

Санкт-Петербургский государственный университет

St Petersburg University

Математико-Механический факультет

Кафедра физической механики

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №10

“Исследование электрических процессов в переходных цепях. Явление дифференцирования и интегрирования.”

Выполнил: Норкин Марк, 353 гр.

Санкт-Петербург 2021

Цель работы:

1. Ознакомление с переходными, передаточными и спектральными характеристиками.
2. Преобразование форм различных сигналов на примере дифференцирования и интегрирования.

Схемы установок:

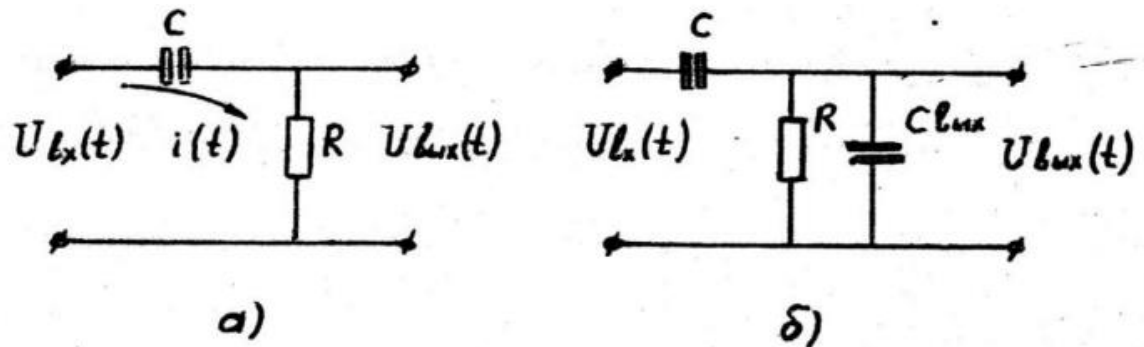


Рис. 1.

а) Дифференцирующая цепь;

б) Интегрирующая цепь

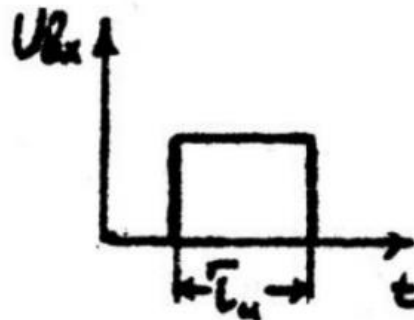
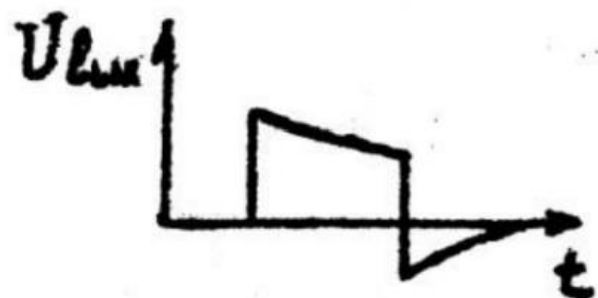


Рис. 2 Входное напряжение

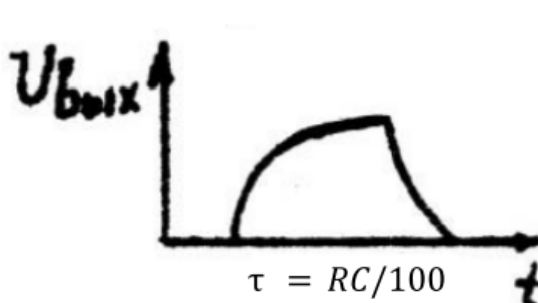


$$\tau = RC$$

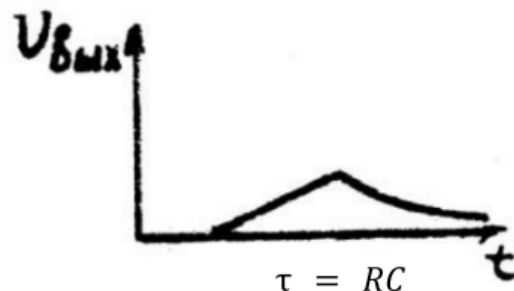


$$\tau = 100RC$$

Рис. 3. Выходное напряжение на дифференцирующей цепи



$$\tau = RC/100$$



$$\tau = RC$$

Рис. 4. Выходное напряжение на интегрирующей цепи

Расчетные формулы:

Дифференцирующая цепь:

$$A(\omega) = \frac{\omega\tau}{\sqrt{1+(\omega\tau)^2}} - \text{Амплитудно-частотная характеристика, где}$$

A - амплитуда, ω - частота, τ - длительность импульса

$$\frac{U_{\text{ВЫХ}}(t)}{U_{\text{ВХ}}(t)} = e^{\frac{-t}{RC}} - \text{Выходное напряжение, где}$$

$U_{\text{ВЫХ}}$ - выходное напряжение, $U_{\text{ВХ}}$ - входное напряжение, R - сопротивление резистора,

C - емкость конденсатора

Интегрирующая цепь:

$$A(\omega) = \frac{\omega\tau}{\sqrt{1+(\omega\tau)^2}} - \text{Амплитудно-частотная характеристика}$$

$$\frac{U_{\text{ВЫХ}}(t)}{U_{\text{ВХ}}(t)} = 1 - e^{\frac{-t}{RC}} - \text{Выходное напряжение}$$

Расчет погрешностей:

$$\Delta U_2 = 0.5 U_{\text{ВХ}} \left(\frac{t}{RC} \right)^2 - \text{Абсолютная погрешность}$$

$$\delta \approx 0.5 \frac{t}{RC} - \text{Относительная погрешность}$$

Экспериментальные и расчётные данные:

Дифференцирующая цепь:

Дифф

t, мкс	0	1	2	3	4	5
$U_p, C=RC$						
$U_{A, T=RC}$ экспер.	3,42	0,78	0,18	0,06	0,02	0,004
$U_{A, T=RC}$ расч.						
$U_{A, T=RC}$ экспер.	3,9	3,86	3,78	3,7	3,66	3,58

Таблица 1

Дифф

f, кГц	0	2	5	10	20	50	100	300	500	700	1000
$A(\omega), T=RC$		$5,4 \cdot 10^{-3}$	$4,1 \cdot 10^{-3}$								
$A(\omega), T=RC$		$3,4 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$5,6 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$9,6 \cdot 10^{-3}$	$4,0 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$7,4 \cdot 10^{-3}$
$A(\omega), T=RC$											
$A(\omega), T=RC$		4,28	664	744	760	776	784	784	784	784	788

Таблица 2

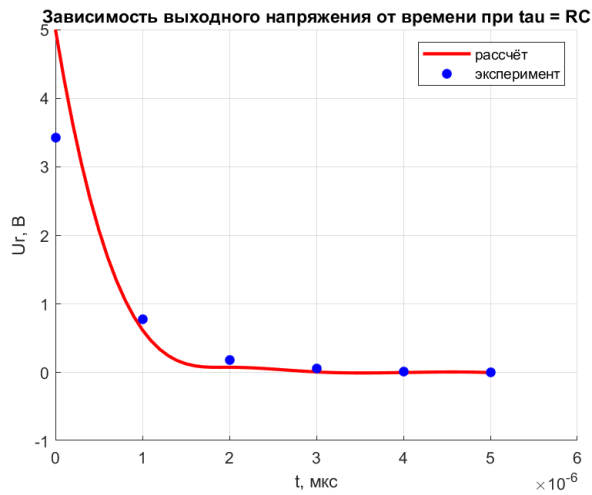


Рис.5

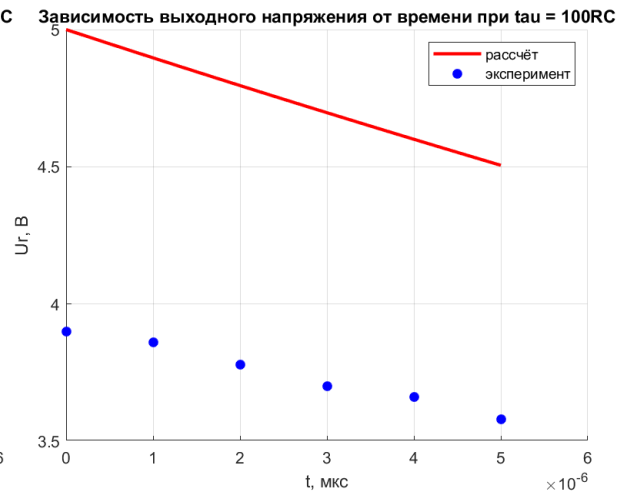


рис.6

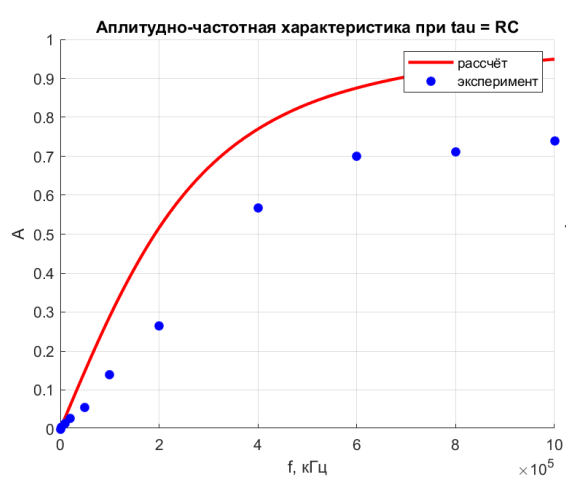


Рис.6

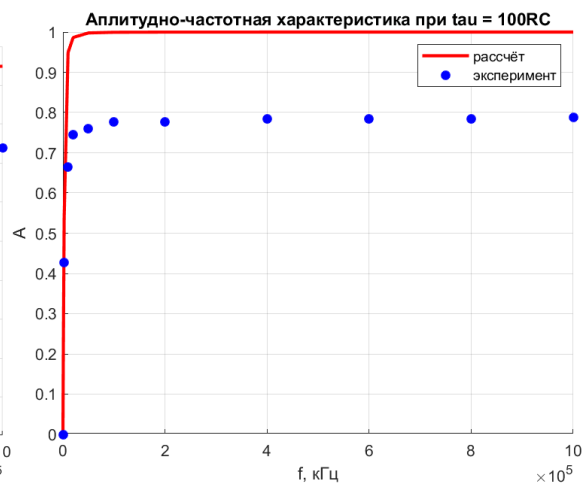


Рис.7

Интегрирующая цепь:

Умножить

$t, \text{мкс}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$U_c, \tau = RC$											
$U_c, \tau = RC$ экспер.	0	54	110	138	182	226	266	306	354	394	418
$U_c, \tau = \frac{RC}{100}$											
$U_c, \tau = \frac{RC}{100}$ экспер.	0	2,5	3,76	4,32	4,64	4,8	4,96	5,16	5,46	5,86	6,36

$\cdot 10^{-3}$

Таблица 3

Умножить

$f = \frac{\omega}{2\pi} \text{ кГц}$	0	2	10	20	50	100	200	400	600	800	1000
$A(\omega) \tau = RC$											
$A(\omega) \tau = RC$ экспер.	1	0,8	0,56	0,264	0,136	0,074	0,034	0,022	0,017	0,013	
$A(\omega) \tau = \frac{RC}{100}$											
$A(\omega) \tau = \frac{RC}{100}$ экспер.		992	992	992	992	992	992	944	880	800	740

$\cdot 10^{-3}$

Таблица 4

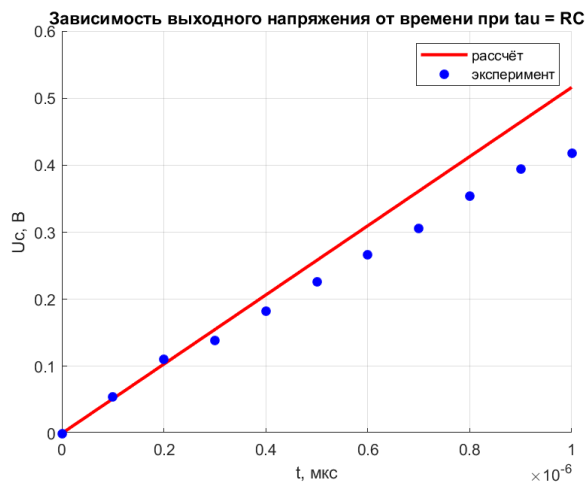


Рис.8

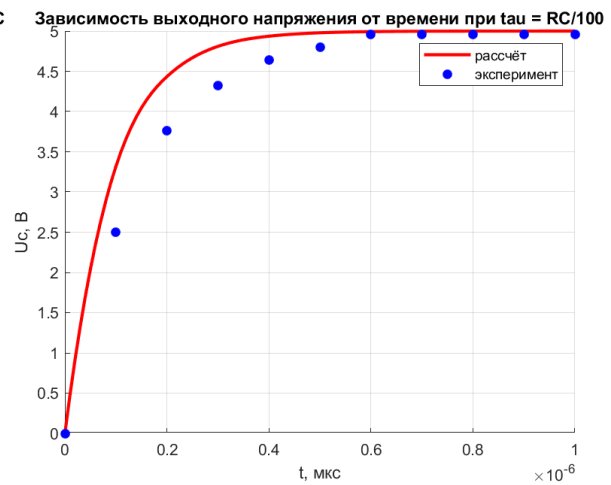


Рис.9

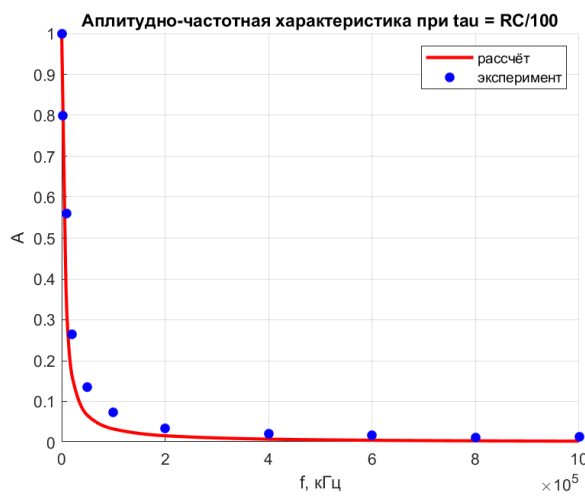


Рис.10

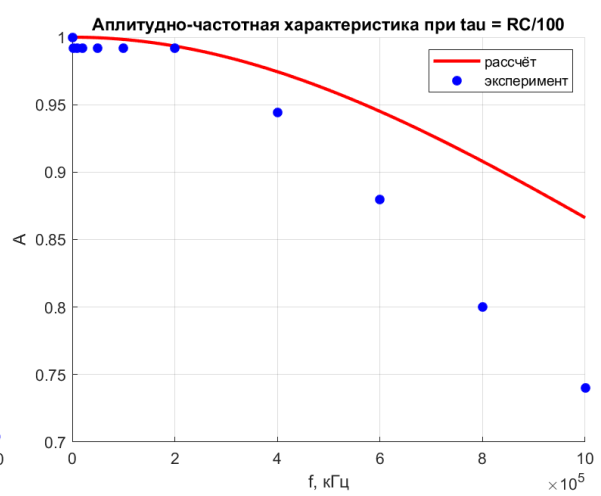


Рис.11

Вывод:

При выполнении данной работы рассмотрели преобразование сигнала прямоугольной формы на примере дифференцирования и интегрирования, а также амплитудно-частотную характеристику этого сигнала. При сравнении полученных результатов и графиков напряжений на дифференцирующей цепи наблюдается резкое падение выходного напряжения. Получены сигналы с гладкими углами, это связано с несовершенством цепи.