$ , измерительные приборы (вольтметры), источники постоянного тока.

3.1 Собрать схему, представленную на рисунке 4. Оба измерительных прибора необходимо перевести в режим вольтметра.

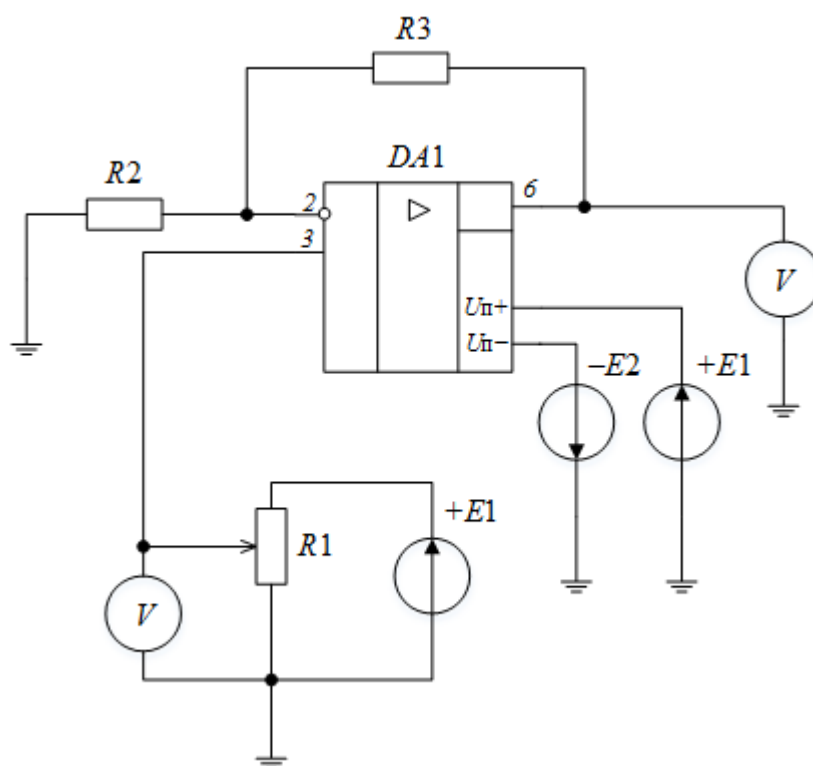


Рисунок 4 – Схема для изучения амплитудной характеристики в неинвертирующем включении операционного усилителя

3.2 Определить коэффициент усиления неинвертирующего усилителя.

3.3 Показать собранную электрическую цепь преподавателю. Перевести ручку регулятора выходного напряжения источника постоянного тока в крайнее положение, соответствующее нулю выходного напряжения.

3.4 Получив разрешение преподавателя, подключить собранную цепь к источнику питания.

3.5 Включить тумблер питания. Установить значения  $E1 = +15\text{ В}$ ,  $E2 = -15\text{ В}$ . Меняя входное напряжение на неинверсном входе операционного усилителя, посредством изменения сопротивления  $R1$  получить амплитудную характеристику неинвертирующего усилителя. Показания измерительных приборов записать в таблицу 3. После окончания измерений выключить тумблер питания источника. Удостовериться в нулевых показаниях измерительных приборов.

Таблица 3 – Амплитудная характеристика неинвертирующего усилителя

$U_{вх}, \text{В}$	$U_{вых}, \text{В}$

3.6 Собрать схему, представленную на рисунке 5.

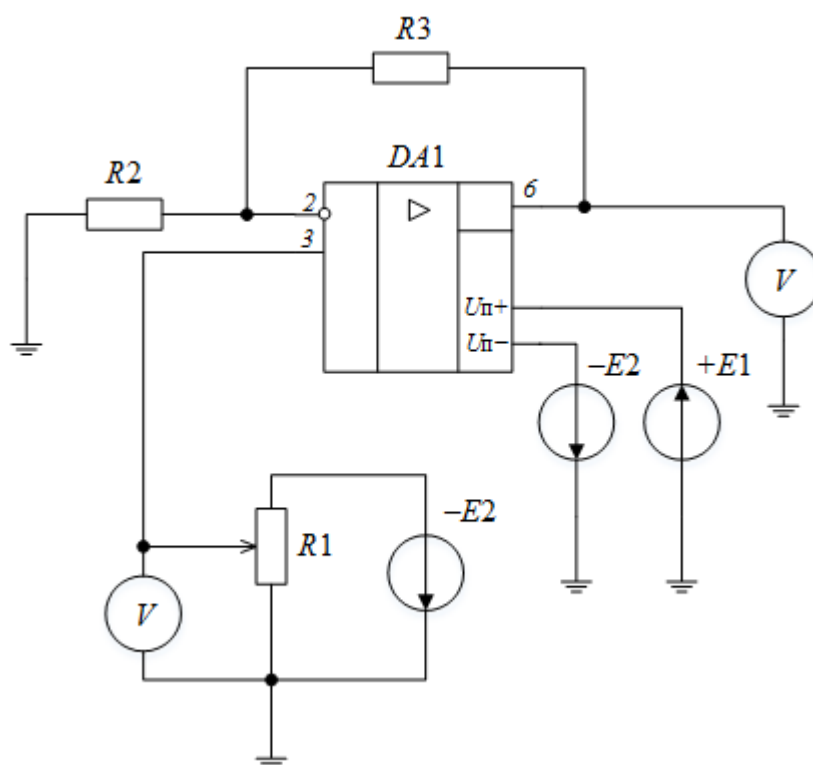


Рисунок 5 – Схема для изучения амплитудной характеристики в неинвертирующем включении операционного усилителя

3.7 Повторить пункты 3.3–3.5.

3.8 По полученным экспериментальным данным таблицы 3 построить амплитудную характеристику неинвертирующего усилителя.

3.9 По амплитудной характеристике определить коэффициент усиления неинвертирующего усилителя. Сравнить полученное значение со значением, полученным в п. 3.2

3.10 Сделать выводы по итогам выполнения соответствующего раздела лабораторной работы.

#### 4 Изучение неинвертирующего усилителя переменного напряжения

4.1 Повторить пункты 2.1–2.3 для неинвертирующей схемы включения операционного усилителя.

4.2 Сделать выводы по итогам выполнения соответствующего раздела лабораторной работы.

5 Сделать общие выводы по лабораторной работе.

6 Написать отчет о выполнении лабораторной работы. Отчет выполнить без применения ЭВМ (рукописно). Все схемы электрические принципиальные выполнить в соответствии с действующими стандартами ЕСКД.