

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Кафедра «Теоретические основы электротехники»

Виноградов Сергей Ефимович

Рабочие протоколы к лабораторным работам
по теории электромагнитного поля

Учебное пособие

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2014

Рабочие протоколы к лабораторным работам
по теории электромагнитного поля

ОГЛАВЛЕНИЕ

<u>Работа № 1.....</u>	<u>3</u>
<u>Работа № 2.....</u>	<u>4</u>
<u>Работа № 3.....</u>	<u>6</u>
<u>Работа № 4.....</u>	<u>7</u>
<u>Работа № 5.....</u>	<u>8</u>
<u>Работа № 6.....</u>	<u>9</u>
<u>Работа № 7.....</u>	<u>10</u>
<u>Работа № 8.....</u>	<u>11</u>
<u>Работа № 9.....</u>	<u>13</u>
<u>Работа № 10.....</u>	<u>14</u>
<u>Работа № 11.....</u>	<u>15</u>
<u>Работа № 12.....</u>	<u>16</u>
<u>Работы № 13 - 14.....</u>	<u>17</u>
<u>Работа № 15.....</u>	<u>18</u>

ПРОТОКОЛ к лабораторной работе № 1

____ 201__ г.
Дата выполнения

ВЫПОЛНИЛИ студенты группы _____, бригада № _____

_____ (фамилия) _____ (фамилия) _____ (фамилия)

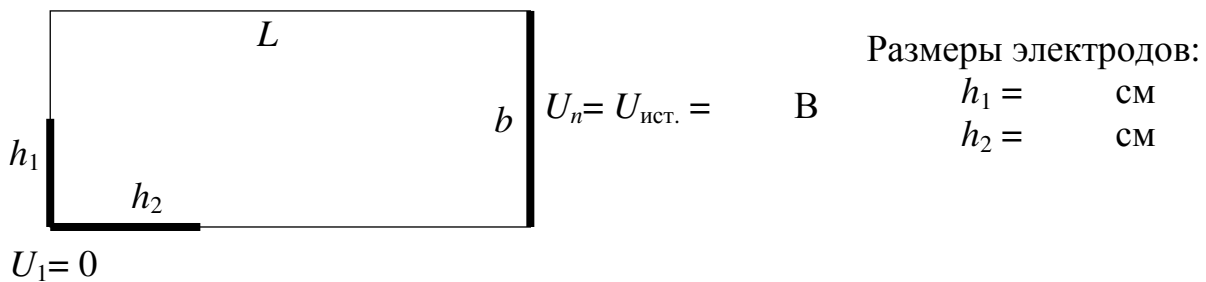
_____ (подпись) _____ (подпись) _____ (подпись)

ПРОВЕРИЛ _____ ()

1. Отрезать узкую полоску электропроводной бумаги: длина $L =$ см,
ширина $b =$ см

2. Построение семейства линий равного потенциала ($U_k = \text{const}$) в заданной области поля

Прямоугольная область поля ($L =$ см, $b =$ см)



Приращение потенциала между соседними эквипотенциальными линиями принять равным: $\Delta U =$ В.

3. Определение сопротивления проводящего листа.

$$U_{\text{ист.}} =$$
 В, $U_{\text{ш.}} =$ В

4. Определение сопротивления полосы и сопротивление одного квадрата
Расстояние между электродами $L' =$ см, $U_{\text{ист.}} =$ В, $U_{\text{ш.}} =$ В

Домашнее задание:

4. Градуировка гальванометра с магнитным поясом ($C_{\psi 2}$).

I , мА				
α , дел				

5. Измерение магнитодвижущей силы . $I =$ мА.

	Катушка без сердечника			Катушка с сердечником	
Полная мдс	α , дел			α , дел	
Внешняя мдс	α , дел			α , дел	
Внутренняя мдс	α , дел			α , дел	

Домашнее задание:

ПРОТОКОЛ к лабораторной работе № 4

_____ 201__ г.
Дата выполнения

ВЫПОЛНИЛИ студенты группы _____, бригада № _____

_____	_____	_____
(фамилия)	(фамилия)	(фамилия)
_____	_____	_____
(подпись)	(подпись)	(подпись)

ПРОВЕРИЛ _____ (_____)

1. Измерение индукции на оси 1-й катушки. $I_1 =$ _____ А, $I_2 = I_3 = 0$

z, см															
B, мТл															

2. Синтез поля $B(z)=const$ с помощью двух катушек. $I_1 =$ _____ А. $I_2 =$ _____ А. $z_{12} =$ _____ см

z, см														
B, мТл														

2а. Дополнительные опыты: при $Z_{12} > R$, $Z_{12} < R$.

3. Синтез поля $B(z)=const$ с помощью трех катушек.

$I_1 =$ _____ А. $I_2 =$ _____ А. $I_3 =$ _____ А. $z_{12} =$ _____ см. $z_{13} =$ _____ см

z, см														
B, мТл														

4. Синтез поля $B(z)=az + b$ с помощью трех катушек. ($a =$ _____ $b =$ _____)

$I_1 =$ _____ А. $I_2 =$ _____ А. $I_3 =$ _____ А. $z_{12} =$ _____ см. $z_{13} =$ _____ см

z, см														
B, мТл														

5. Синтез поля $B(z)=cz^2$ с помощью трех катушек. ($c =$ _____)

$I_1 =$ _____ А. $I_2 =$ _____ А. $I_3 =$ _____ А. $z_{12} =$ _____ см. $z_{13} =$ _____ см

z, см														
B, мТл														

Домашнее задание:

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Кафедра Теоретические основы электротехники. Лаборатория теории э/м поля

ПРОТОКОЛ к лабораторной работе № 5

____ 201__ г.
Дата выполнения

ВЫПОЛНИЛИ студенты группы _____, бригада № _____



_____ (фамилия) _____ (фамилия) _____ (фамилия)

_____ (подпись) _____ (подпись) _____ (подпись)

ПРОВЕРИЛ _____ ()

1. Измерения степени экранирования в постоянном магнитном поле.

Ток в обмотке электромагнита $I =$ А.

Форма экрана, его толщина, материал	Катушка внутри экрана Отброс гальванометра – дел.	
		
Сфера 1,5мм сталь		
Сфера медь		
Цилиндр сталь		
Катушка без экрана		

Домашнее задание:

ПРОТОКОЛ к лабораторной работе № 7

_____ 201__г.
Дата выполнения

ВЫПОЛНИЛИ студенты группы _____, бригада № _____

_____ (фамилия) _____ (фамилия) _____ (фамилия)

_____ (подпись) _____ (подпись) _____ (подпись)

ПРОВЕРИЛ _____ ()

1. Один проводник в пазу. $I =$ _____ А.

№ датчика	1	2	3	4	5	6	7
U , мВ							
α , град							
$\varphi = \alpha - 270^\circ$							

2. Два проводника в пазу.

2а. Ток проходит по обоим проводникам. $I =$ _____ А.

№ датчика	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U , мВ										
α , град										
$\varphi = \alpha - 270^\circ$										

2б. Ток проходит по верхнему проводнику. $I =$ _____ А.

№ датчика	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U , мВ										
α , град										
$\varphi = \alpha - 270^\circ$										

2б. Ток проходит по нижнему проводнику. $I =$ _____ А.

№ датчика	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U , мВ										
α , град										
$\varphi = \alpha - 270^\circ$										

Домашнее задание:

4. Измерение силы взаимодействия при закороченной 2-й катушке. $I_1 =$ А

$x, \text{см}$													
$P, \text{г}$													
$P_0, \text{г}$													
$P-P_0$													

5. Измерение силы взаимодействия с алюминиевым диском. $I_1 =$ А, $f =$ Гц

$x, \text{см}$													
$P, \text{г}$													
$P_0, \text{г}$													
$P-P_0$													

6. Измерение силы взаимодействия с ферромагнитным диском.

$I_1 =$ А, $f =$ Гц

$x, \text{см}$													
$P, \text{г}$													
$P_0, \text{г}$													
$P-P_0$													

Домашнее задание:

ПРОТОКОЛ к лабораторной работе № 9

_____ 201__ г.
Дата выполнения

ВЫПОЛНИЛИ студенты группы _____, бригада № _____

(фамилия)	(фамилия)	(фамилия)
(подпись)	(подпись)	(подпись)

ПРОВЕРИЛ _____ ()

1. Градуировка гальванометра (C_q)

$U, В.$			
$\alpha, дел$			
C_q			

Напряжение источника при последующих измерениях коэффициентов: $U =$ В

2.Измерение собственных (β_{kk}) и взаимных (β_{kp}) коэффициентов электростатической индукции

(в ячейках показания гальванометра, дел.)

k	1	2	3	4
p				
1				
2				
3				
4				

3.Измерение собственных частичных емкостей C_{kk}

kk	11	22	33	44
показания гальванометра, дел.				

4.Измерение собственных потенциальных коэффициентов α_{kk}

kk	11	22	33	44
показания гальванометра, дел.				

Домашнее задание: Построить качественные картины полей внутри кабеля при измерении коэффициентов, заданных преподавателем.

ПРОТОКОЛ к лабораторной работе № 11

_____ 201__г.
Дата выполнения

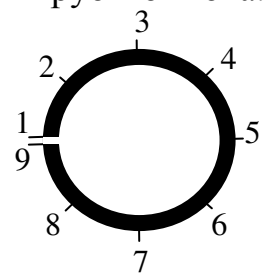
ВЫПОЛНИЛИ студенты группы _____, бригада № _____

_____	_____	_____
(фамилия)	(фамилия)	(фамилия)
_____	_____	_____
(подпись)	(подпись)	(подпись)

ПРОВЕРИЛ _____ (_____)

1. Определение зависимости сопротивления сплошной стальной трубы от тока. Токосъем в верхней, (нижней, левой, правой) точке.

I, А	600	540	480	420	360	300	240	180	120	60
U, мВ										
α, град										



2. Определение зависимости плотности тока на поверхности стальной трубы с разрезом. (точки указаны на рис.1)..

№ точки	1	2	3	5	6	7	8	9
U, мВ								
α, град								

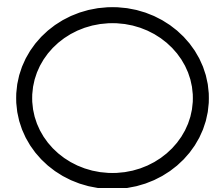


Рис. 1

3. Определение зависимости плотности тока на поверхности медной шины от угловой координаты φ (рис.2) Δφ = 45°. Ток в шинах I = _____ А, D = _____ см

№ точки	1	2	3	4	5	6	7	8
U, мВ								
α, град								

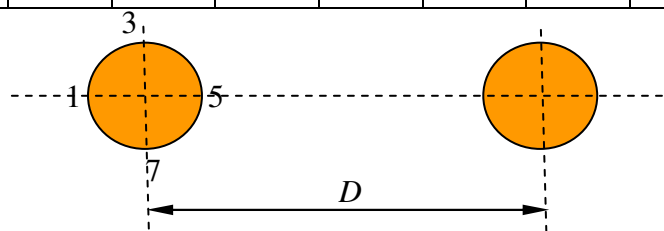


Рис.2

4. Определение сопротивления медных шин в функции от расстояния между ними. Ток в шинах I = _____ А.

	D, см					
Тумблер влево	U, мВ					
	α, град					
Тумблер вправо	U, мВ					
	α, град					

Домашнее задание:

ПРОТОКОЛ к лабораторной работе № 12

_____ 201__г.
Дата выполнения

ВЫПОЛНИЛИ студенты группы _____, бригада № _____

_____ (фамилия) _____ (фамилия) _____ (фамилия)

_____ (подпись) _____ (подпись) _____ (подпись)

ПРОВЕРИЛ _____ ()

1. Градуировка гальванометра с круглыми катушками ($C_{\psi \text{кр.}}$). ($x =$ см)

I , мА				
α , дел				

2. Определение взаимной индуктивности между круглыми катушками.

x , см														
I , мА														
α , дел														

Рассчитать максимальную взаимную индуктивность $M_{max} =$ мГн

3. Градуировка гальванометра с прямоугольными катушками № = 1; 2; 3 ($C_{\psi \text{пр.}}$).

I , мА				
α , дел				

4. Определение взаимной индуктивности между прямоугольными катушками

x , см														
I , мА														
α , дел														

Рассчитать максимальную взаимную индуктивность $M_{max} =$ мГн

Домашнее задание:

ПРОТОКОЛ к лабораторной работе № 13, 14

_____ 201__г.
Дата выполнения

ВЫПОЛНИЛИ студенты группы _____, бригада № _____

_____ (фамилия) _____ (фамилия) _____ (фамилия)

_____ (подпись) _____ (подпись) _____ (подпись)

ПРОВЕРИЛ _____ ()

Работа 13

1. Установить требуемый ток в плоском круговом листе $I =$ А
 2. Определение положения линии симметрии поля и ее потенциала $U_0 =$ мВ
- Принять количество линий для построения картины поля равным $n = \dots\dots$
- Потенциал n -й линии $U_n =$ мВ
- Приращение потенциала между соседними линиями $\Delta U =$ мВ.

Домашнее задание:

Работа 14

1. Построение семейства линий равного электрического потенциала в проводящем листе, моделирующим воздушный зазор явнополусной электрической машины
Распределение тока вдоль линии ab (по высоте полюса – рис.14.2 практикума):
 $I_1 =$ А, $I_2 =$ А, $I_3 =$ А, $I_4 =$ А.
2. Разбить трубку тока на $\dots\dots\dots$ равных трубок.
3. Выбрать приращение электрического потенциала между соседними линиями равного электрического потенциала так, чтобы ячейки поля в зоне оси симметрии полюса электрической машины были квадратными. $\Delta U =$ мВ.
4. Построить линии равного электрического потенциала с принятым шагом ΔU .
5. Обратит внимание на выполнение граничных условий.

Повторить опыт с неравномерным распределением тока по высоте полюса
 $I_1 =$ А, $I_2 =$ А, $I_3 =$ А, $I_4 =$ А.

Домашнее задание:

ПРОТОКОЛ к лабораторной работе № 15

_____ 201__ г.
Дата выполнения

ВЫПОЛНИЛИ студенты группы _____, бригада № _____

_____	_____	_____
(фамилия)	(фамилия)	(фамилия)
_____	_____	_____
(подпись)	(подпись)	(подпись)

ПРОВЕРИЛ _____ (_____)

1. Определение удельной проводимости воды.

Сопротивление резисторов моста: $R_1 =$ Ом, $R_2 =$ Ом, $R_3 =$ Ом

Величина $R_x =$ Ом, $\gamma_{\text{воды}} =$

2. Определение сопротивления заземления сферического электрода.

h, см											
R _x , Ом											

3. Определение сопротивления заземления цилиндрических электродов.

3а. Один электрод, $d = 5,5$ мм.

h, см											
R _x , Ом											

3б. Один электрод, $d = 11$ мм.

h, см											
R _x , Ом											

3в. Два соединенных электрода, $d_1 =$ мм, $d_2 =$ мм, $h =$ см

D, см											
R _x , Ом											

4. Определение сопротивления между цилиндрическими электродами.

4а. Два электрода, $d_1 =$ мм, $d_2 =$ мм, $D =$ см

h, см											
R _x , Ом											

4б. Два электрода, $d_1 =$ мм, $d_2 =$ мм, $h =$ см

D, см											
R _x , Ом											

5. Определение сопротивления заземления макета опоры ЛЭП.

Сопротивление резисторов моста: $R_1 =$ Ом, $R_2 =$ Ом, $R_3 =$ Ом

Величина $R_{\text{опоры}} =$ Ом,

6. Определение распределения потенциала вблизи макета опоры ЛЭП.

x, см											
R _x , Ом											
U В											

Домашнее задание: