

Лабораторная работа «Исследование схем на операционном усилителе»			
Выполнил		МГТУ им. Н.Э.Баумана	Гр.
Проверил			Стенд №

2. ЗАДАНИЯ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

2.1. Описание экспериментальной установки

Изучите описание лабораторного стенда (методические указания «Стенд и приборы для исследования электрических цепей») и цифрового осциллографа UTD2025CL.

2.2. Исследование инвертирующего, неинвертирующего и дифференциального усилителя

2.2.1. Исследование инвертирующего усилителя

Для проведения измерений подсоедините к мультиметрам измерительные провода (красный ко входу $V\Omega$, черный – ко входу COM). Установите переключатели мультиметров в положение $V=$ (предел измерения 20).

Соберите схему инвертирующего усилителя, как показано на принципиальной (Рис. 10) и монтажной (Рис. 11) схеме.

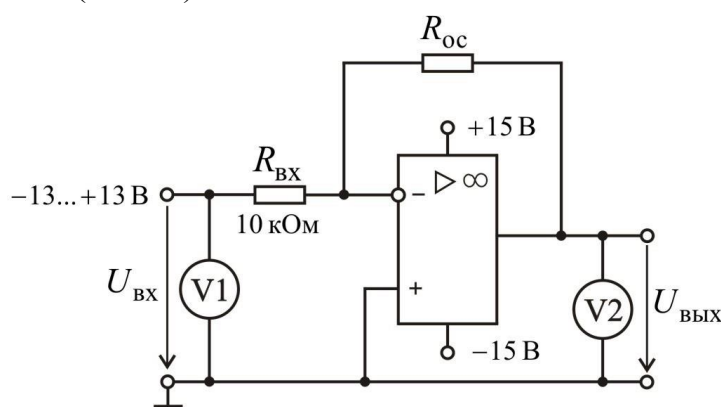


Рис. 10. Электрическая схема инвертирующего усилителя.

Включите общее питание стенда, тумблер «Сеть» Блока генераторов напряжений с наборным полем, питание блока мультиметров и цифрового осциллографа.

С помощью мультиметра V2 измерьте величину выходного напряжения $U_{\text{ВЫХ}}$ при различных сопротивлениях обратной связи R_{OC} и входных напряжениях $U_{\text{ВХ}}$ согласно Таблице 1. Занесите эти значения в верхние строки таблицы.

Таблица 1

$U_{\text{ВХ}}, \text{В}$ рекомендуемое		-10	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8	10
$U_{\text{ВХ}}, \text{В}$ установленное												
$U_{\text{ВЫХ}}, \text{В}$ при $R_{\text{OC}} = 10 \text{ кОм}$	Эксп.											
	Расч.											
$U_{\text{ВХ}}, \text{В}$ установленное												
$U_{\text{ВЫХ}}, \text{В}$ при $R_{\text{OC}} = 22 \text{ кОм}$	Эксп.											
	Расч.											
$U_{\text{ВХ}}, \text{В}$ установленное												
$U_{\text{ВЫХ}}, \text{В}$ при $R_{\text{OC}} = 47 \text{ кОм}$	Эксп.											
	Расч.											

$R_{\text{OC}} = 47 \text{ кОм}$

	Расч.											
--	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Примечание. Вращением ручки потенциометра регулируемого источника, устанавливайте рекомендуемые напряжения с точностью $\pm 0,2$ В и заносите их во вторую строку таблицы. Выходное напряжение заносить в Таблицу 1 с точностью до второго знака после запятой.

В нижние строки (серый цвет) запишите расчетные значения. Расчет провести по выражению

$$U_{\text{вых}} = -\frac{R_{\text{ос}}}{R_{\text{вх}}} \cdot U_{\text{вх}},$$

где в качестве $U_{\text{вх}}$ следует брать из таблицы 1 установленные значения. Если расчетное $U_{\text{вых}}$ превышает ± 14 В, то в соответствующую ячейку таблицы следует заносить $\pm 13,6$ В. Убедитесь в близости расчетных и экспериментальных значений. Объясните их небольшое расхождение.

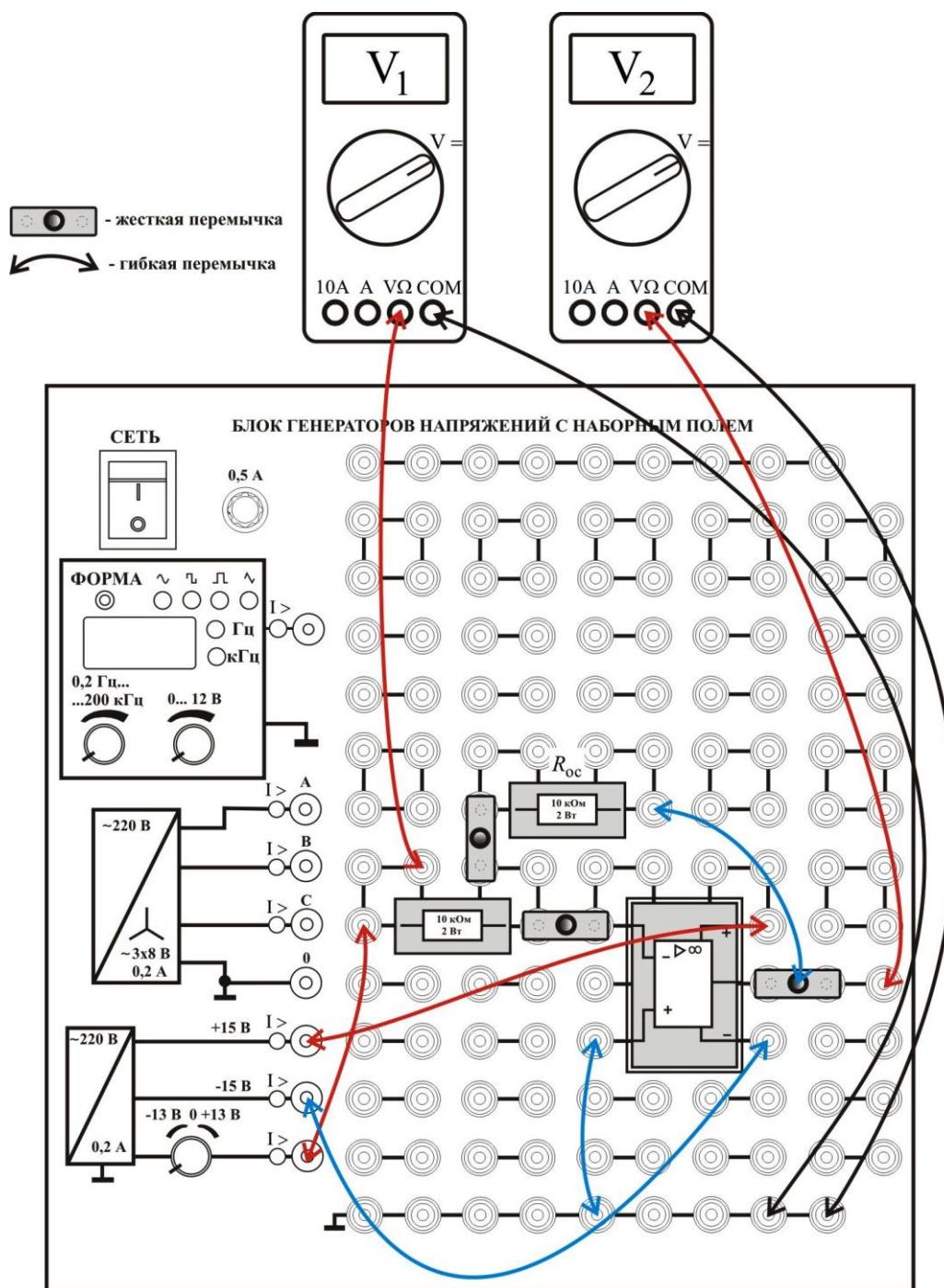


Рис. 11. Монтажная схема инвертирующего усилителя.

На графике, Рис. 12 постройте кривые зависимостей $U_{\text{вых}} = f(U_{\text{вх}})$ при различных сопротивлениях обратной связи. Надпишите построенные кривые следующим образом: **Инв_10; Инв_22; Инв_47.**

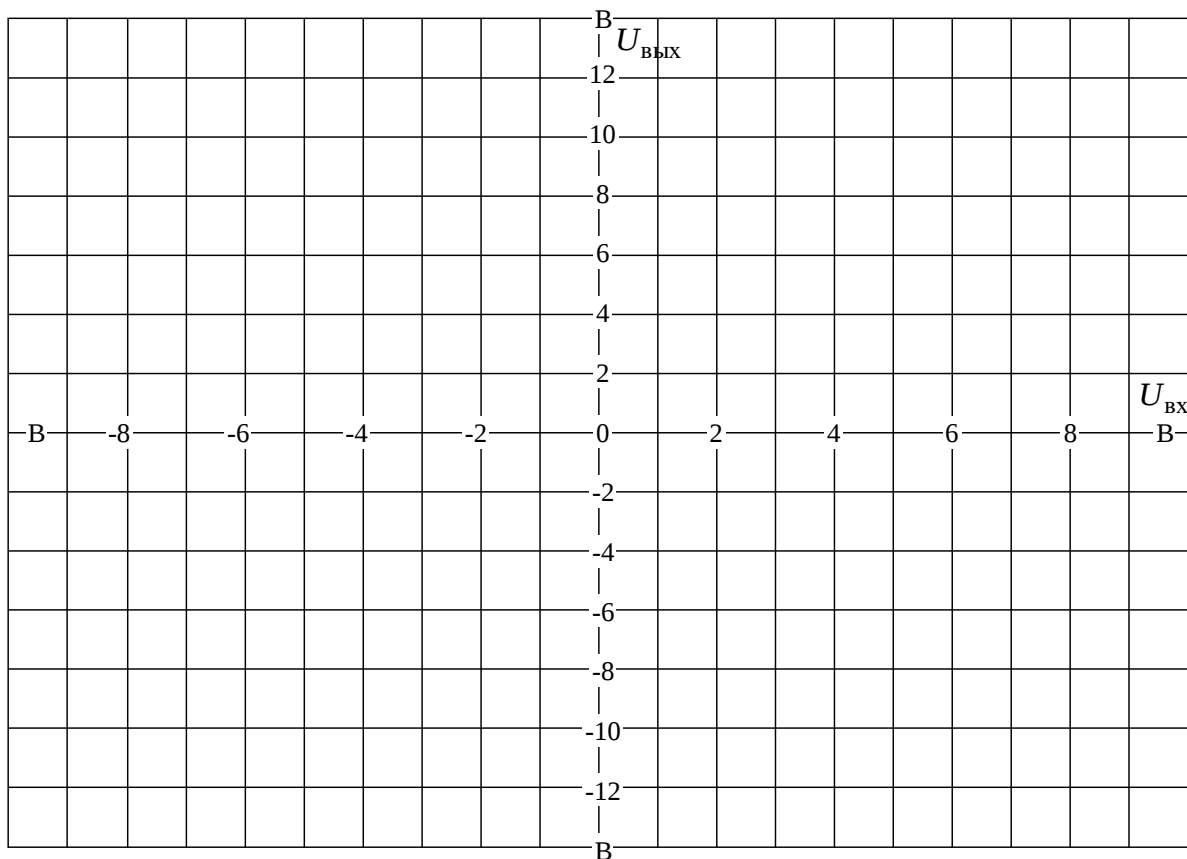


Рис. 12. Графики зависимостей $U_{\text{ВЫХ}} = f(U_{\text{ВХ}})$.

Выключите тумблер «Сеть» Блока генераторов напряжений с наборным полем.

2.2.2. Исследование неинвертирующего усилителя

Соберите схему неинвертирующего усилителя, как показано на принципиальной (Рис. 13) и монтажной (Рис. 14) схеме.

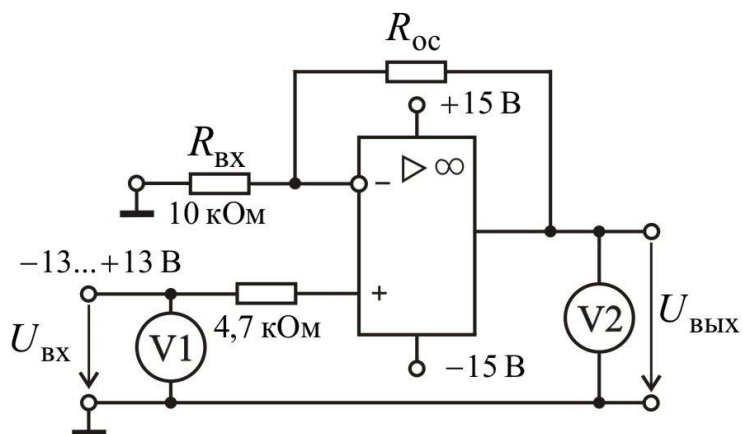


Рис. 13. Электрическая схема неинвертирующего усилителя.

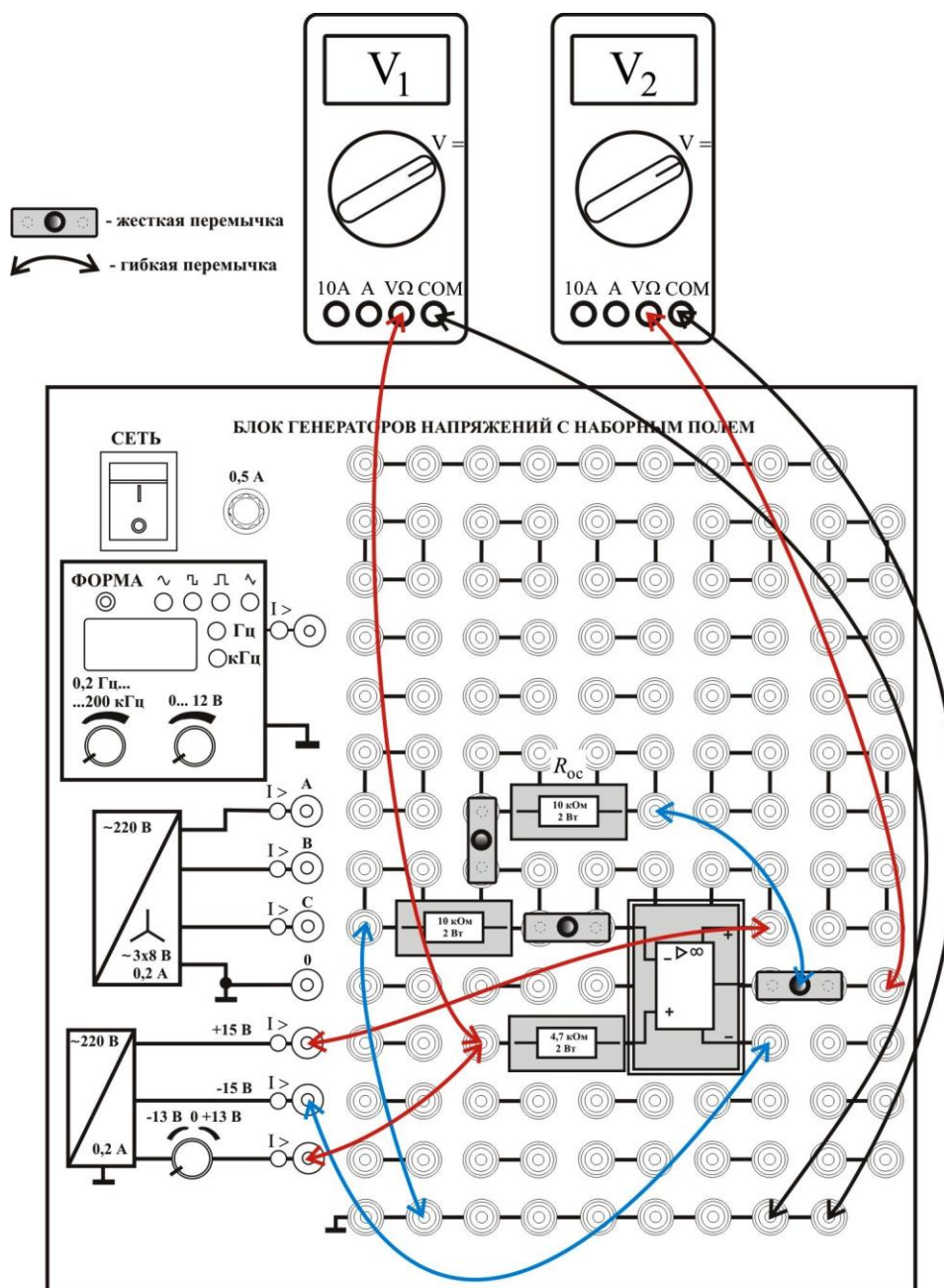


Рис. 14. Монтажная схема неинвертирующего усилителя.

Включите тумблер «Сеть» Блока генераторов напряжений с наборным полем.

С помощью мультиметра V2 измерьте величину выходного напряжения $U_{\text{ВЫХ}}$ при различных сопротивлениях обратной связи R_{OC} и входных напряжениях $U_{\text{ВХ}}$ согласно Таблице 2. Занесите эти значения в верхние строки таблицы.

В нижние строки (серый цвет) запишите расчетные значения. Расчет провести по выражению

$$U_{\text{ВЫХ}} = \left(1 + \frac{R_{\text{OC}}}{R_{\text{ВХ}}} \right) \cdot U_{\text{ВХ}},$$

где в качестве $U_{\text{ВХ}}$ следует брать из таблицы 2 установленные значения. Если расчетное $U_{\text{ВЫХ}}$ превышает ± 14 В, то в соответствующую ячейку таблицы следует заносить $\pm 13,6$ В. Убедитесь в близости расчетных и экспериментальных значений. Объясните их небольшое расхождение.

Таблица 2

$U_{\text{ВХ}}, \text{В}$ рекомендуемое	-10	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8	10
$U_{\text{ВХ}}, \text{В}$ установленное											
$U_{\text{ВЫХ}}, \text{В}$ при $R_{\text{ос}} = 10 \text{ кОм}$	Эксп.										
	Расч.										
$U_{\text{ВХ}}, \text{В}$ установленное											
$U_{\text{ВЫХ}}, \text{В}$ при $R_{\text{ос}} = 22 \text{ кОм}$	Эксп.										
	Расч.										
$U_{\text{ВХ}}, \text{В}$ установленное											
$U_{\text{ВЫХ}}, \text{В}$ при $R_{\text{ос}} = 47 \text{ кОм}$	Эксп.										
	Расч.										

На графике, Рис. 12 постройте кривые зависимостей $U_{\text{ВЫХ}} = f(U_{\text{ВХ}})$ при различных сопротивлениях обратной связи. Надпишите построенные кривые следующим образом: **Неинв_10; Неинв_22; Неинв_47.**

Выключите тумблер «Сеть» Блока генераторов напряжений с наборным полем.

2.2.3. Исследование дифференциального усилителя

Соберите схему дифференциального усилителя, как показано на принципиальной (Рис. 15) и монтажной (Рис. 16) схеме.

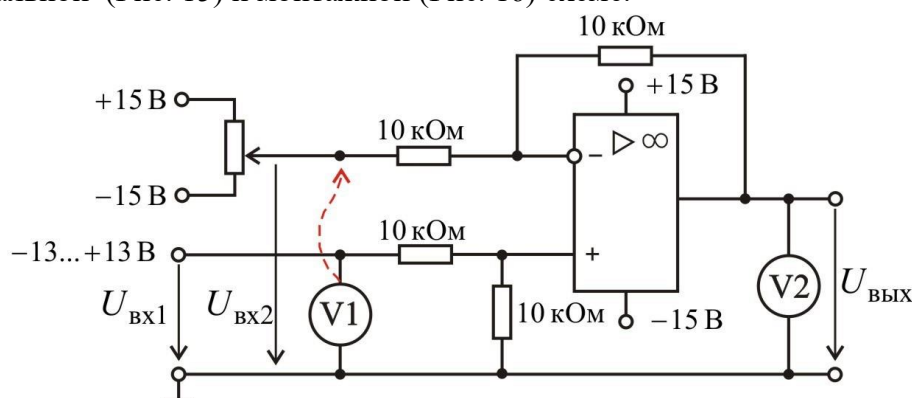


Рис. 15. Электрическая схема дифференциального усилителя.

С помощью мультиметра V2 измерьте величину выходного напряжения $U_{\text{ВЫХ}}$ при различных входных напряжениях $U_{\text{ВХ1}}$ и $U_{\text{ВХ2}}$ согласно Таблице 3. Занесите результаты измерений в таблицу.

Примечание. Напряжения $U_{\text{ВХ1}}$ и $U_{\text{ВХ2}}$ контролировать вольтметром V1, перенося измерительный провод на соответствующие точки схемы.

На графике, Рис. 17 постройте кривые зависимостей $U_{\text{ВЫХ}} = f(U_{\text{ВХ1}})$ при различных значениях $U_{\text{ВХ2}}$. Надпишите построенные кривые следующим образом: **Дифф_-4; Дифф_0; Дифф_+4.**

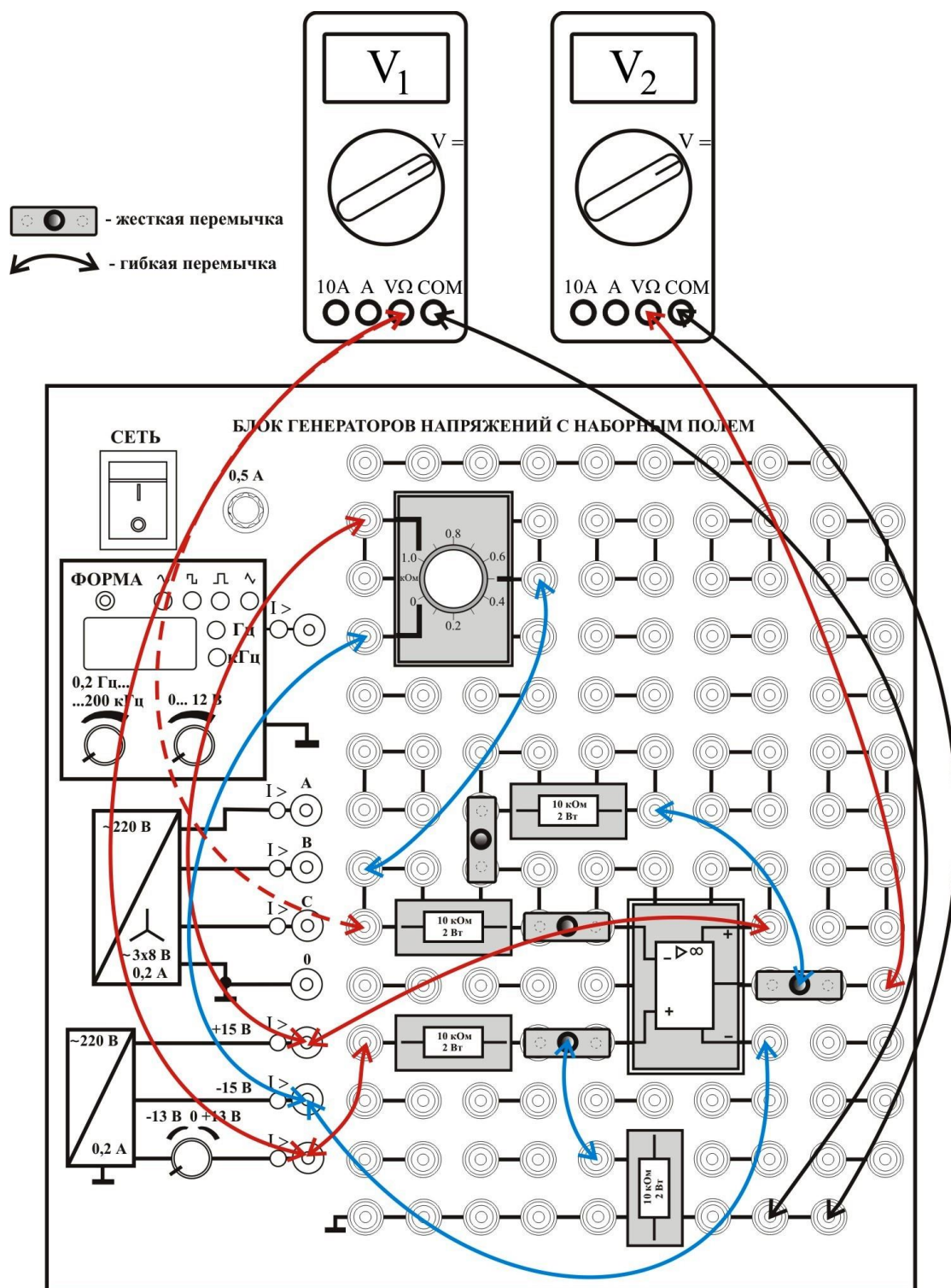
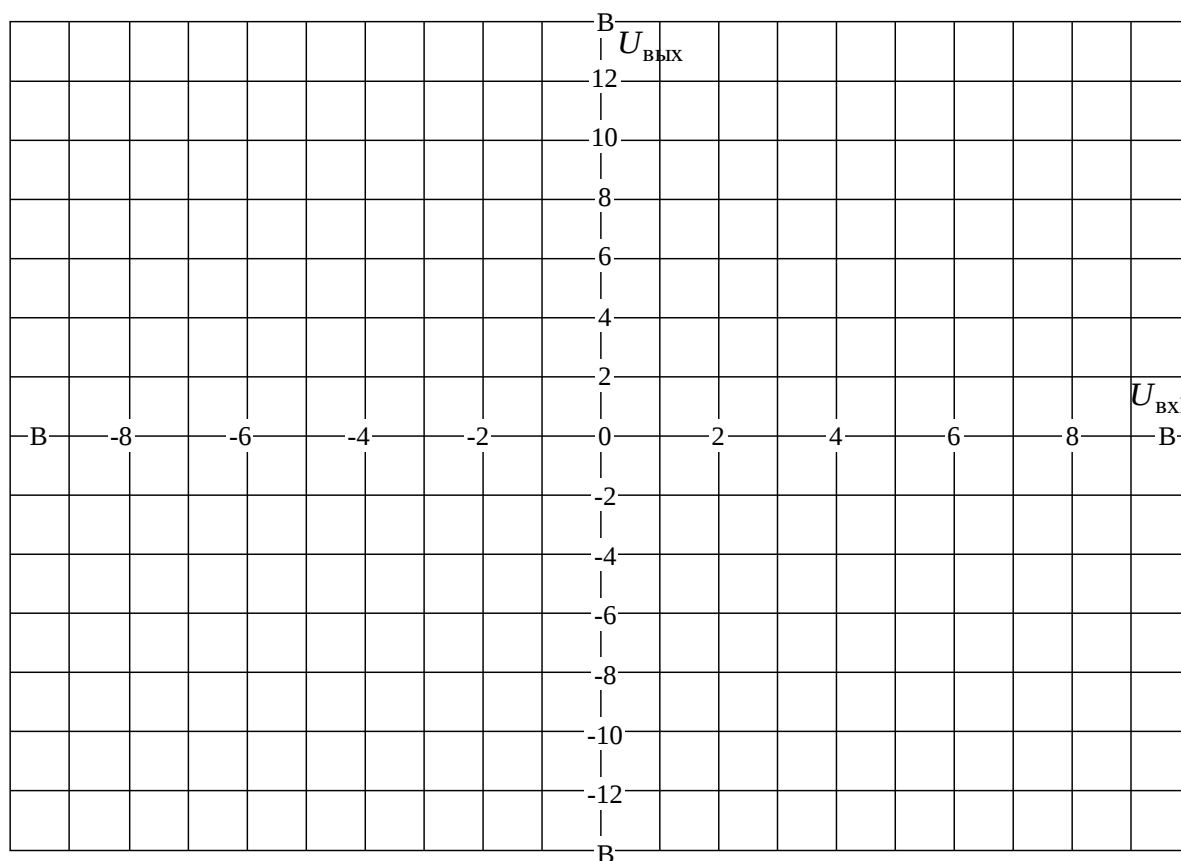


Рис. 16. Монтажная схема дифференциального усилителя.

Таблица 3

$U_{\text{вх1}}, \text{В}$ рекомендуемое	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6
$U_{\text{вх1}}, \text{В}$ установленное							
$U_{\text{вых}}, \text{В}$ при $U_{\text{вх2_рек}} = -4 \text{ В}$ $U_{\text{вх2_уст}} =$							
$U_{\text{вых}}, \text{В}$ при $U_{\text{вх2_рек}} = 0 \text{ В}$ $U_{\text{вх2_уст}} =$							
$U_{\text{вых}}, \text{В}$ при $U_{\text{вх2_рек}} = +4 \text{ В}$ $U_{\text{вх2_уст}} =$							

Рис. 17. Графики зависимостей $U_{\text{вых}} = f(U_{\text{вх1}})$.

Выключите тумблер «Сеть» Блока генераторов напряжений с наборным полем.

2.3. Исследование сумматора, интегратора и дифференциатора на основе ОУ

2.3.1. Исследование инвертирующего сумматора на операционном усилителе

Соберите схему сумматора, как показано на принципиальной (Рис. 18) и монтажной (Рис. 19) схеме.

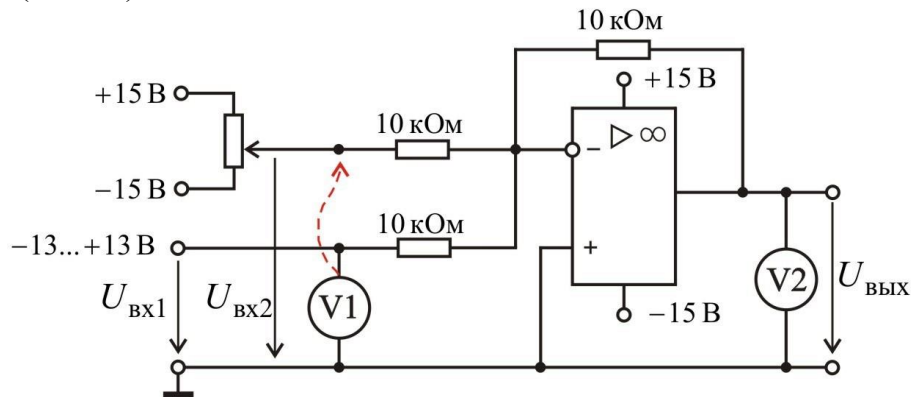


Рис. 18. Электрическая схема сумматора.

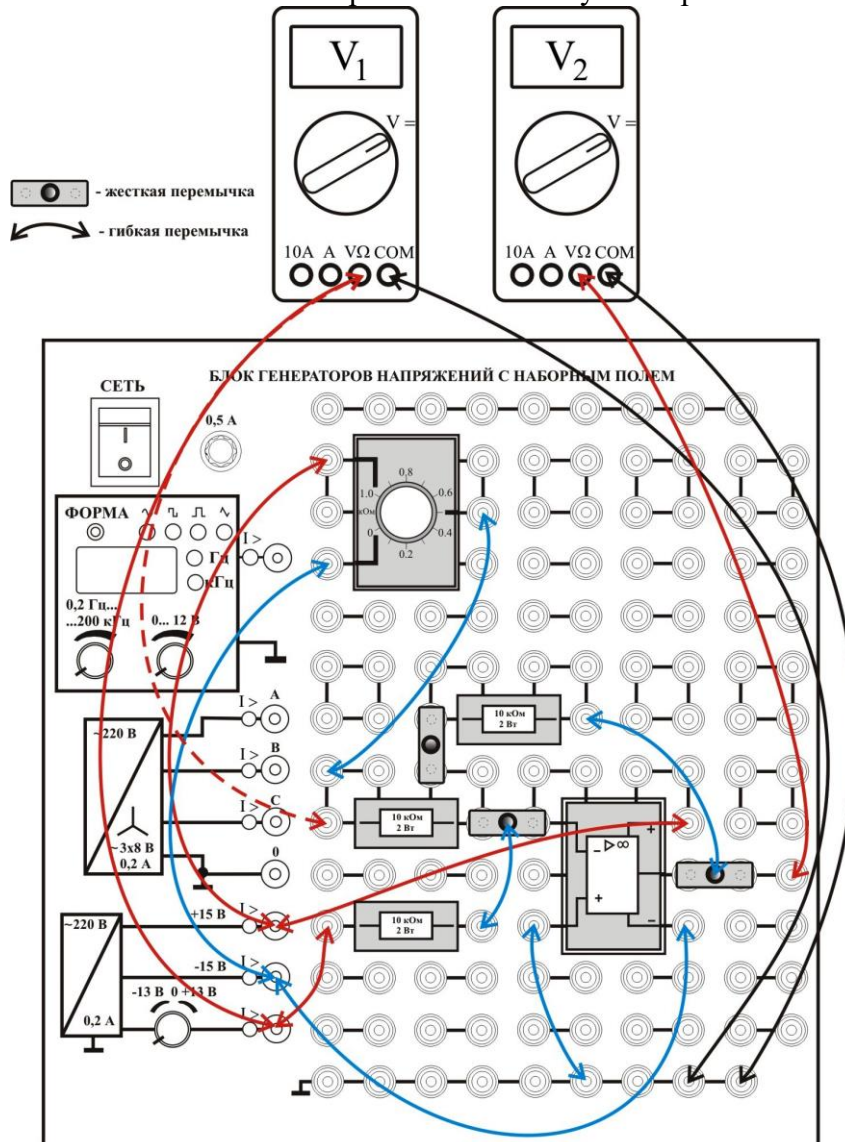


Рис. 19. Монтажная схема сумматора.

Включите тумблер «Сеть» Блока генераторов напряжений с наборным полем.

С помощью мультиметра V2 измерьте величину выходного напряжения $U_{\text{ВЫХ}}$ при различных входных напряжениях $U_{\text{ВХ1}}$ и $U_{\text{ВХ2}}$ согласно Таблице 4. Занесите эти значения в верхние строки таблицы.

В нижние строки (серый цвет) запишите расчетные значения. Расчет провести по выражению

$$U_{\text{ВЫХ}} = -\frac{R_{\text{ос}}}{10} \cdot (U_{\text{ВХ1}} + U_{\text{ВХ2}}),$$

где $U_{\text{ВХ1}}$ и $U_{\text{ВХ2}}$ брать из таблицы 4 (установленные значения). Если расчетное $U_{\text{ВЫХ}}$ превышает ± 14 В, то в соответствующую ячейку таблицы следует заносить $\pm 13,6$ В. Убедитесь в близости расчетных и экспериментальных значений. Объясните их небольшое расхождение.

Таблица 4

$U_{\text{ВХ1}}$, В рекомендуемое		-10	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8	10
$U_{\text{ВХ1}}$, В установленное												
$U_{\text{ВЫХ}}$, В при $R_{\text{ос}} = 10 \text{ кОм}$ $U_{\text{ВХ2_рек}} = +2 \text{ В}$ $U_{\text{ВХ2_уст}} =$	Эксп.											
	Расч.											
$U_{\text{ВХ1}}$, В установленное												
$U_{\text{ВЫХ}}$, В при $R_{\text{ос}} = 10 \text{ кОм}$ $U_{\text{ВХ2_рек}} = -2 \text{ В}$ $U_{\text{ВХ2_уст}} =$	Эксп.											
	Расч.											
$U_{\text{ВХ1}}$, В установленное												
$U_{\text{ВЫХ}}$, В при $R_{\text{ос}} = 22 \text{ кОм}$ $U_{\text{ВХ2_рек}} = +2 \text{ В}$ $U_{\text{ВХ2_уст}} =$	Эксп.											
	Расч.											
$U_{\text{ВХ1}}$, В установленное												
$U_{\text{ВЫХ}}$, В при $R_{\text{ос}} = 22 \text{ кОм}$ $U_{\text{ВХ2_рек}} = -2 \text{ В}$ $U_{\text{ВХ2_уст}} =$	Эксп.											
	Расч.											

Выключите тумблер «Сеть» Блока генераторов напряжений с наборным полем.

2.3.2. Исследование интегратора на операционном усилителе

Соберите схему интегратора, как показано на принципиальной (Рис. 20) и монтажной (Рис. 21) схеме.

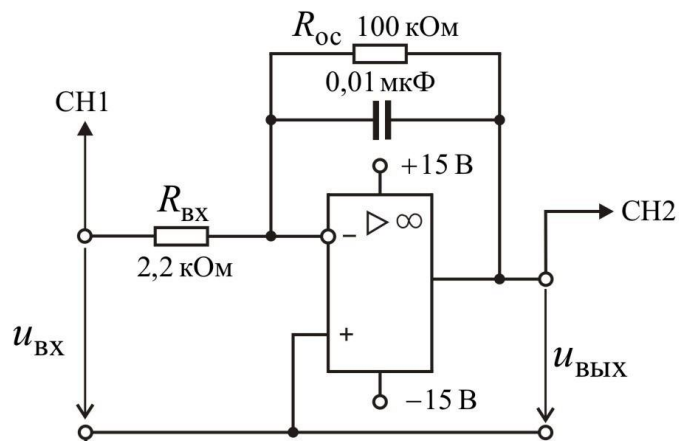


Рис. 20. Электрическая схема интегратора.

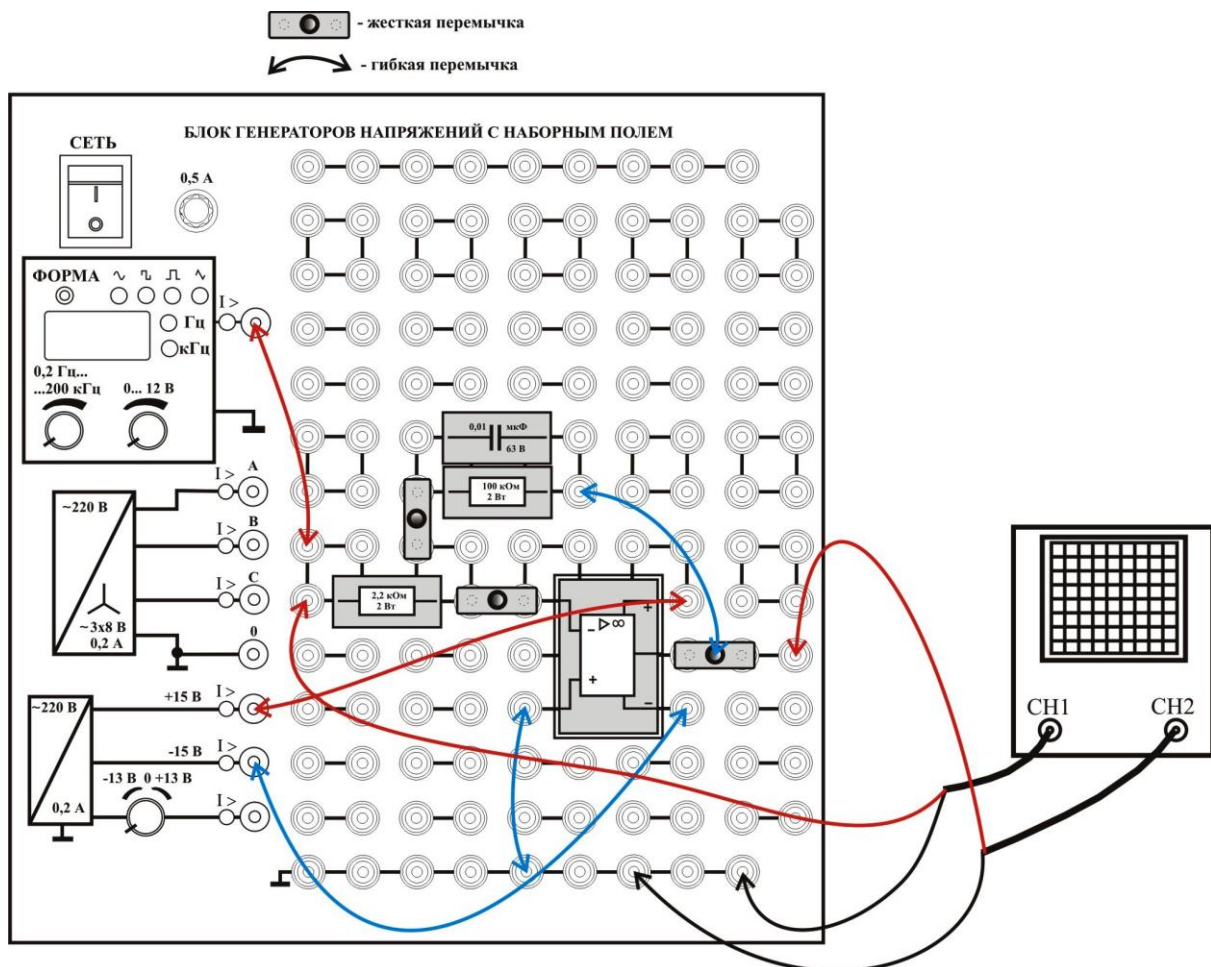


Рис. 21. Монтажная схема интегратора.

Включите тумблер «Сеть» Блока генераторов напряжений с наборным полем. Кнопкой «ФОРМА» установите прямоугольный $\square$, ручкой «ЧАСТОТА» установите частоту 1 кГц.

Нажимая клавиши CH1 и CH2, добейтесь, чтобы обе клавиши подсвечивались. Таким образом, вы сможете наблюдать на экране осциллографа как входное прямоугольное напряжение, так и проинтегрированное напряжение на выходе. Установите развертку 200 мкс/дел. Масштаб по вертикали канала CH1 установите 1 В/дел, а по каналу CH2 10 В/дел. Нажмите кратковременно клавишу «SET TO ZERO», переместив тем самым осциллограммы в центр экрана. Вращая ручку «АМПЛИТУДА» добейтесь, чтобы полный (от полки до полки) размах входного прямоугольного сигнала

составлял 2 клетки (2 В). Кратковременно нажмите клавишу «RUN/STOP», она должна подсветиться красным цветом. Этим действием вы остановите развертку и зафиксируете сигналы на экране.

По форме выходного сигнала убедитесь, что происходит интегрирование.

Покажите результат преподавателю.

Еще раз кратковременно нажмите клавишу «RUN/STOP», она должна подсветиться зеленым цветом.

Переведите переключатель в положение ∇ . Вращая ручку «АМПЛИТУДА» добейтесь, чтобы полный (от полки до полки) размах входного треугольного сигнала составлял 4 клетки (4 В). Кратковременно нажмите клавишу «RUN/STOP», она должна подсветиться красным цветом, по форме выходного сигнала убедитесь, что происходит интегрирование.

Покажите результат преподавателю.

Выключите тумблер «Сеть» Блока генераторов напряжений с наборным полем.

2.3.3. Исследование дифференциатора на операционном усилителе

Соберите схему дифференциатора, как показано на принципиальной (Рис. 22) и монтажной (Рис. 23) схеме.

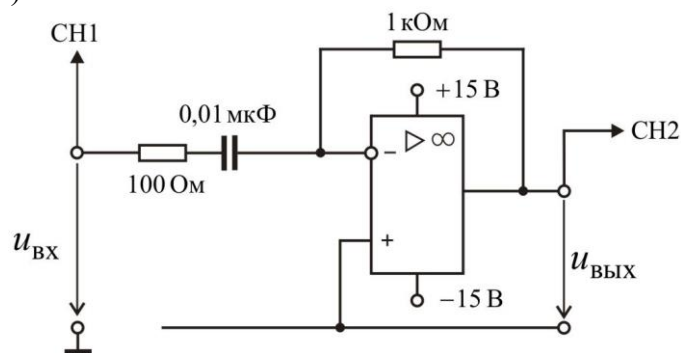


Рис. 22. Электрическая схема дифференциатора.

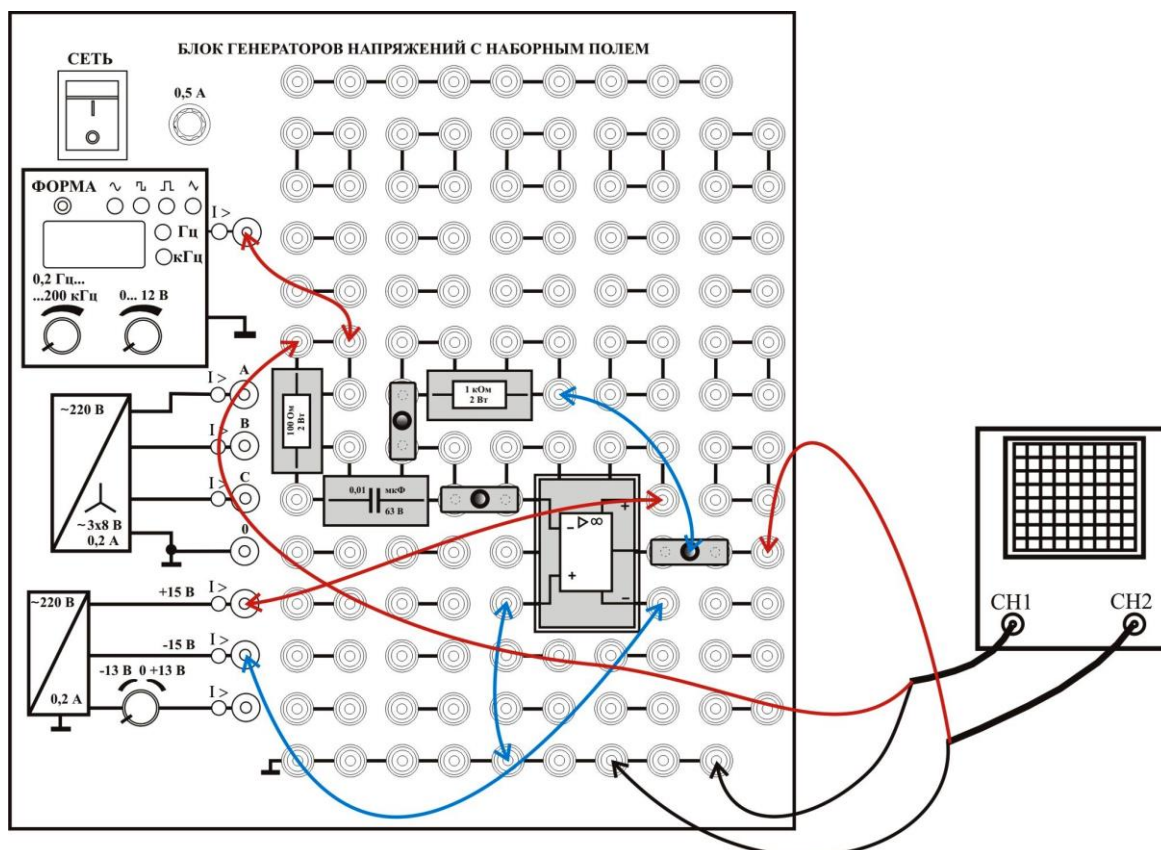


Рис. 23. Монтажная схема дифференциатора.

Включите тумблер «Сеть» Блока генераторов напряжений с наборным полем. Кнопкой «ФОРМА» установите треугольный сигнал $\wedge$, ручкой «ЧАСТОТА» установите частоту 1 кГц.

Установите развертку 200 мкс/дел. Масштаб по вертикали канала CH1 установите 1 В/дел, а по каналу CH2 0,2 В/дел. Нажмите кратковременно клавишу «SET TO ZERO». Вращая ручку «АМПЛИТУДА» добейтесь, чтобы полный (от пика до пика) размах входного треугольного сигнала составлял 2 клетки (2 В). Кратковременно нажмите клавишу «RUN/STOP», она должна подсветиться красным цветом.

По форме выходного сигнала убедитесь, что происходит дифференцирование.

Покажите результат преподавателю.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется электронным усилителем? Объясните принцип действия усилителя.
2. Перечислите основные характеристики и параметры усилителей.
3. С какой целью в усилитель вводится обратная связь?
4. Почему в усилителях постоянного тока нельзя применять конденсаторы, как элементы межкаскадной связи?
5. Что такое синфазное и дифференциальное напряжение?
6. Чем операционный усилитель отличается от усилителей на биполярных и полевых транзисторах?
7. Поясните основные параметры операционных усилителей.
8. Каковы основные схемы включения операционных усилителей?