



Калужский филиал  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего  
профессионального образования  
«Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА

"МК"  
МК10 "Высшая математика и физика"

## ОТЧЕТ

ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

ДИСЦИПЛИНА: "Физика",

Выполнил студент Суриков И.С. группы ИУК4-21Б

Проверил преподаватель Горбунов А.К.

Номер и наименование лаб. работы	Рейтинг. Баллы ( min-2,max-3)	Дата защиты	Подпись
<b>Модуль 1. Физические основы механики</b>			
Лабораторная работа № 1 <i>Определение погрешностей при измерении периода колебаний маятника</i>	3	28.02.24	
Лабораторная работа № 11 <i>Определение вязкости воздуха капиллярным методом.</i>	3	13.03.24	
<b>Модуль 2. Колебания и волны. Основы теории относительности</b>			
Лабораторная работа № 12 <i>Определение коэффициента трения качения методом наклонного маятника.</i>	3	27.03.24	
Лабораторная работа № 13 <i>Определение коэффициента внутреннего трения жидкостей по методу Стокса.</i>	3	00.04.24	
<b>Модуль 3. Молекулярная физика. Физические основы термодинамики</b>			
Лабораторная работа № 3 <i>Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости.</i>	3	31.05	
Лабораторная работа № 6	2	01.06.24	

Калуга 20 23 / 24

## Лабораторная работа №6

„Определение логарифмического декремента  
затухания и коэффициента затухания  
колебательной системы“

Цель работы: изучение логарифмического декремента  
затухания и коэффициента затухания  
колебательной системы от силы тока.

Прибор и принадлежности: массивный маятник;  
Электромагнит; амперметр стрелочный  
класса 2,5; линейка измерительная;  
источник тока ВС-24М

### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Колебательной системой называется  
система, совершающая колебания.

Свободными (собственными) называются  
колебания системы, которые возникают при  
однократном начальном отклонении системы  
из положения устойчивого равновесия при

отсутствии внешних воздействий на неё.

Затухающими колебаниями называются  
свободные колебания, амплитуда которых с  
течением времени уменьшается из-за потери  
энергии в реальных колебательных системах.

Пусть при небольших скоростях  
движения сила сопротивления, действующая  
на колебательную систему, прямо пропорциональна  
скорости, т.е.

$$\vec{F}_c = -r \vec{v} \quad \text{где}$$

$r$  - коэфф. сопротивления  
 $\vec{v}$  - вектор скорости.

Тогда основное уравнение динамики  
поступательного движения колебательной  
системы (на ОХ) имеет следующий вид:

$$m \ddot{x} = -r \dot{x} - kx$$

$$a_x = \frac{d^2 x}{dt^2} = \ddot{x}$$



$$\dot{v}_x = \frac{dx}{dt} = \dot{x}$$

$$m\ddot{x} + r\dot{x} + kx = 0.$$

$$\Rightarrow \ddot{x} + 2\beta\dot{x} + \omega_0^2 x = 0 \quad (1)$$

Диф. ур свободных затухающих колебаний.

где:  $2\beta = \frac{r}{m}$ ;  $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ .

$\beta$  - коэф. затухания.

Решением диф. ур (1) является выражение:

$$x = A(t) \cos(\omega_0 t + \varphi) \quad (2)$$

$$A(t) = A_0 e^{-\beta t} \quad (3)$$

где  $A(t)$  - амплитуда затухающих колебаний;

$x$  - смещение колеблющейся системы от положения равновесия в данный момент времени

$A_0$  - начальная амплитуда колебаний в момент  $t_0$

$\omega$  - частота затухающих колебаний

Согласно теории:

$$\omega^2 = \omega_0^2 - \beta^2; \quad T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}} \quad (4)$$

где  $\omega_0$  - собственная частота свободных колебаний.

Для оценки скорости затухания можно воспользоваться декрементом затухания  $D$ :

$$D = \frac{A(t)}{A(t+T)} \quad (5)$$

Натуральный логарифм двух последовательных значений амплитуд называется логарифмическим декрементом затухания  $\lambda$ :

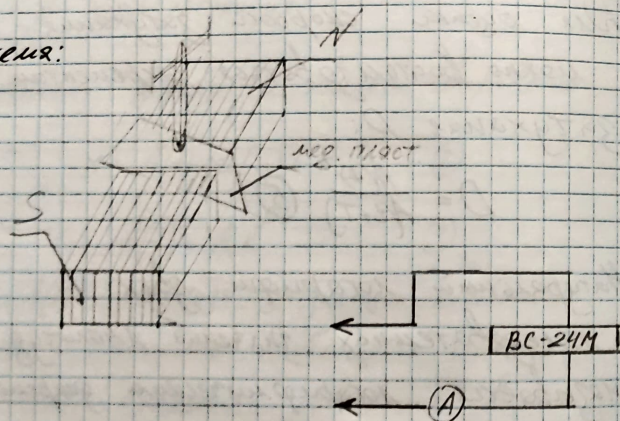
$$\lambda = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} \quad (6)$$

Связь между логарифмическим  
декрементом затухания  $\lambda$  и  
коэффициентом затухания

$$\textcircled{7} \quad \lambda = \ln \frac{A_0 e^{-\beta t}}{A_0 e^{-\beta(t+T)}} = \ln \frac{A_0 e^{-\beta t}}{A_0 e^{-\beta t} e^{-\beta T}} = \ln e^{\beta T} = \underline{\beta T}$$

Экспериментальная часть

Схема:



Таблица

$\frac{N^\circ}{n/n}$	K	$A_0, \text{cm}$	I, A	$A_k, \text{cm}$	t, c	T, c	$\lambda, \text{cm}$	B, c <sup>-1</sup>
1			0	2,5	17,67	1,767	$0,01628 \pm 0,00116$	0,0092
2			0,5	6,5	17,63	1,763	$0,04308 \pm 0,00259$	0,02443
3	10	10	1	4,7	18,10	1,810	$0,0755 \pm 0,00118$	0,04171
4			1,5	3,5	17,73	1,773	$0,06088 \pm 0,00207$	0,05321
5			2	2	17,67	1,767	$0,1039 \pm 0,006$	0,09108

$$\lambda = \frac{1}{K} \ln \frac{A_0}{A_K}$$

$$\lambda_1 = \frac{1}{10} \cdot \ln \left( \frac{0,1}{0,085} \right) = 0,001625$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{10} \cdot \ln \left( \frac{0,1}{0,065} \right) = 0,04308$$

$$\lambda_3 = \frac{1}{10} \cdot \ln \left( \frac{0,1}{0,047} \right) = 0,0755$$

$$\lambda_4 = \frac{1}{10} \cdot \ln \left( \frac{0,1}{0,035} \right) = 0,10498$$

$$\lambda_5 = \frac{1}{10} \ln \left( \frac{0,1}{0,02} \right) = 0,16086$$

$$\Delta \lambda_1 = \frac{1}{K} \left( \frac{A_0 + A_{K1}}{A_0 A_{K1}} \right) \cdot \Delta A, \quad \Delta A = 10^{-3}$$

$$\Delta \lambda_1 = \frac{1}{10} \frac{(0,1 + 0,085)}{0,0065} \cdot 10^{-3} = 0,002178$$

$$\Delta \lambda_2 = \frac{1}{10} \frac{(0,1 + 0,065)}{0,0065} \cdot 10^{-3} = 0,002538$$

$$\Delta \lambda_3 = \frac{1}{10} \frac{(0,1 + 0,047)}{0,0047} \cdot 10^{-3} = 0,00313$$

$$\Delta \lambda_4 = \frac{1}{10} \frac{(0,1 + 0,035)}{0,0035} \cdot 10^{-3} = 0,003857$$



$$\Delta \beta_5 = \frac{1}{10} \frac{(0,18002)}{0,002} \cdot 10 = 0,008$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta \lambda_i}{\lambda_i} \cdot 100\%$$

$$\varepsilon_1 = 13,38\% \quad \beta_1^{\text{нот}} = 0,01625 \pm 0,002176$$

$$\varepsilon_2 = 5,89\% \quad \beta_2^{\text{нот}} = 0,04308 \pm 0,002538$$

$$\varepsilon_3 = 4,15\% \quad \beta_3^{\text{нот}} = 0,0755 \pm 0,00313$$

$$\varepsilon_4 = 3,67\% \quad \beta_4^{\text{нот}} = 0,10498 \pm 0,003857$$

$$\varepsilon_5 = 3,78\% \quad \beta_5^{\text{нот}} = 0,16094 \pm 0,006$$

Вывод: В ходе работы была изучена зависимость логарифмического декремента затухания и коэффициента затухания колебательной системы от силы тока, и было установлено, что при повышении силы тока растёт и логарифмический декремент затухания, так и коэффициент затухания.