

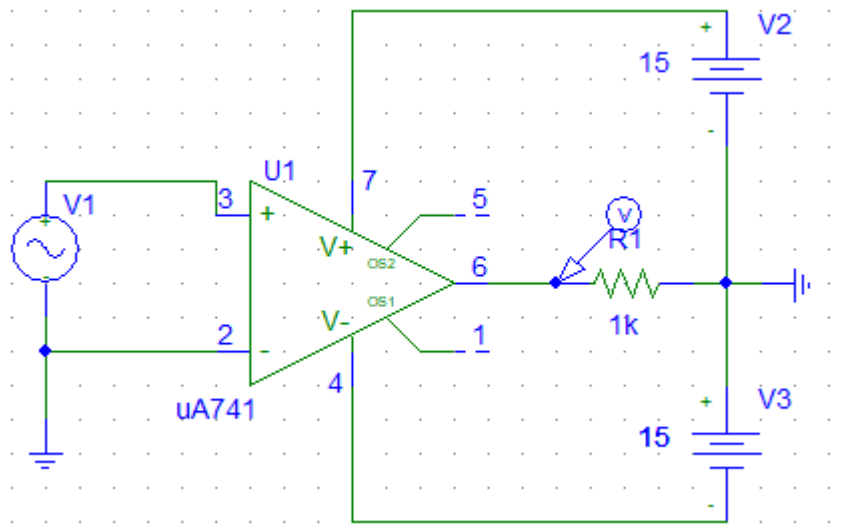
Лабораторная работа № 6 ДО

ОПЕРАЦИОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

4. Рабочее задание.

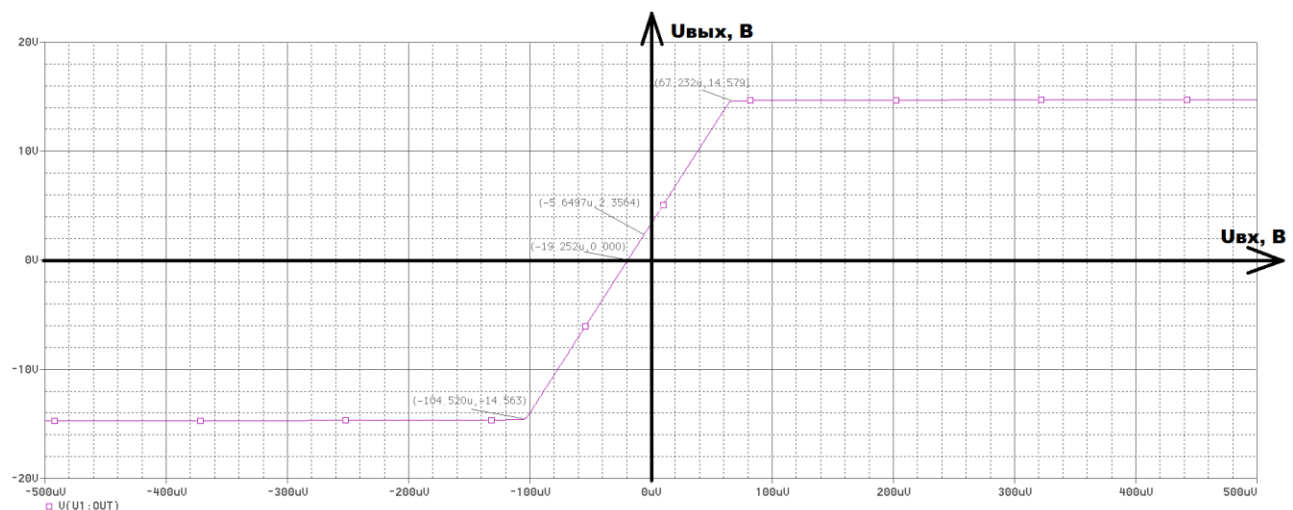
- 4.1. Собрать схему для получения амплитудной и амплитудно-частотной характеристик операционного усилителя.

Рабочая схема для снятия АХ и АЧХ операционного усилителя



- 4.2. Снять амплитудную характеристику операционного усилителя — зависимость $U_{\text{ВЫХ}}(U_{\text{ВХ}})$. Для активного участка характеристики определить коэффициент усиления дифференциального напряжения $K_{\text{ид}}$. Определить также напряжение смещения $U_{\text{см}}$ и допустимые пределы изменения выходного напряжения $U_{\text{ВЫХ макс}}^+$ и $U_{\text{ВЫХ мин}}^-$.

Амплитудная характеристика операционного усилителя



$$U_{\text{ВЫХ макс}}^+ = 14.579 \text{ В}$$

$$U_{\text{ВЫХ мин}}^- = -14.563 \text{ В}$$

$$U_{\text{см}} = -19.252 \text{ мкВ}$$

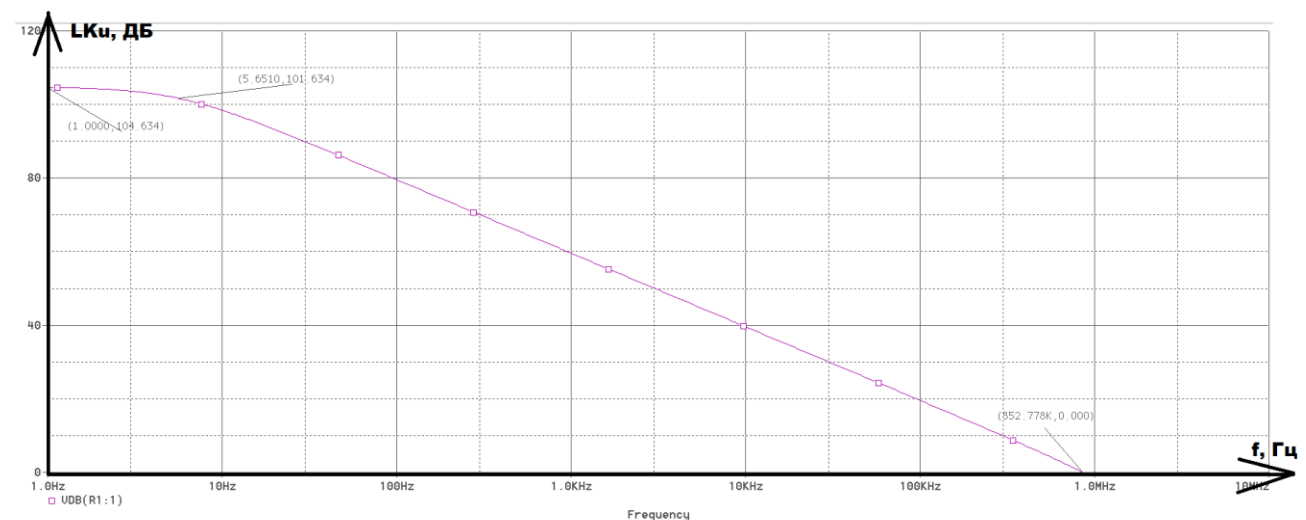
$$K_{\text{ид}} = \frac{\Delta U_{\text{вых}}}{\Delta U_{\text{вх}}} = \frac{2.3564 - 0}{-5.6497 * 10^{-6} + 19.252 * 10^{-6}} = \frac{2.3564}{13.6023 * 10^{-6}} = 0.1732 * 10^6 = 173200$$

$$LK(\text{дБ}) = 20 \lg K = 20 \lg(173200) \approx 104.771$$

$K_{\text{ид}}$	$U_{\text{см}} \text{ мкВ}$	$U_{\text{вых макс}}^+, \text{ В}$	$U_{\text{вых мин}}^-, \text{ В}$
0.1732	-19.252	14.532	-14.592

- 4.3. Снять амплитудно-частотную характеристику операционного усилителя $K_{\text{ид}}(f)$. По характеристике определить коэффициент усиления дифференциального напряжения $K_{\text{ид}}$ при $f = 0$, граничную частоту $f_{\text{в}}$ и частоту единичного усиления f_1 .

Амплитудно-частотная характеристика операционного усилителя



$K_{\text{ид}}$	$f_{\text{в}}, \text{ Гц}$	$f_1, \text{ МГц}$
104.634	5.651	0.853

- 4.4. Собрать схему неинвертирующего усилителя с параметрами, рассчитанными в подготовке к работе. На вход подать синусоидальный сигнал с амплитудой 100 мВ и частотой 1 кГц. Определить коэффициент усиления инвертирующего усилителя.

Рабочая схема неинвертирующего усилителя

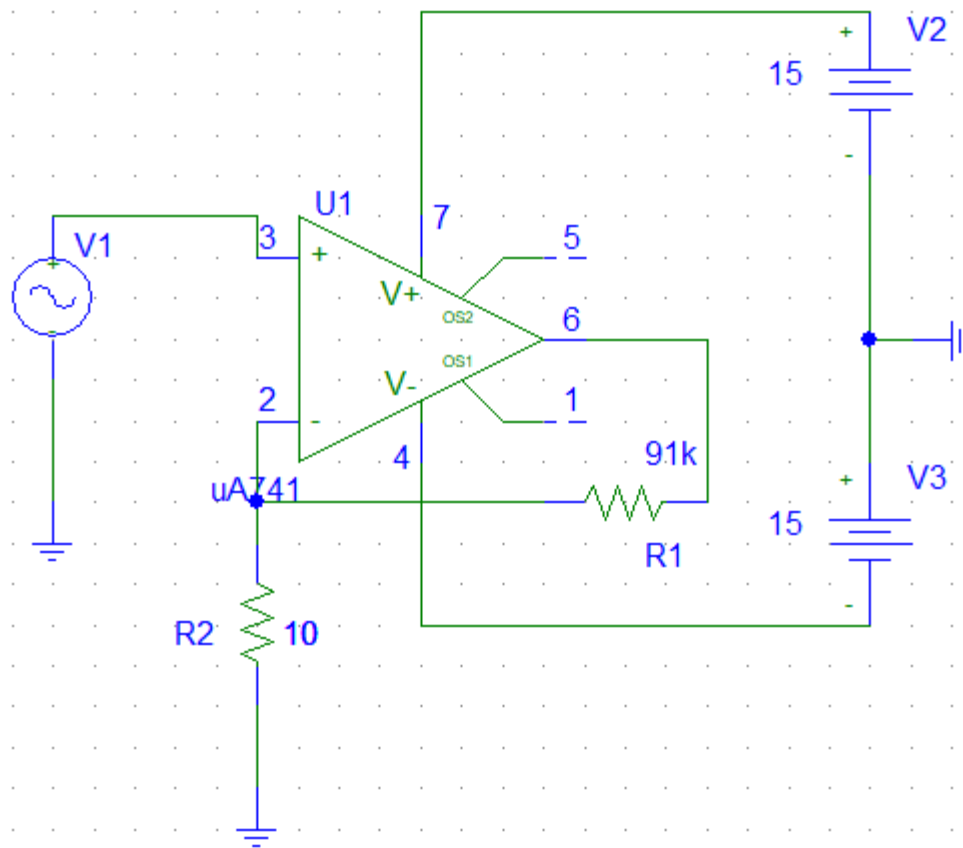
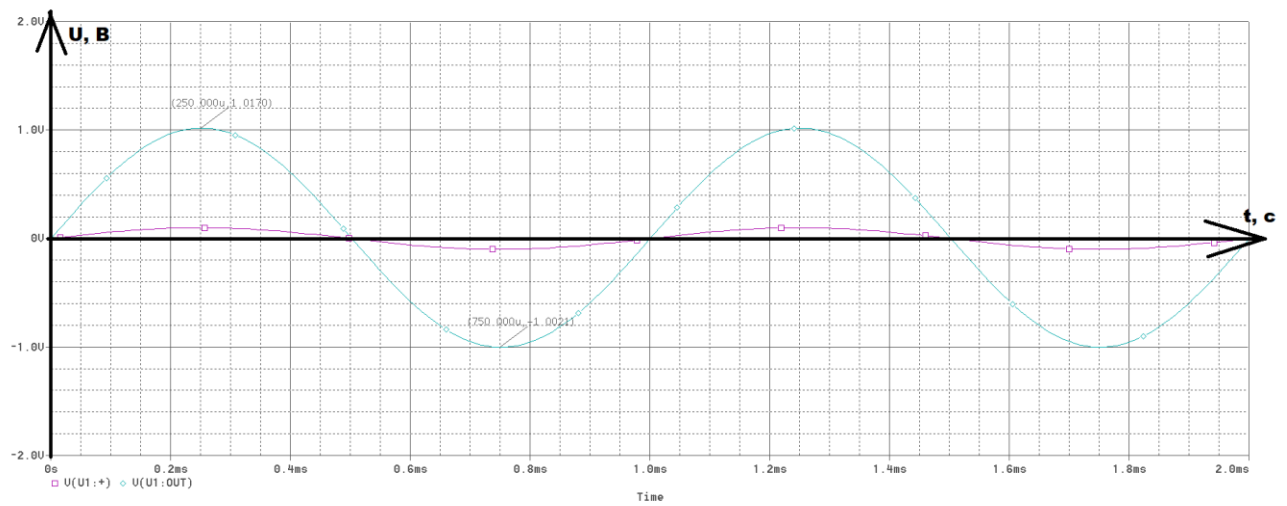


График переходного процесса



$$K_u = \frac{\Delta U_{\text{ВЫХ}}}{\Delta U_{\text{ВХ}}} = \frac{1.0170 + 1.0021}{0.1 + 0.1} = \frac{2.0191}{0.2} = 10.0955$$

	Задание	Эксперимент
K_u	10.1	10.0955

- 4.5. Собрать схему инвертирующего усилителя с параметрами, рассчитанными в подготовке к работе. На вход подать синусоидальный сигнал с амплитудой 100 мВ и частотой 1 кГц. Определить коэффициент усиления инвертирующего усилителя.

Рабочая схема инвертирующего усилителя

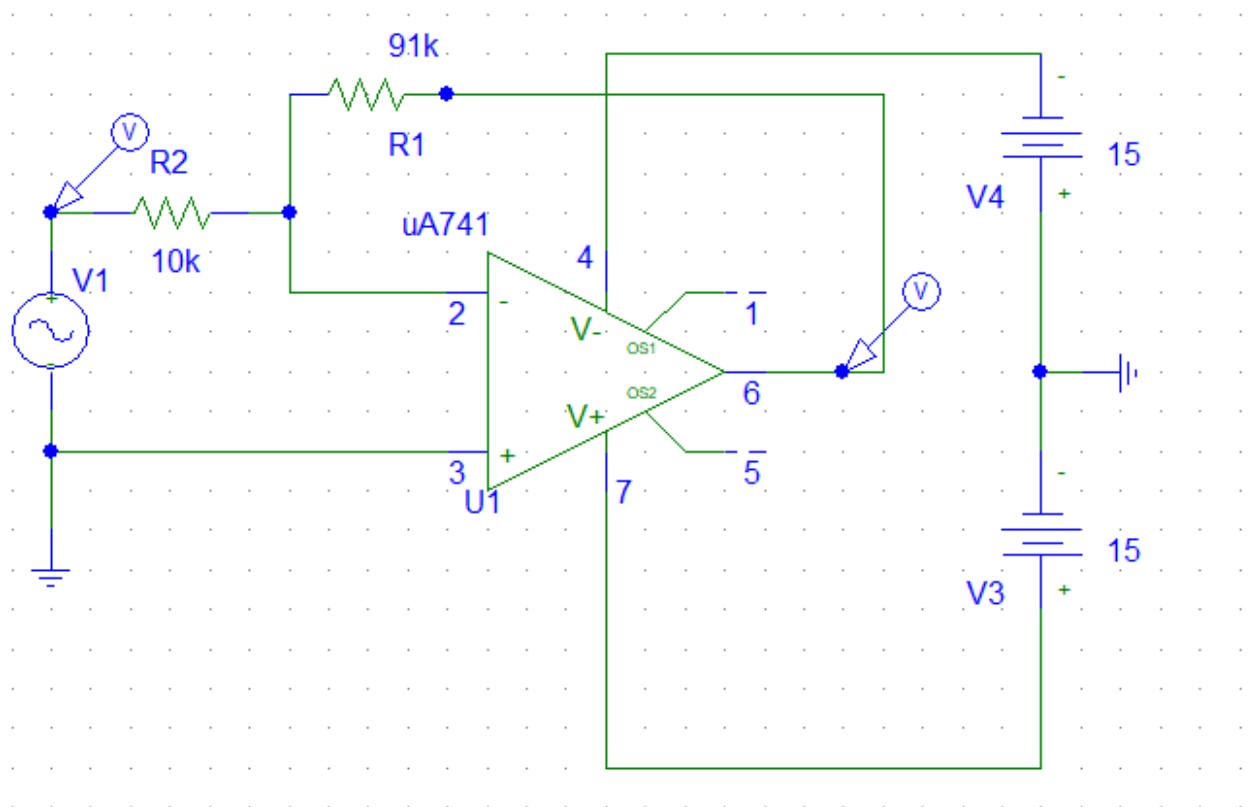
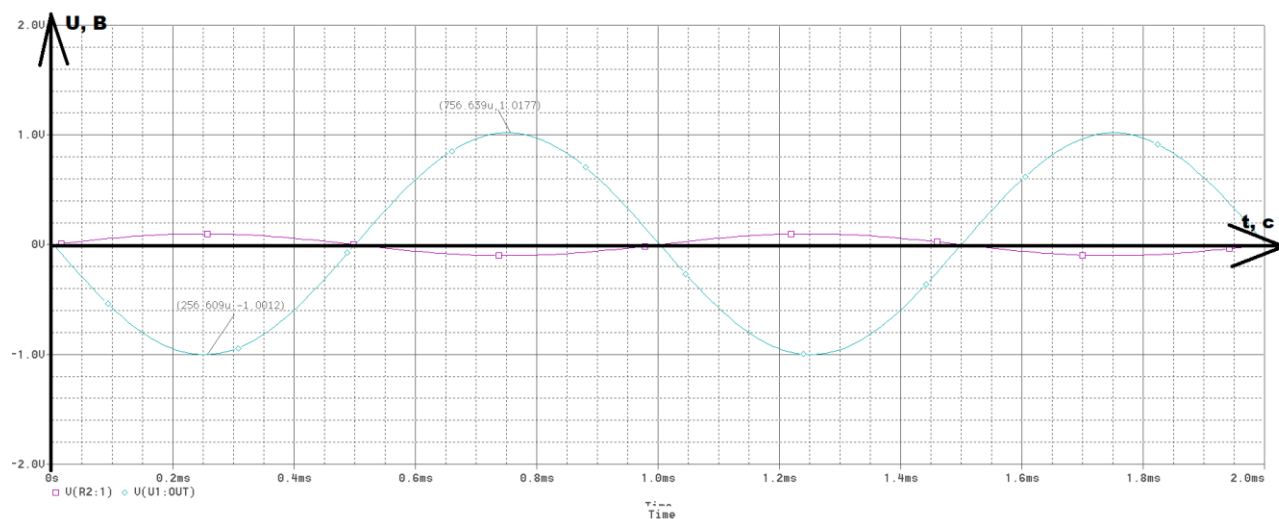


График переходного процесса

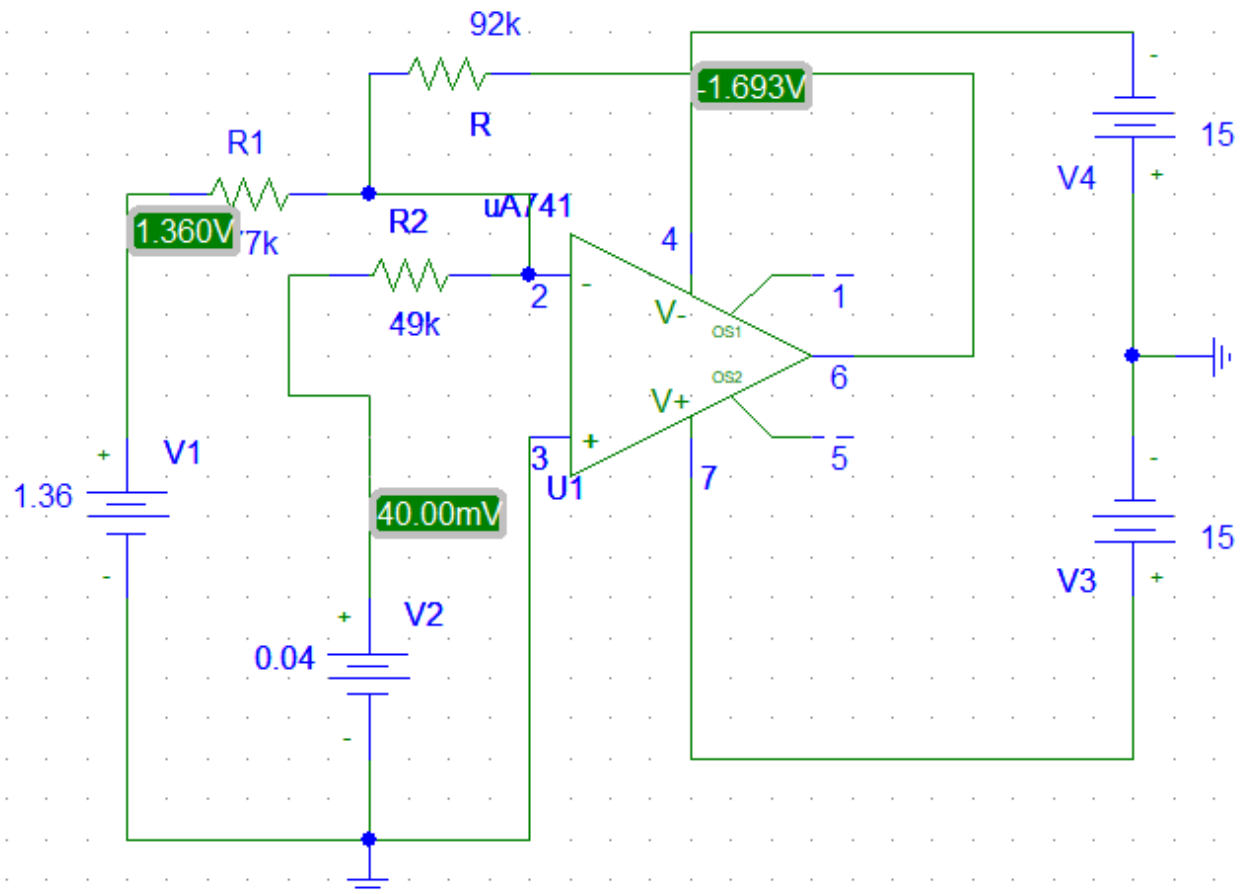


$$K_u = \frac{\Delta U_{\text{ВЫХ}}}{\Delta U_{\text{ВХ}}} = \frac{1.0177 + 1.0012}{0.1 + 0.1} = \frac{2.0189}{0.2} = 10.0945$$

	Задание	Эксперимент
K_u	10.1	10.0945

- 4.6. Собрать схему сумматора. Установить параметры элементов сумматора, рассчитанные в подготовке к работе. На входы схемы подать постоянные напряжения U_1 , U_2 согласно варианту. Определить напряжение на выходе схемы.

Рабочая схема суммирующего усилителя



	Расчет	Эксперимент
$U_{\text{вых}}, \text{ В}$	-1.7000	-1.693

4.7. Собрать схему мультивибратора с параметрами элементов, рассчитанными в подготовке к работе. Запустить схему на расчет, определить период следования прямоугольных импульсов.

Рабочая схема симметричного мультивибратора

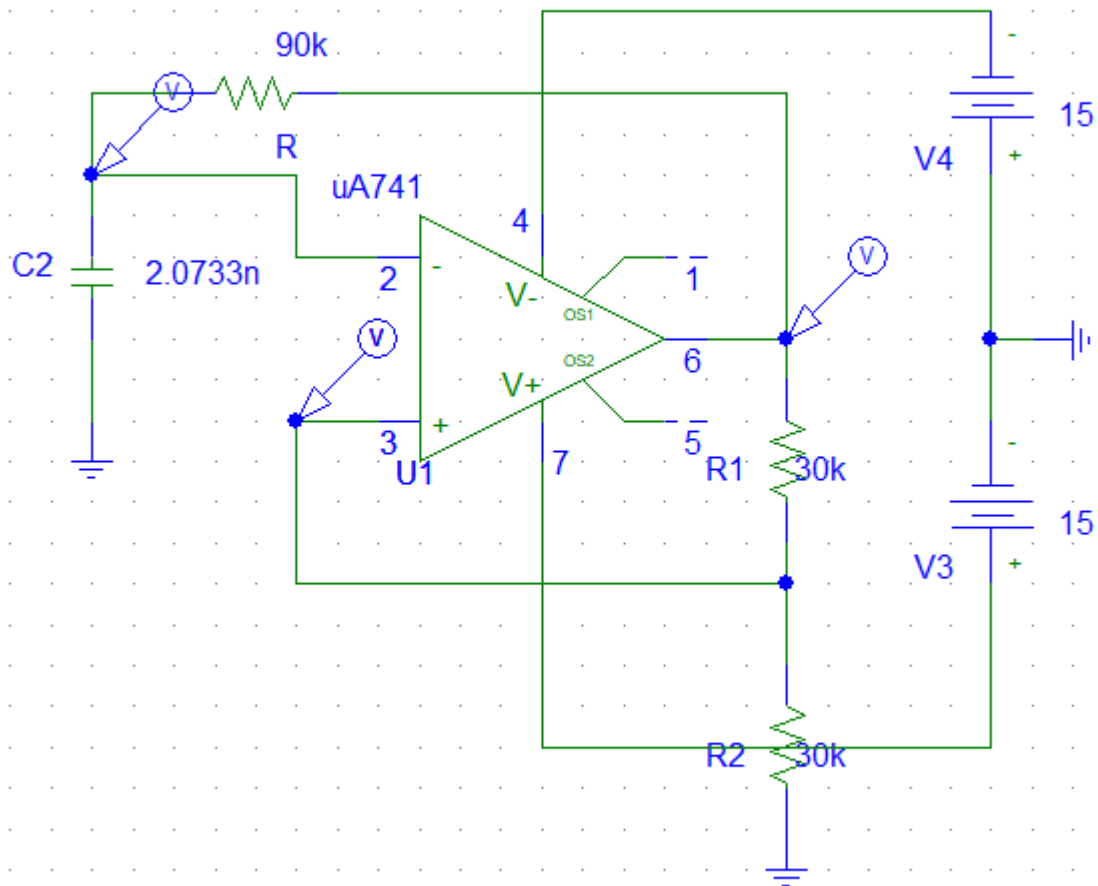
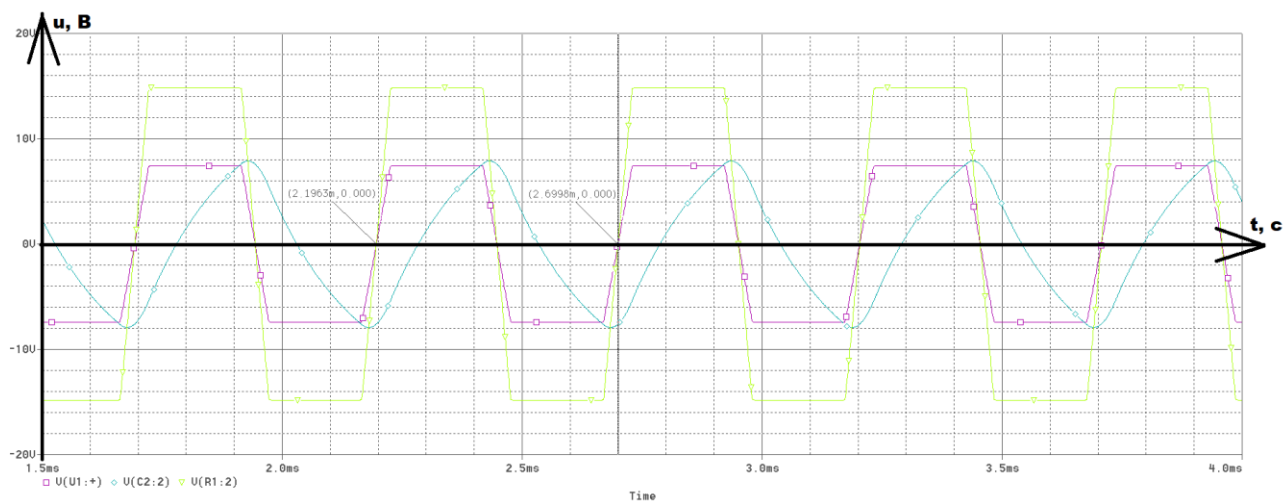


График переходного процесса

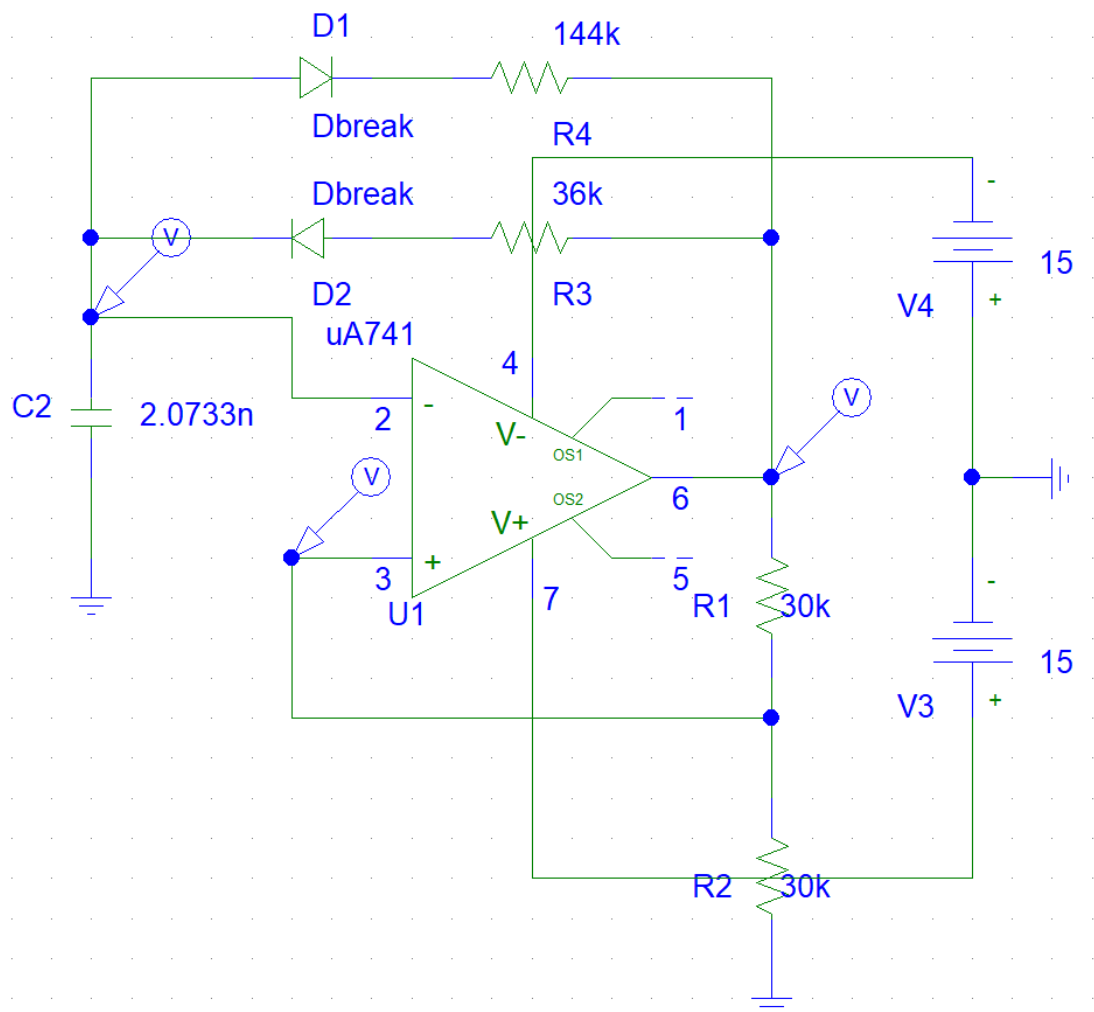


$$T = t - t' = 2.6998 * 10^{-3} - 2.1963 * 10^{-3} = 0.5035 * 10^{-3} = 503.5 \mu\text{s}$$

	Задание	Эксперимент
T , мкс	410	503.5

- 4.8. Разработать схему несимметричного мультивибратора, работающего с той же частотой, но со скважностью $Q=5$ (для четных N) и $Q=0,2$ (для нечетных N). Собрать схему и запустить на расчет. Определить период и скважность следования прямоугольных импульсов.

Рабочая схема несимметричного мультивибратора



$$\gamma = \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{30 \cdot 10^3}{30 \cdot 10^3 + 30 \cdot 10^3} = 0.5$$

$$1 + \gamma = 1 + 0.5 = 1.5$$

$$1 - \gamma = 1 - 0.5 = 0.5$$

$$\ln\left(\frac{1+\gamma}{1-\gamma}\right) = \ln\left(\frac{1.5}{0.5}\right) = \ln(3) \approx 1.0986$$

$$Q = \frac{T}{t_{н+}} = \frac{410 \cdot 10^{-6}}{t_{н+}} = 5$$

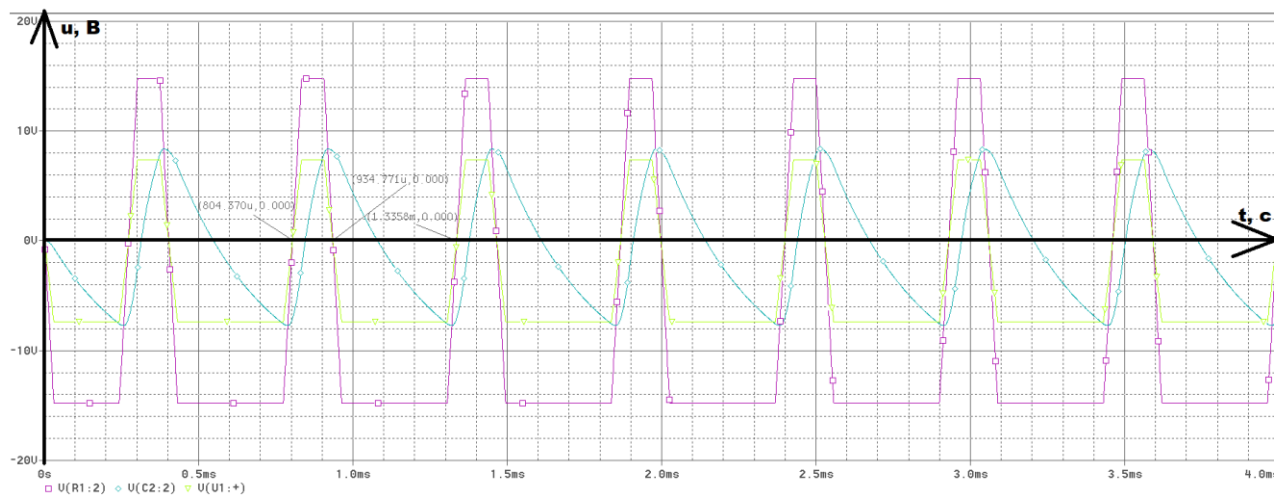
$$t_{н+} = \frac{410 \cdot 10^{-6}}{5} = 82 \cdot 10^{-6}$$

$$R_3 = \frac{t_{н+}}{C \cdot \ln\left(\frac{1+\gamma}{1-\gamma}\right)} = \frac{82 \cdot 10^{-6}}{2.0733 \cdot 10^{-9} \cdot 1.0986} = 36 \cdot 10^3 = 36 \text{ кОм}$$

$$t_{н-} = T - t_{н+} = (410 - 82) \cdot 10^{-6} = 328 \cdot 10^{-6} = 328 \text{ мкс}$$

$$R_4 = \frac{328 \cdot 10^{-6}}{2.0733 \cdot 10^{-9} \cdot 1.0986} = 144 \text{ кОм}$$

График переходного процесса



$$T = t - t' = 1.3558 * 10^{-3} - 804.37 * 10^{-6} = 0.5514 * 10^{-3} = 551.4 \text{ мкс}$$

$$\tau = (934.771 - 804.37) * 10^{-6} = 130.401 \text{ мкс}$$

$$Q = \frac{T}{\tau} = \frac{551.4 * 10^{-6}}{130.401 * 10^{-6}} = 4.347$$

	Задание	Эксперимент
Q	5	4.347