

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

[Blank box for department name]

(наименование отделения / школы)

[Blank box for direction/specialty]

(направление / специальность)

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ,  
ОБРАЗОВАННОГО ПРЯМЫМ И КРУГОВЫМ ТОКАМИ**

Э-20

Вариант

: Э-20

(номер вашего варианта)

Дисциплина

:

(наименование дисциплины)

Студент: 3

(номер группы)

(фамилия, инициалы)

(дата сдачи)

Руководитель:

(должность,  
уч. степень, звание)

(фамилия, инициалы)

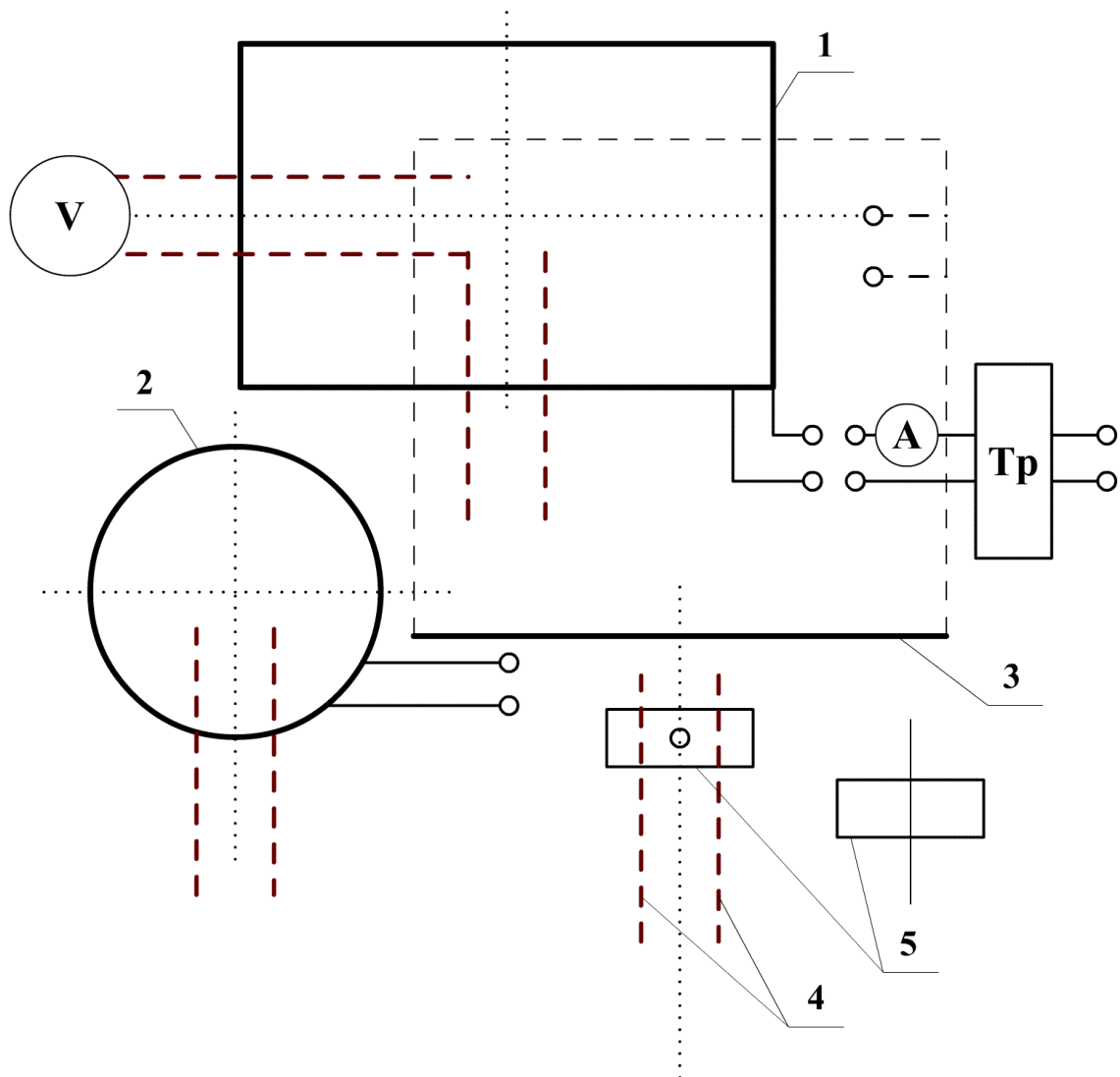
Томск –   
(город, год)

## **КРАТКОЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Индукция магнитного поля –  
силовая характеристика магнитного поля

Метод измерения индукции магнитного поля заключается в ...  
данной работе проводится на основе явления электромагнитной индукции

## СХЕМА УСТАНОВКИ



### Обозначения:

- 1 – Прямоугольный контур
- 2 – Круговой контур
- 3 – Прямолинейный контур
- 4 – гнезда
- 5 – Штепсельная розетка
- A – Амперметр
- V – милливольтметр
- Tr – Трансформатор

## РАСЧЁТНЫЕ ФОРМУЛЫ

### 1. При измерениях:

$$B = \frac{\varepsilon \sqrt{2}}{NS\omega}$$

где

$\varepsilon$  – Действующее значение ЭДС

$N$  – Число витков в катушке

$S$  – Площадь сечения катушки

$\omega$  – Циклическая частота переменного тока

### 2. Для вычисления значений индукции магнитного поля в прямоугольном контуре и от отрезка прямого тока применяется формула:

$$B = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \frac{\mu_0 I \sin \alpha d\alpha}{4\pi a} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$$

где

$\mu_0$  – Магнитная постоянная

$I$  – Ток в проводнике

$\varphi_1$  – Предел измерения угла, проводника конечной длины

$\varphi_2$  – Предел измерения угла, проводника конечной длины

$a$  – Расстояние от проводника до точки определения индукции магнитного поля

### 3. Для вычисления значений индукции магнитного поля в центре кругового контура применяется формула:

$$B = \oint_l \frac{\mu_0 I dl}{4\pi r^2} = \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} \int_0^{2\pi R} dl = \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} 2\pi R = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

где

$\mu_0$  – Магнитная постоянная ( $4\pi \cdot 10^{-7}$  [Гн/м; Н/А<sup>2</sup>])

$I$  – Ток в круговом контуре

$R$  – Радиус кругового контура

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

1. Для прямоугольного контура

Таблица 1

$$I (A) \quad 3.5 * 25 = 87.5$$

$r_1$ (см)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\varepsilon$ (В)	10.7	20.7	53.3	108.1	67.3	56.8	51.7	49.1	47.8	47.1	46.9
$B$ (Тл)	0.001721	0.00333	0.008573	0.017	0.011	0.009136	0.008316	0.007898	0.007689	0.007576	0.007544

Таблица 2

$r_2$ (см)	1	2	3	5	6	7
$\varepsilon$ (В)	17	29.08	67.1	112.7	65.2	
$B$ (Тл)	0.002734	0.004678	0.011	0.018	0.01	0.008509

2. Для кругового контура

Таблица 3

$$I (A) \quad 3,6 * 22 = 79,2$$

$r$ (см)	1	2	3	4	6	7	8	9	10
$\varepsilon$ (В)	5.7	9.8	19.8	50.5	104.1	66.5	54.3	49.3	48.8
$B$ (Тл)	0.000916	0.001576	0.003185	0.008123	0.017	0.011	0.008734	0.00793	0.00785

3. Для отрезка прямого тока

Таблица 4

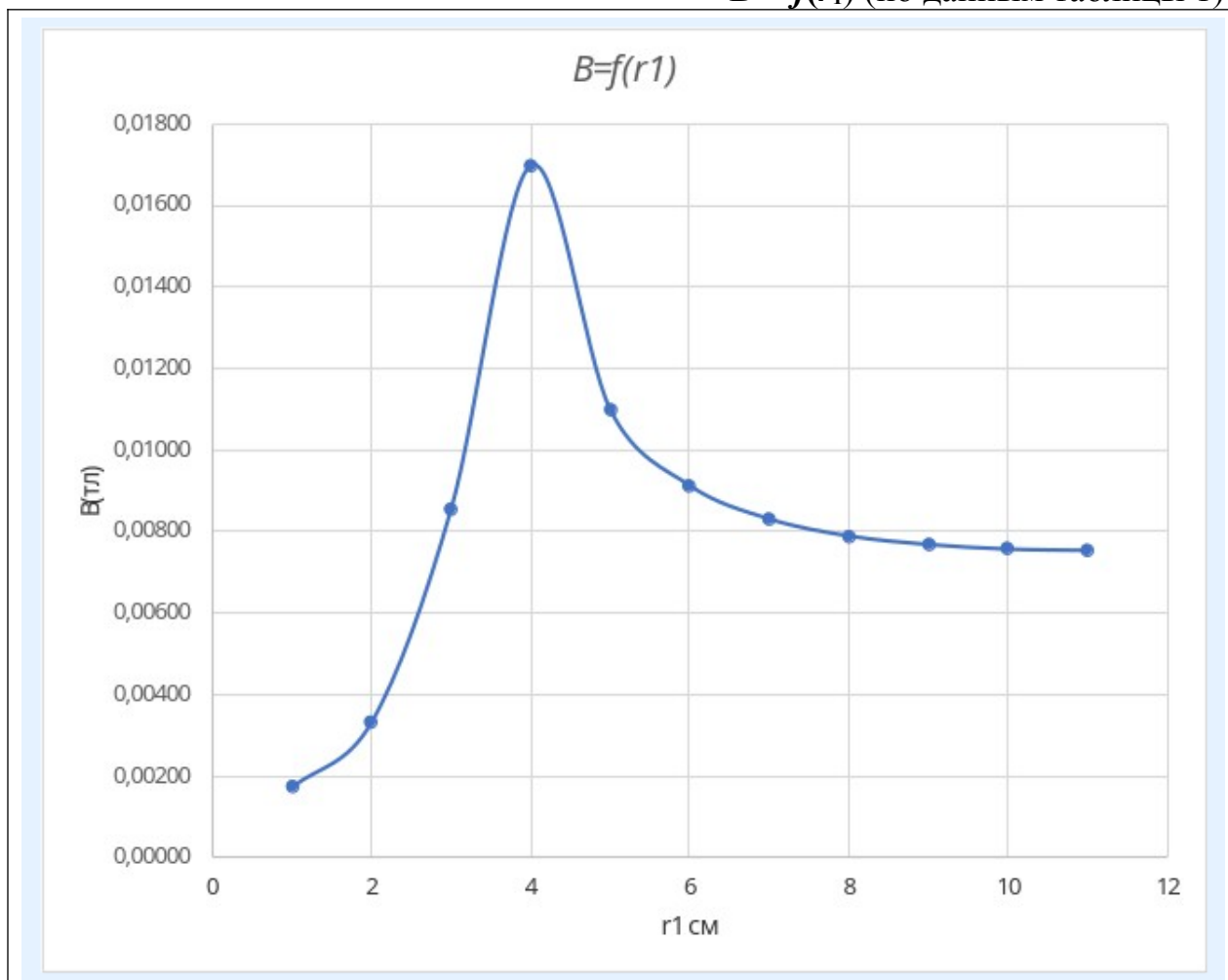
$$I (\text{A}) \quad 4,0 \cdot 14 = 56$$

$r$ (см)	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
$\varepsilon$ (В)	4.3	6.3	9.3	13.8	22.8	48.1
$B$ (Тл)	0.000691	0.001013	0.001496	0.00222	0.003667	0.007737

## ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

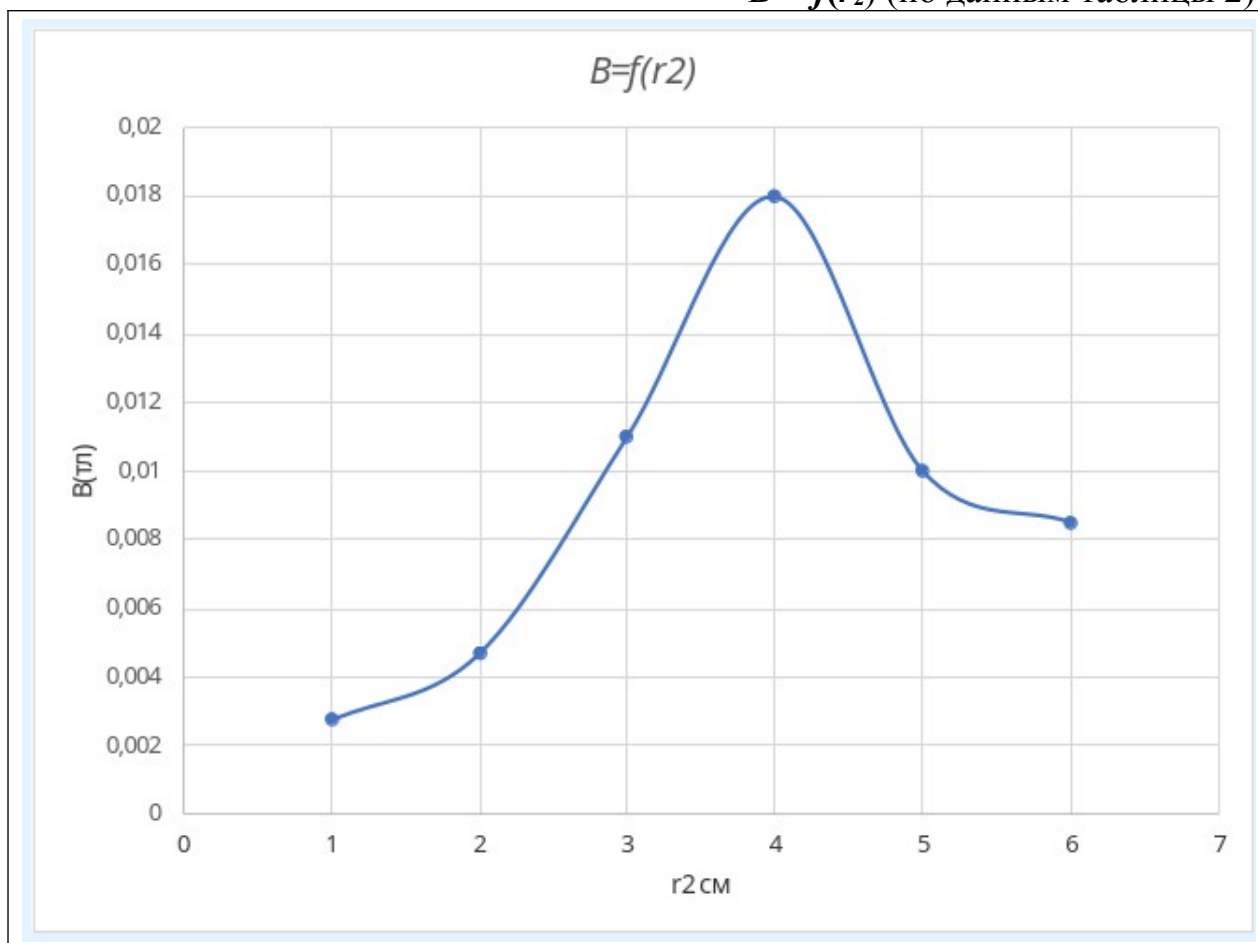
### 1. Графические зависимости

$B = f(r_1)$  (по данным таблицы 1)

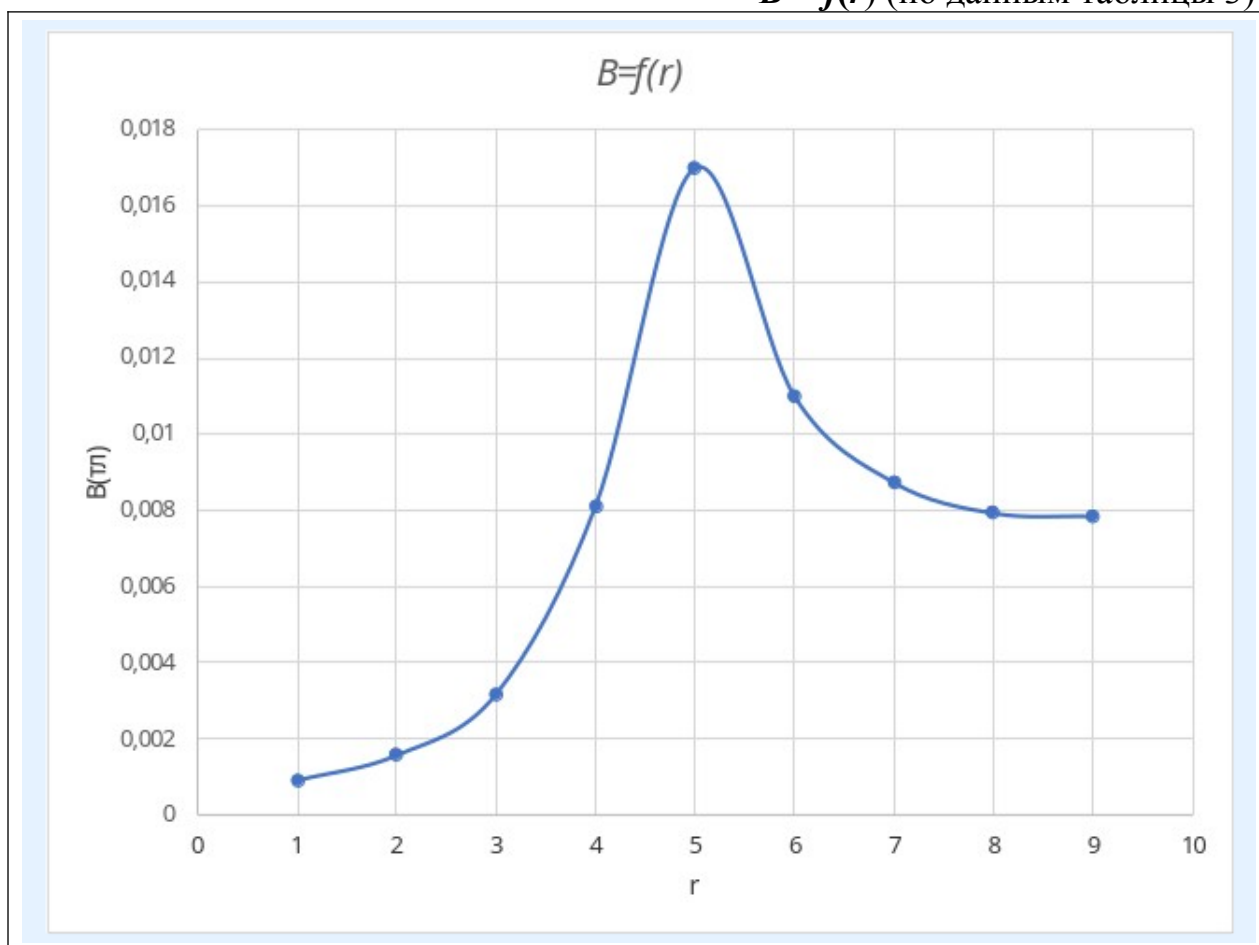




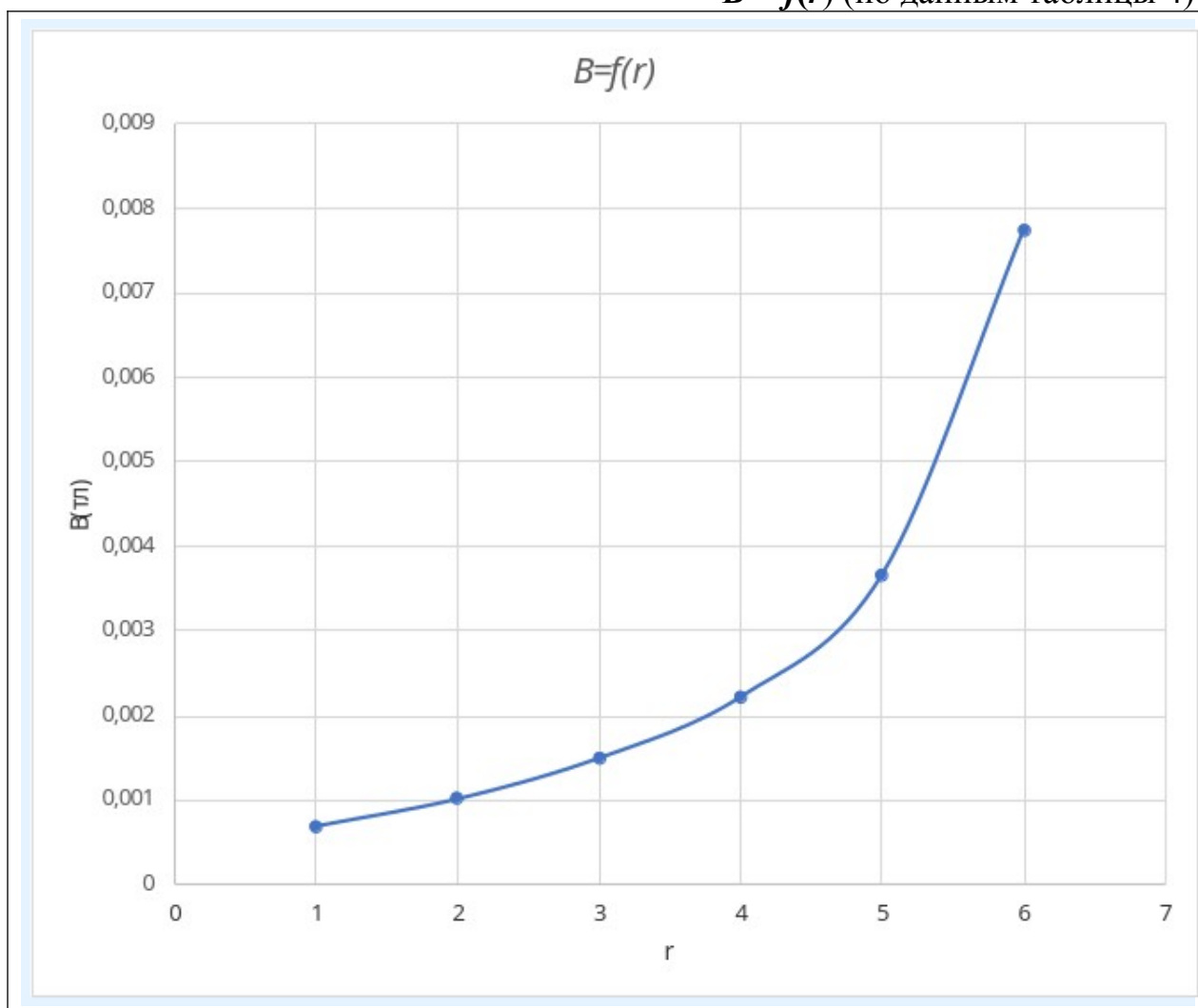
$B = f(r_2)$  (по данным таблицы 2)



$B = f(r)$  (по данным таблицы 3)



$B = f(r)$  (по данным таблицы 4)



## 2. Сравните экспериментальные данные с расчётными:

### Прямоугольный контур

Экспериментальное значение $B$ в центре контура	Расчётное значение $B$ в центре контура
0.009136	0.00978

### Круговой контур

Экспериментальное значение $B$ в центре контура	Расчётное значение $B$ в центре контура
0.008123	0.01005

### Отрезок прямого тока

Расстояние от катушки до проводника (см)	Экспериментальное значение $B$	Расчётное значение $B$
1	0.000691	0.000712
2	0.001013	0.001244
3	0.001496	0.001511
4	0.00222	0.00247
5	0.003667	0.00387
6	0.007737	0.0801

## 3. Оцените погрешность измерений в зависимости от класса точности приборов

$$\Delta I = 0,025 \text{ Ампер}$$

$$\Delta \varepsilon = 0,0025 \text{ Вольт}$$

### Выводы

В ходе работы были получены данные о напряженности магнитного поля с помощью измерительной катушки, проведена аналитическая и графическая обработка полученных данных.

По графическим зависимостям ясно что при увеличении  $B(\text{тл})$  растет в зависимости к приближению к центру контура, затем падает вниз при

уменьшении напряжения на измерительной катушке, для графиков 1-2-3, для графика 4 для плоского контура при увеличении отдаления измерительной катушки от начала к концу напряжение возрастает на измерительной катушке исходя из этого в зависимости о расстояния  $V(tl)$  увеличивается плавно. Экспериментальные значения отличны от расчетных в следствии погрешности измерения.