МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет “ЛЭТИ” им. В. И. Ульянова (Ленина) (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)**

Кафедра теоретических основ электротехники

**Отчет**

**по лабораторной работе № 3**

**по дисциплине «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»**

# Тема: «ИССЛЕДОВАНИЕ СВОБОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ»

Студенты гр.3584, ФИБС \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Четвериков Д.А.

Студенты гр.3584, ФИБС \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Яблочников А.А.

Преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Кондаков А.В.

Санкт-Петербург

2025 г.

***Цель работы*:** изучение связи между видом свободного процесса в электрической цепи и расположением ее собственных частот (корней характеристического уравнения) на комплексной плоскости; экспериментальное определение собственных частот и добротности *RLC*-контура по осциллограммам.

***Основные теоретические положения:*** поведение линейных цепей описывается линейными дифференциальными уравнениями; при этом вид свободного процесса определяется корнями *pk* характеристического уравнения (собственными частотами цепи).

При возбуждении цепи источником тока собственные частоты можно рассчитать как нули входной проводимости цепи *Y* (*p*), т. е. как корни уравнения *Y(* *p)*= 0 .

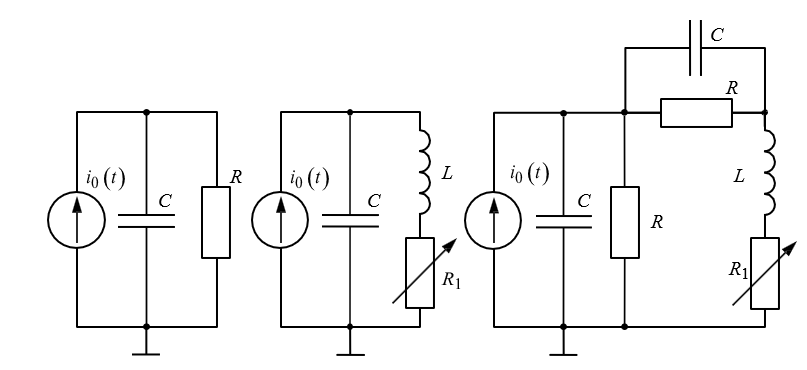
На рисунке 1 представлены используемые в работе схемы цепей:

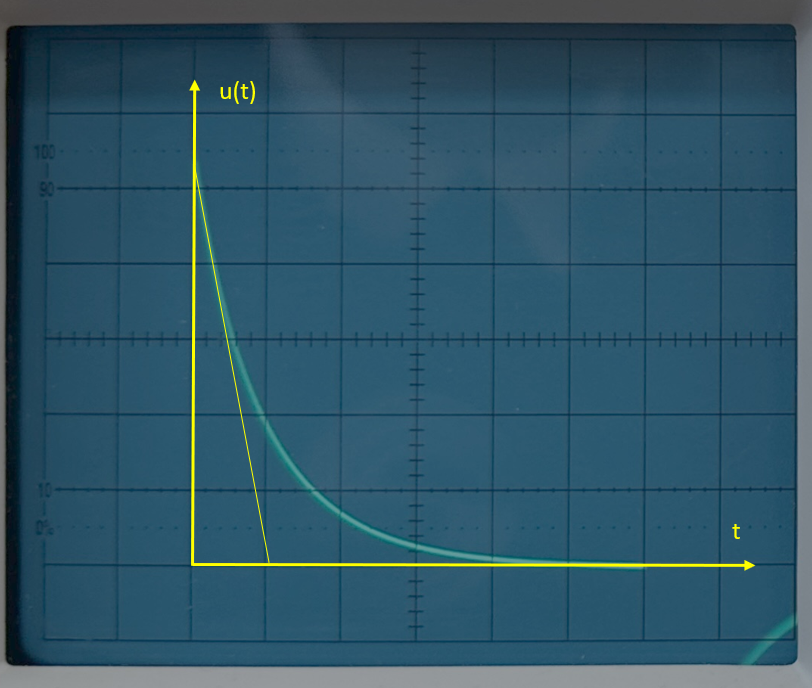
Рисунок 1

**Обработка результатов эксперимента:**

1. *Исследование свободных процессов в цепи первого порядка*

Расчет собственной частоты цепи:

а) по осциллограмме (рис.2) двумя способами:



τ=0,1 мс

0,16

0,03

u2=0,2 B

0

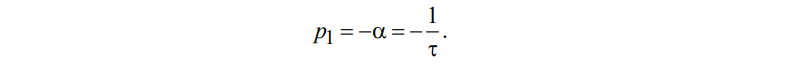
u1=0,8 B

, мс

, В

uc

Рисунок 2

 1)

где

2)

б) по общей формуле:

=

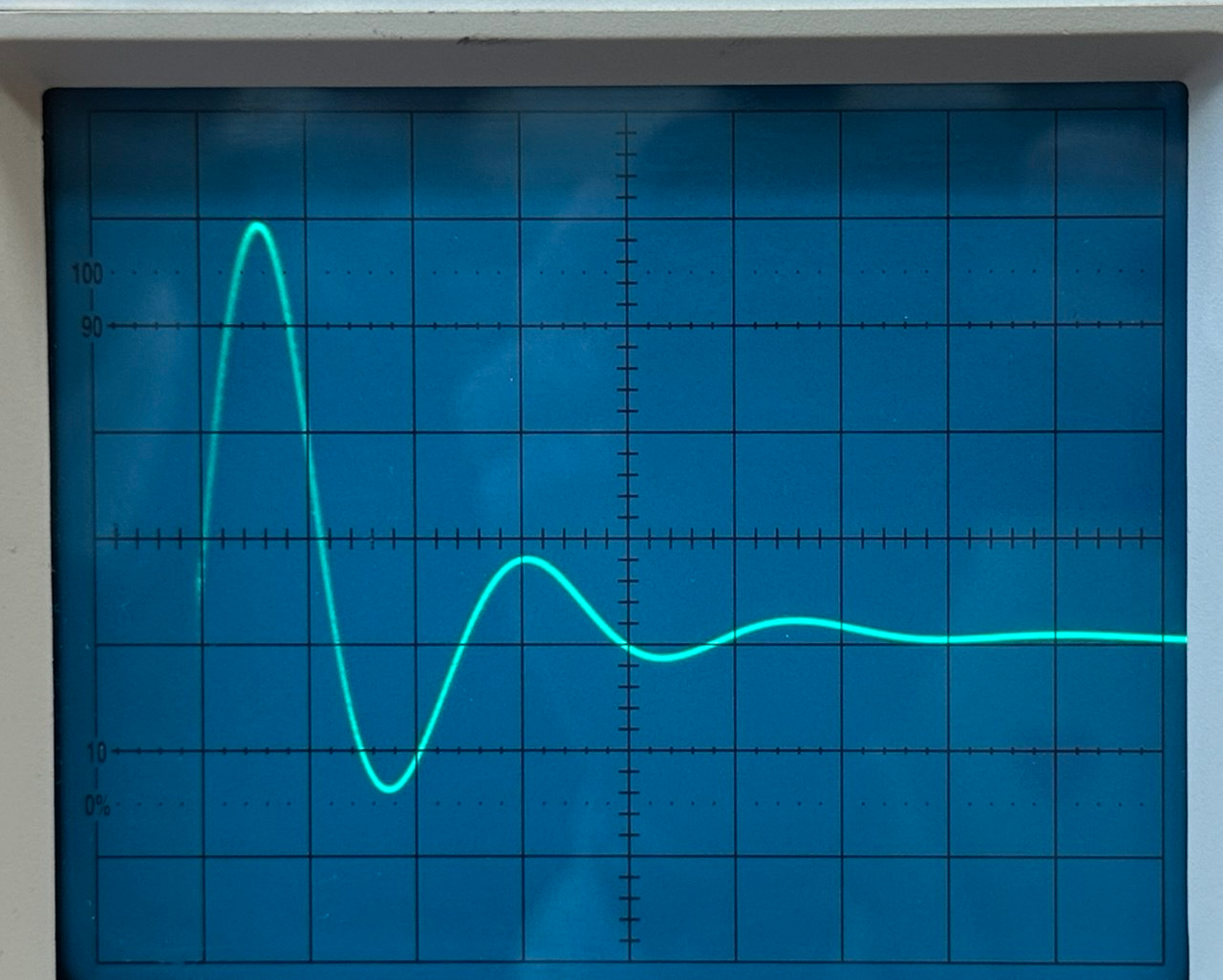
Рисунок 3.

На рисунке 3 изображена диаграмма расположения собственной частоты на комплексной плоскости для цепи первого порядка.

1. *Исследование свободных процессов в цепи второго порядка*
2. Колебательный затухающий режим

Расчет собственных частот цепи:

а) по осциллограмме (рис.4):



0

u2=0,08 B

Т=120 мкс

u1=0,4 B

Т

u(t), В

t, мкс

uR

Рисунок 4

б) по общей формуле:

На рисунке 5 изображена диаграмма расположения собственных частот на комплексной плоскости для цепи второго порядка (колебательный затухающий режим):

Рисунок 5

Расчет добротности контура по осциллограмме:

Добротность соответствует затухающему колебательному режиму (Q>0,5)

Теоретический расчет добротности:

1. Апериодический режим

Расчет собственных частот цепи по общей формуле:

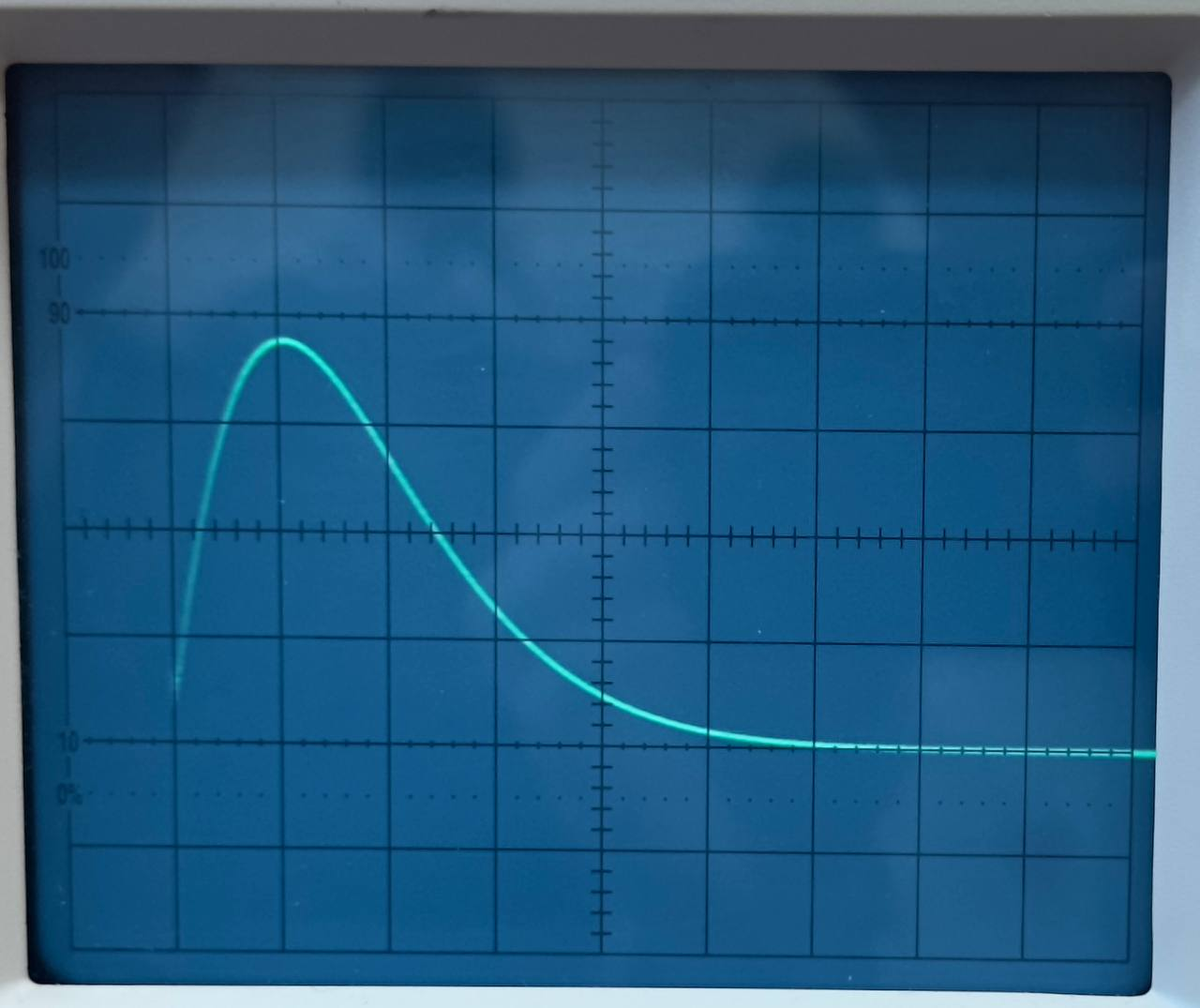
На рисунке 7 изображена диаграмма расположения собственных частот на комплексной плоскости для цепи второго порядка (апериодический режим):

Рисунок 7

1. Критический режим

Расчет собственных частот цепи:

а) по осциллограмме (рис.8):



24

0

umax=0,75 B

uR

t, мкс

u(t), В

Рисунок 8

б) по общей формуле:

В критическом режиме вещественные кратные частоты, тогда α=ω0 ⇒ :

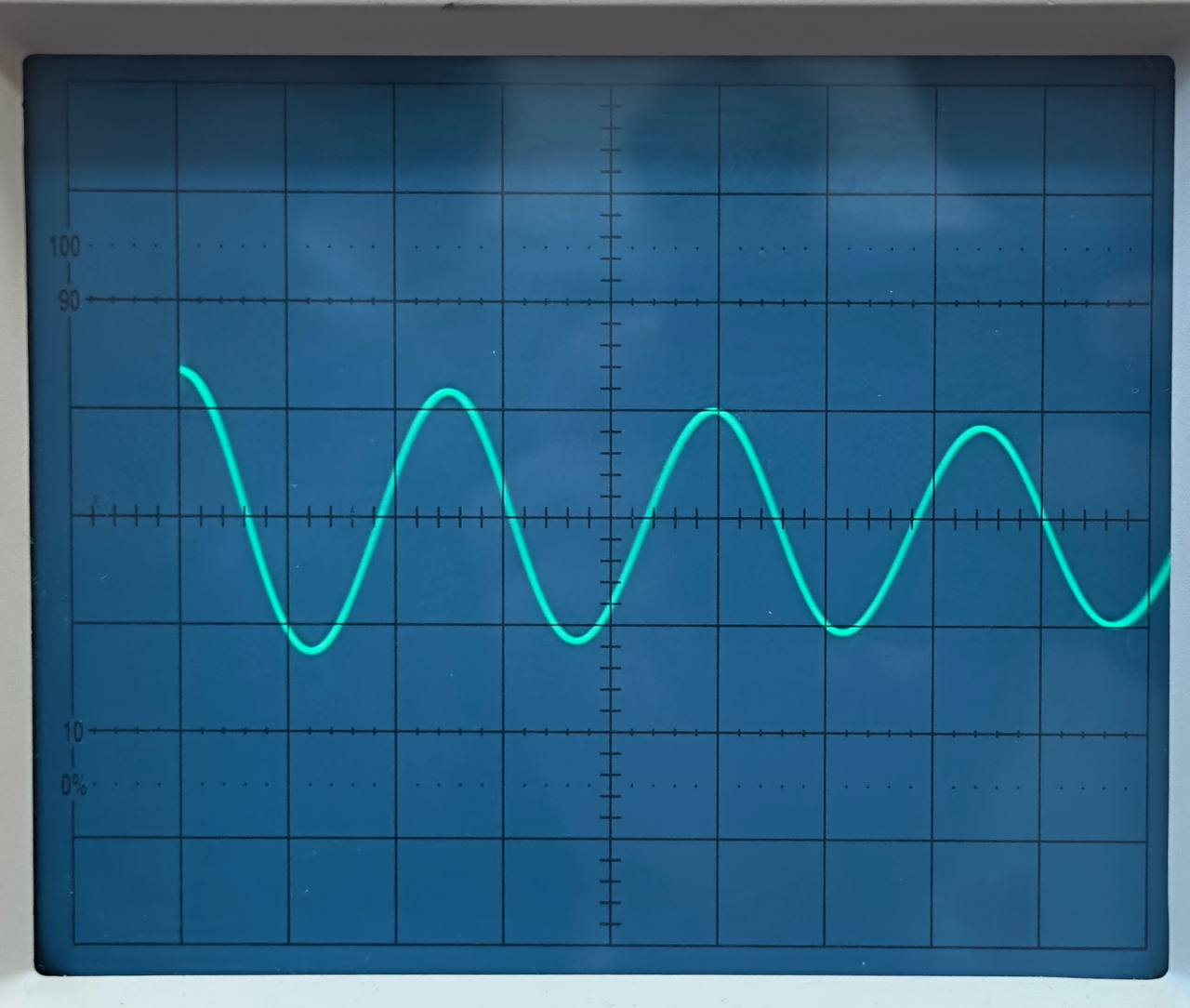
На рисунке 9 изображена диаграмма расположения собственных частот на комплексной плоскости для цепи второго порядка (критический режим):

Рисунок 9

1. Колебательный незатухающий режим

Расчет собственных частот цепи:

а) по осциллограмме (рис.10):



0

u2=0,6 B

u1=0,7 B

T=120 мкс

uс

t, мкс

u(t), В

Рисунок 10

б) по общей формуле:

Т.к. R1=0 Ом, то расчет собственных частот по осциллограмме можно упростить:

На рисунке 11 изображена диаграмма расположения собственных частот на комплексной плоскости для цепи второго порядка (колебательный незатухающий режим):

Рисунок 11

Расчет добротности контура по осциллограмме:

Теоретический расчет добротности:

1. *Исследование свободных процессов в цепи третьего порядка*

Расчет собственных частот цепи по общей формуле:

На рисунке 12 изображена диаграмма расположения собственных частот на комплексной плоскости для цепи третьего порядка:

Рисунок 12

*Вывод:* в лабораторной работе были изучены связи между видом свободного процесса в цепи и расположением собственных частот на комплексной плоскости. Экспериментально определены значения собственных частот и добротностей контуров по осциллограммам.

Результат, полученный теоретическим путем, незначительно отличается от экспериментально вычисленных. Это обусловлено погрешностью проведения эксперимента. В целом, полученные теоретическим путем значения совпадают с экспериментально измеренными.

*Ответы на вопросы:*

**1.** Каким аналитическим выражением описывается осциллографируемый процесс?

*U(t) = A*

**2.** Соответствует ли найденная собственная частота теоретическому расчету?

Да, с погрешностью 6%

**3.** Какими аналитическими выражениями (в общем виде) описываются процессы во всех четырех случаях?

1)

2)

3)

4)

**4.** Соответствуют ли найденные собственные частоты теоретическому расчету?

В случае с колебательным затухающим и незатухающим режимом погрешность около 34%

**5.** Каковы теоретические значения собственных частот при 3 кОм и соответствует ли этим значениям снятая осциллограмма ?

;

На рисунке 13 представлена осциллограмма напряжения резистора в цепи второго порядка (апериодический режим)

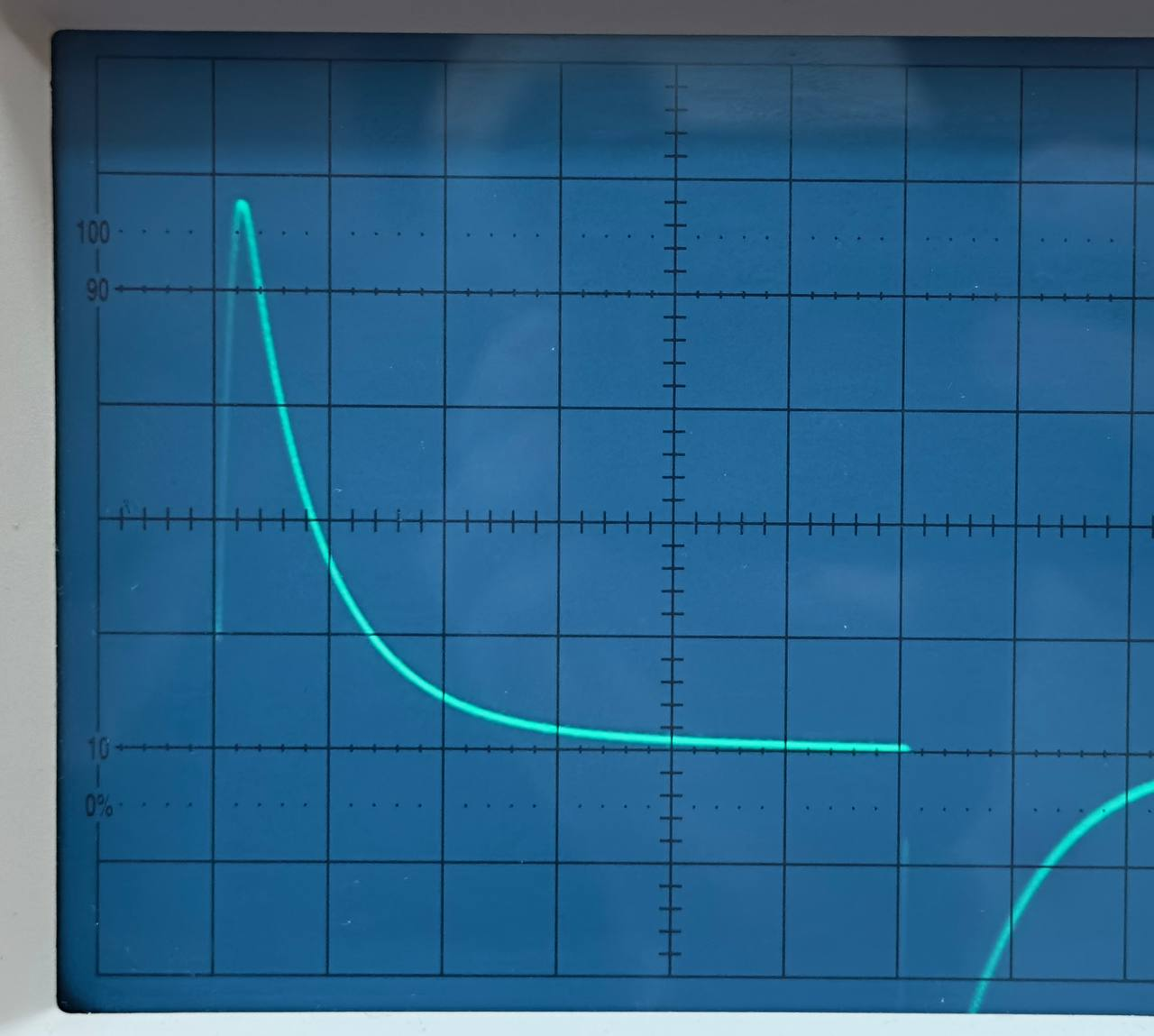


Рисунок 13

**6.** Как соотносятся найденные значения добротности с результатами теоретического расчета?

1. В колебательном затухающем режиме соответствуют с погрешностью 15%

2. В колебательном затухающем режиме добротность ≠ ∞, поскольку любой физический проводник имеет сопротивление и R1=0 Ом недостижимо. Но по сравнению с остальными случаями, значение добротности достаточно велико, что говорит о правильности расчетов.

**7.** Каким аналитическим выражением описывается осциллографируемый процесс в цепи третьего порядка?

**8.** Каковы значения собственных частот в цепи третьего порядка и соответствует ли этим значениям снятая осциллограмма?

;

;

На рисунке 14 представлена осциллограмма напряжения резистора в цепи третьего порядка:

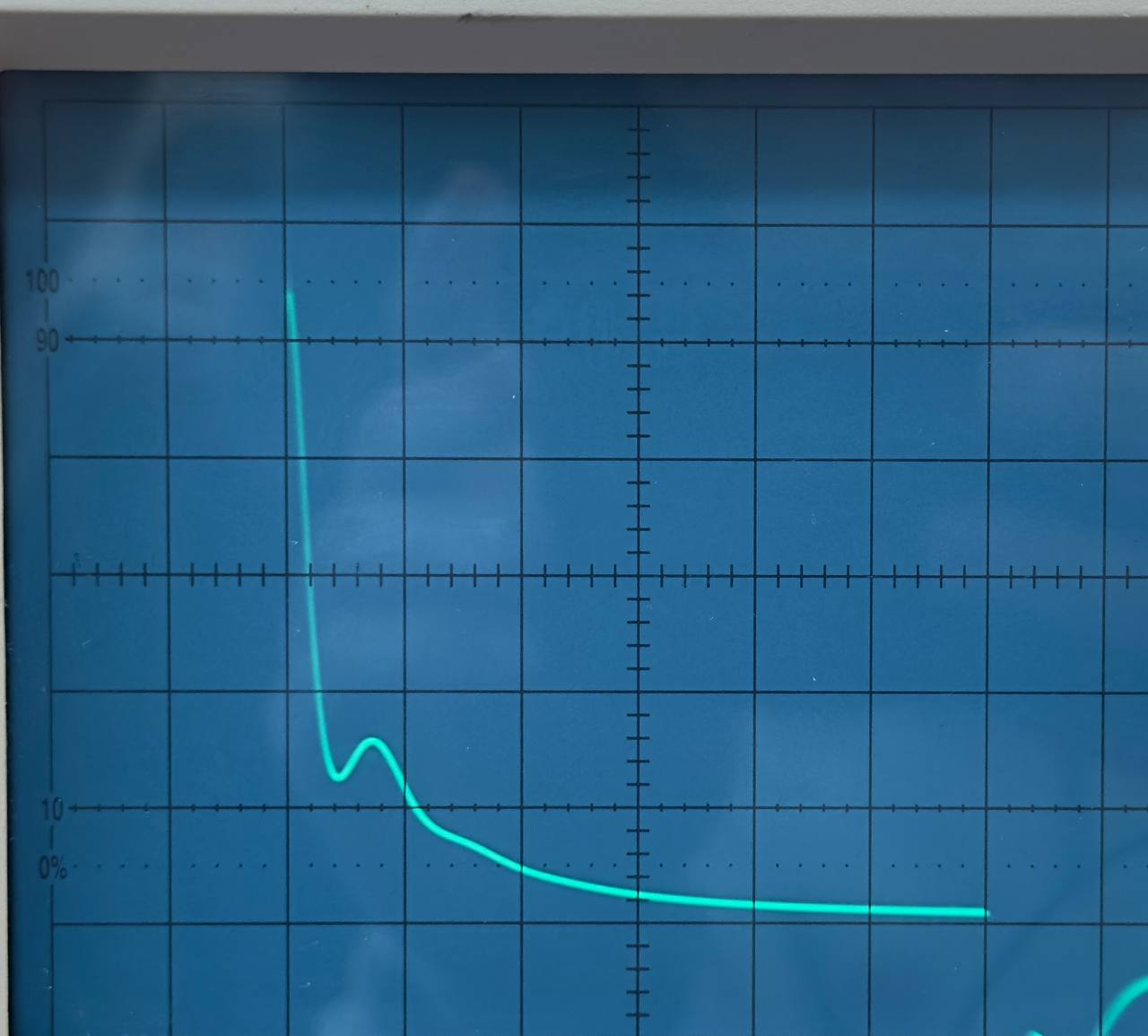


Рисунок 14