

## Лабораторная работа № 6

# ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОПЕРАЦИОННОГО УСИЛИТЕЛЯ

### Цель работы

1. Измерение входных токов операционного усилителя (ОУ).
2. Оценка величин среднего входного тока и разности входных токов ОУ.
3. Измерение напряжения смещения ОУ.
4. Измерение дифференциального входного сопротивления ОУ.
5. Вычисление выходного сопротивления ОУ.
6. Измерение скорости нарастания выходного напряжения ОУ.

### 6.1. Подготовка к работе.

- Повторить раздел: «Операционные усилители».
- Повторить основные меню и элементную базу программы «Electronics Workbench».
- По таблице 6.1 выбрать согласно варианту тип исследуемого операционного усилителя «Texas».

Таблица 6.1

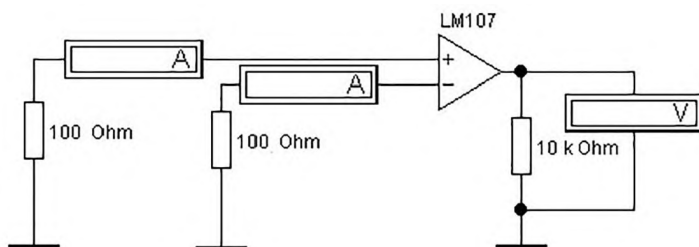
Варианты выбора типа операционного усилителя «Texas»

Номер по списку журнала	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Тип операционного усилителя	LM107	LM108	LM118	LM124	LM148	LM158	LM207	LM208	LM218	LM248	LM258	LM307

### 6.2. Порядок выполнения работы.

#### Эксперимент 1. Измерение входных токов.

- 6.2.1. Собрать схему согласно рис. 6.1.



**Рис. 6.1.** Схема для измерения входных токов ОУ

6.2.2. Включить схему. Измерить входные токи ОУ. По результатам измерений вычислить средний входной ток  $I_{\text{ВХ}}$  и разность входных токов  $\Delta I_{\text{ВХ}}$  ОУ.

$$I_{\text{ВХ}} = (I_1 + I_2)/2,$$

$$\Delta I_{\text{ВХ}} = I_2 - I_1,$$

где  $I_1$  и  $I_2$  соответственно токи инвертирующего и неинвертирующего входов.

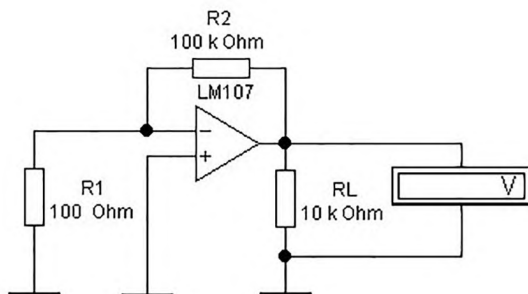
Результат записать в таблицу 6.2.

Таблица 6.2

Измерено		Вычислено	
$I_1$	$I_2$	$I_{\text{ВХ}}$	$\Delta I_{\text{ВХ}}$

### Эксперимент 2. Измерение напряжения смещения.

6.2.3. Собрать схему согласно рис. 6.2.



**Рис. 6.2.** Схема для измерения напряжения смещения

6.2.4. Включить схему. Измерить напряжение смещения  $\Delta U_{\text{ВЫХ}}$ , записав показания вольтметра в таблицу 6.3 бланка отчета приложе-

ния. По результатам измерения вычислить напряжение смещения  $U_{см}$ , используя коэффициент усиления  $K_y$  схемы на ОУ.

$$K_y = R_2/R_1,$$
$$U_{см} = \Delta U_{ВЫХ} / K_y.$$

Результат вычислений записать в таблицу 6.3 бланка отчета приложения.

Таблица 6.3

Измерено	Вычислено	
$\Delta U_{ВЫХ}$	$K_y$	$U_{см}$

**Эксперимент 3. Измерение входного и выходного сопротивлений ОУ.**

6.2.5. Собрать схему согласно рис. 6.3.

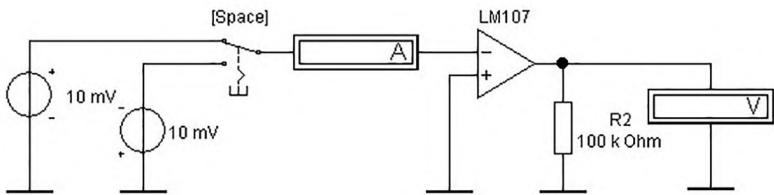


Рис. 6.3. Схема для измерения сопротивлений ОУ

6.2.6. Включить схему. Измерить входной ток  $I_{вх}$  и выходное напряжение  $U_{ВЫХ}$ . Переключить ключ [Space], нажав клавишу «Пробел» клавиатуры. Измерить входной ток  $I_{вх}$  и выходное напряжение  $U_{ВЫХ}$  после переключения ключа. Результат измерений записать в таблицу 6.4 бланка отчета приложения.

6.2.7. Рассчитать изменения входного напряжения и тока и по полученным результатам вычислить дифференциальное входное сопротивление  $R_{вх\text{ диф}}$  ОУ.

$$R_{вх\text{ диф}} = \Delta U_{вх} / \Delta I_{вх},$$

где:  $\Delta U_{вх}$  — изменение напряжения между входами ОУ,  $\Delta U_{вх} = 20\text{ мВ}$ ,  
 $\Delta I_{вх}$  — изменение входного тока.

Результат вычислений записать в таблицу 6.4 бланка отчета приложения.

Таблица 6.4

Измерено				Вычислено	
До переключения ключа [Space]		После переключения ключа [Space]			
I <sub>вх</sub>	U <sub>вых</sub>	I <sub>вх</sub>	U <sub>вых</sub>	ΔI <sub>вх</sub>	R <sub>вх диф</sub>

6.2.8. Собрать схему согласно рис. 6.2. Уменьшить сопротивление нагрузочного резистора  $R_L$  до тех пор, пока выходное напряжение  $\Delta U_{ВЫХ}$  не будет равно примерно половине значения, записанного в таблице 6.3 бланка отчета приложения. Найденное значение сопротивления  $R_L$  будет приблизительно равно выходному сопротивлению  $R_{ВЫХ ОУ}$ .

**Эксперимент 4. Измерение времени нарастания выходного напряжения ОУ.**

6.2.9. Собрать схему согласно рис. 6.4.

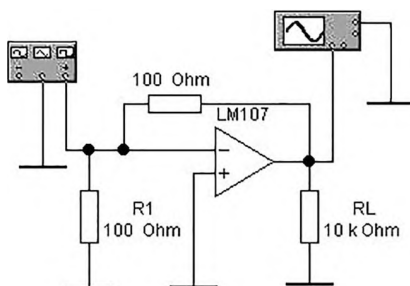


Рис. 6.4. Схема для измерения нарастания выходного напряжения ОУ

6.2.10. Установить настройки функционального генератора согласно рис. 6.5.

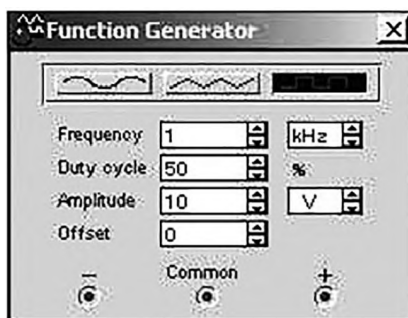


Рис. 6.5. Лицевая панель функционального генератора

6.2.11. Установить настройки осциллографа согласно рис. 6.6.

6.2.12. Включить схему. Установить движок под экраном осциллографа в крайнее левое положение и изобразить осциллограмму выходного напряжения. По осциллограмме определите величину выходного напряжения, время его установления и вычислите скорость нарастания выходного напряжения в В/мкс. Время нарастания определяется интервалом времени, в течение которого выходное напряжение ОУ изменяется от 10 до 90% от своих установившихся значений:

$$V_{u \text{ Вых}} = U_{\text{Вых}} / t_{\text{уст.}}$$

Результат вычислений записать в таблицу 6.5 бланка отчета при-  
ложения.

Таблица 6.5

Измерено		Вычислено
$U_{\text{Вых}}$	$t_{\text{уст}}$	$V_{u \text{ Вых}}$

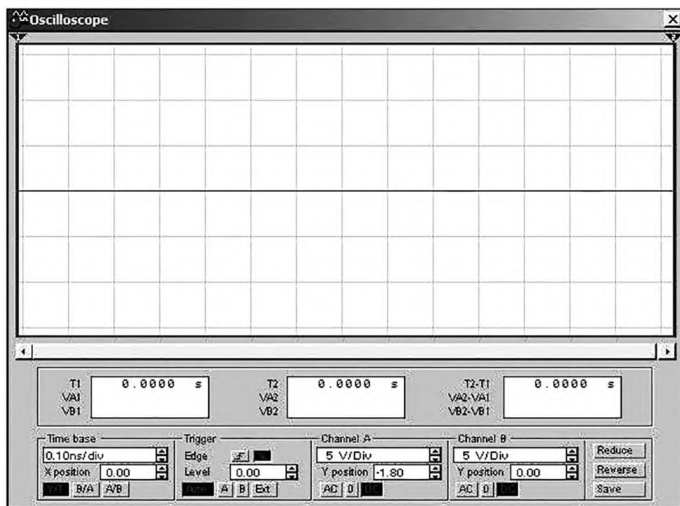


Рис. 6.6. Лицевая панель осциллографа

## Контрольные вопросы

1. К какому классу усилителей относится операционный усилитель?
2. Каковы основные требования к электрическим параметрам ОУ?

3. Приведите условно-графические изображения ОУ в электронных схемах, дайте характеристику внешних выводов.
4. Каким соотношением выходное напряжение связано с входными напряжениями ОУ? Что такое дифференциальный входной сигнал?
5. Что используют в качестве источника питания ОУ?
6. Перечислите основные параметры операционного усилителя.
7. Что такое напряжение смещения? Как его вычислить?
8. Сравните между собой величины входного и выходного сопротивлений ОУ?
9. Как определяется скорость нарастания выходного напряжения ОУ?
10. Как экспериментально можно определить выходное сопротивление ОУ?