

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра теоретической и геотехнической механики

Составители
С. М. Простов
М. В. Гуцал

РАСЧЕТ ТАРИРОВОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АППАРАТУРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КОНТРОЛЯ

**Методические указания
по выполнению индивидуальных заданий**

Рекомендовано учебно-методической комиссией специальности
21.05.05 Физические процессы горного
или нефтегазового производства
в качестве электронного издания
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2019

Рецензенты

Сирота Д. Ю. – кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и геотехнической механики

Хямяляйнен В. А. – доктор технических наук, профессор, председатель учебно-методической комиссии 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства

**Простов Сергей Михайлович,
Гуцал Максим Владимирович.**

Расчет тарифовочных характеристик аппаратуры электромагнитного контроля: методические указания по выполнению индивидуальных заданий [Электронный ресурс] для обучающихся специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства очной формы обучения / сост.: С. М. Простов, М. В. Гуцал; КузГТУ. – Кемерово, 2019.

Методические указания включают два индивидуальных задания, для каждого из которых изложены цель, задание, теоретические положения, порядок выполнения работы. Приведены порядок оформления отчетов и список рекомендованной литературы.

© КузГТУ, 2019

© Простов С. М.,

Гуцал М. В.,

составление, 2019

Задание Э-1. Расчет и построение тарифовочных характеристик регистратора естественного электромагнитного излучения

Цель и содержание задания

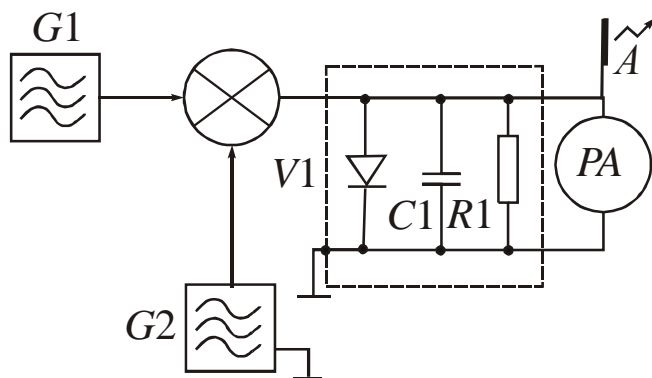
Цель работы – овладение студентами навыков расчета и построения тарифовочных зависимостей аппаратуры электромагнитного пассивного геоконтроля на примере регистратора естественного электромагнитного излучения (ЕЭМИ).

Задание. По экспериментальным данным построить зависимости минимальной фиксируемой мощности сигнала ЕЭМИ P_{\min} и цены деления регулятора чувствительности m от частоты, а также тарифовочные зависимости регистратора ЕЭМИ для различных расстояний R от источника сигнала до приемной антенны.

Исходные данные для 25 вариантов заданий приведены в табл. 1.1.

Теоретические положения

Для изучения характеристик опытной аппаратуры регистрации ЕЭМИ применяют



искусственный источник гармонического сигнала, представляющий собой генератор электромагнитного излучения рабочей частоты, модулированный низкочастотным напряжением (рис. 1.1).

Рис. 1.1. Схема источника гармонического сигнала:

$G1$ – генератор низкой частоты;
 $G2$ – генератор высокой частоты

сокой частоты $G2$ в диапазоне 0,1...90 МГц, модулятора, измерительной цепи, включающей индикатор PA , и антенны A .

Схема состоит из генератора низкой частоты $G1$ в диапазоне 0,1 Гц ... 10 кГц, модулирующего колебания генератора вы-

Таблица 1.1

Результаты измерений параметров регистратора ЕЭМИ

№ варианта	R, м	f, МГц																							
		0,1			0,3			1,0			3,0			9,0			20,0			40,0			80,0		
		$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	$U, \text{дел}$	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	$U, \text{дел}$	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	$U, \text{дел}$	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	$U, \text{дел}$	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	$U, \text{дел}$	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	$U, \text{дел}$	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	$U, \text{дел}$	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	$U, \text{дел}$	N
1	0,5	9,5	1	1,0	7,1	1,5	1,0	4,3	4	1,0	10	20	1,0	1,5	40	1,0	1,1	55	1,0	7,6	100	1,0	5,4	133	1,0
	1	–	2	0,9	–	2	0,9	–	5	0,9	–	22	0,9	–	45	0,9	–	60	0,9	–	100	0,9	–	140	0,9
	3	–	2	0,8	–	3	0,8	–	6	0,8	–	22	0,8	–	45	0,8	–	61	0,8	–	105	0,8	–	140	0,8
	5	–	4	0,8	–	6	0,8	–	8	0,8	–	26	0,8	–	48	0,8	–	66	0,8	–	111	0,8	–	144	0,8
2	0,5	10	1	1,0	8,0	1	1,0	5,5	4	1,0	10	20	1,0	2,0	40	1,0	1,1	55	1,0	7,6	100	1,0	5,5	133	1,0
	1	–	1	1,0	–	2	1,0	–	5	1,0	–	20	1,0	–	40	1,0	–	57	1,0	–	95	1,0	–	136	1,0
	3	–	1	1,0	–	3	1,0	–	6	1,0	–	21	1,0	–	46	1,0	–	61	1,0	–	101	1,0	–	136	1,0
	5	–	1	1,0	–	5	1,0	–	6	1,0	–	25	1,0	–	48	1,0	–	61	1,0	–	109	1,0	–	140	1,0
3	0,5	9,0	1	1,0	6,0	1,5	1,0	4,0	4	1,0	2	20	1,0	1,5	40	1,0	1,1	55	1,0	7,6	100	1,0	5,8	133	1,0
	1	–	2	0,8	–	2	0,8	–	5	0,8	–	22	0,8	–	43	0,8	–	60	0,8	–	100	0,8	–	136	0,8
	3	–	2	0,8	–	3	0,8	–	6	0,8	–	22	0,8	–	45	0,8	–	61	0,8	–	105	0,8	–	136	0,8
	5	–	2	0,8	–	3	0,8	–	8	0,8	–	24	0,8	–	48	0,8	–	66	0,8	–	111	0,8	–	140	0,8
4	0,5	10	1	1,0	8,0	1	1,0	5,5	4	1,0	10	20	1,0	2,0	40	1,0	1,1	55	1,0	7,6	100	1,0	5,0	133	1,0
	1	–	1	1,1	–	2	1,0	–	5	1,0	–	20	1,0	–	40	1,0	–	57	1,0	–	95	1,0	–	136	1,0
	3	–	2	1,2	–	3	1,0	–	6	1,0	–	21	1,0	–	46	1,0	–	61	1,0	–	101	1,0	–	136	1,0
	5	–	2	1,0	–	5	1,0	–	6	1,0	–	25	1,0	–	48	1,0	–	61	1,0	–	109	1,0	–	140	1,0
5	0,5	9,5	1	1,0	7,1	1,5	1,0	4,3	4	1,0	10	20	1,0	1,5	40	1,0	1,1 ⁵	55	1,0	7,6	100	1,0	5,2	133	1,0
	1	–	2	0,9	–	2	0,9	–	5	0,9	–	22	0,9	–	45	0,9	–	60	0,9	–	100	0,9	–	140	0,9
	3	–	2	0,9	–	3	0,9	–	6	0,9	–	22	0,9	–	45	0,9	–	61	0,9	–	105	0,9	–	144	0,9
	5	–	2	0,8	–	3	0,8	–	6	0,8	–	28	0,8	–	49	0,9	–	64	0,9	–	109	0,9	–	150	0,9

Продолжение таблицы 1.1

Результаты измерений параметров регистратора ЕЭМИ

№ варианта	R, м	f, МГц																							
		0,1			0,3			1,0			3,0			9,0			20,0			40,0			80,0		
		$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N
6	0,5	9,5	1	1,0	7,1	1,5	1,0	4,3	4	1,0	10	20	1,0	1,5	40	1,0	1,1	55	1,0	7,6	100	1,0	6,2	133	1,0
	1	–	2	0,9	–	2	0,9	–	5	0,9	–	22	0,9	–	45	0,9	–	60	0,9	–	100	0,9	–	140	0,9
	3	–	2	0,8	–	3	0,8	–	6	0,8	–	22	0,8	–	45	0,8	–	61	0,8	–	105	0,8	–	140	0,8
	5	–	4	0,8	–	6	0,8	–	8	0,8	–	26	0,8	–	48	0,8	–	66	0,8	–	111	0,8	–	144	0,8
7	0,5	9,0	1	1,0	6,0	1,5	1,0	4,0	4	1,0	2	20	1,0	1,5	40	1,0	1,1	55	1,0	7,6	100	1,0	5,5	133	1,0
	1	–	2	0,8	–	2	0,8	–	5	0,8	–	22	0,8	–	43	0,8	–	60	0,8	–	100	0,8	–	136	0,8
	3	–	2	0,8	–	3	0,8	–	6	0,8	–	22	0,8	–	45	0,8	–	61	0,8	–	105	0,8	–	136	0,8
	5	–	2	0,8	–	3	0,8	–	8	0,8	–	24	0,8	–	48	0,8	–	66	0,8	–	111	0,8	–	140	0,8
8	0,5	9,5	1	1,0	7,1	1,5	1,0	4,3	4	1,0	10	20	1,0	1,5	40	1,0	1,1	55	1,0	7,6	100	1,0	5,4	133	1,0
	1	–	2	0,9	–	2	0,9	–	5	0,9	–	22	0,9	–	45	0,9	–	60	0,9	–	100	0,9	–	140	0,9
	3	–	2	0,8	–	3	0,8	–	6	0,8	–	22	0,8	–	45	0,8	–	61	0,8	–	105	0,8	–	140	0,8
	5	–	4	0,8	–	6	0,8	–	8	0,8	–	26	0,8	–	48	0,8	–	66	0,8	–	111	0,8	–	144	0,8
9	0,5	9,5	1	1,0	7,1	1,5	1,0	4,3	4	1,0	10	20	1,0	1,5	40	1,0	1,1	55	1,0	7,6	100	1,0	5,0	133	1,0
	1	–	2	0,9	–	2	0,9	–	5	0,9	–	22	0,9	–	45	0,9	–	60	0,9	–	100	0,9	–	140	0,9
	3	–	2	0,8	–	3	0,8	–	6	0,8	–	22	0,8	–	45	0,8	–	61	0,8	–	105	0,8	–	140	0,8
	5	–	4	0,8	–	6	0,8	–	8	0,8	–	26	0,8	–	48	0,8	–	66	0,8	–	111	0,8	–	144	0,8
10	0,5	9,5	1	1,0	7,1	1,5	1,0	4,3	4	1,0	10	20	1,0	1,5	40	1,0	1,1	55	1,0	7,6	100	1,0	6,4	133	1,0
	1	–	2	0,9	–	2	0,9	–	5	0,9	–	22	0,9	–	45	0,9	–	60	0,9	–	100	0,9	–	140	0,9
	3	–	2	0,8	–	3	0,8	–	6	0,8	–	22	0,8	–	45	0,8	–	61	0,8	–	105	0,8	–	140	0,8
	5	–	4	0,8	–	6	0,8	–	8	0,8	–	26	0,8	–	48	0,8	–	66	0,8	–	111	0,8	–	144	0,8

Продолжение таблицы 1.1

Результаты измерений параметров регистратора ЕЭМИ

№ варианта	R, м	f, МГц																							
		0,1			0,3			1,0			3,0			9,0			20,0			40,0			80,0		
		$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	$U, \text{дел}$	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	$U, \text{дел}$	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	$U, \text{дел}$	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	$U, \text{дел}$	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	$U, \text{дел}$	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	$U, \text{дел}$	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	$U, \text{дел}$	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	$U, \text{дел}$	N
11	0,5	9,5	1	1,0	7,1	1,5	1,0	4,3	4	1,0	10	20	1,0	1,5	40	1,0	1,1	55	1,0	7,6	100	1,0	5,4	133	1,0
	1	–	2	0,9	–	2	0,9	–	5	0,9	–	22	0,9	–	45	0,9	–	60	0,9	–	100	0,9	–	140	0,9
	3	–	2	0,8	–	3	0,8	–	6	0,8	–	22	0,8	–	45	0,8	–	61	0,8	–	105	0,8	–	140	0,8
	5	–	4	0,8	–	6	0,8	–	8	0,8	–	26	0,8	–	48	0,8	–	66	0,8	–	111	0,8	–	144	0,8
12	0,5	9,5	1	1,0	7,1	1,5	1,0	4,3	4	1,0	10	23	1,0	1,5	40	1,0	1,1	55	1,0	7,6	100	1,0	5,8	133	1,0
	1	–	2	0,9	–	2	0,9	–	5	0,9	–	22	0,9	–	45	0,9	–	60	0,9	–	100	0,9	–	140	0,9
	3	–	2	0,8	–	3	0,8	–	6	0,8	–	22	0,8	–	45	0,8	–	61	0,8	–	105	0,8	–	140	0,8
	5	–	4	0,8	–	6	0,8	–	8	0,8	–	26	0,8	–	48	0,8	–	66	0,8	–	111	0,8	–	144	0,8
13	0,5	9,9	1	1,0	7,1	1,5	1,0	4,3	4	1,0	10	20	1,0	1,2	40	1,0	1,1	55	1,0	7,6	100	1,0	6,4	133	1,0
	1	–	2	1,0	–	2	1,0	–	5	1,0	–	22	1,0	–	45	1,0	–	60	1,0	–	102	1,0	–	140	1,0
	3	–	2	1,0	–	3	1,0	–	6	1,0	–	22	1,0	–	45	1,0	–	61	1,0	–	105	1,0	–	140	1,0
	5	–	4	1,0	–	6	1,0	–	8	1,0	–	26	1,0	–	48	1,0	–	66	1,0	–	106	1,0	–	144	1,0
14	0,5	9,0	1	1,0	6,0	1,5	1,0	4,0	4	1,0	2	20	1,0	1,5	39	1,0	1,1	55	1,0	7,6	100	1,0	5,6	133	1,0
	1	–	2	0,8	–	2	0,8	–	5	0,8	–	22	0,8	–	43	0,8	–	60	0,8	–	100	0,8	–	136	0,8
	3	–	2	0,8	–	3	0,8	–	6	0,8	–	22	0,8	–	45	0,8	–	61	0,8	–	105	0,8	–	136	0,8
	5	–	2	0,8	–	3	0,8	–	8	0,8	–	24	0,8	–	48	0,8	–	66	0,8	–	111	0,8	–	140	0,8
15	0,5	9,9	1	1,0	7,5	1,5	1,0	5,3	4	1,0	10	23	1,0	1,5	41	1,0	1,1	59	1,0	7,6	110	1,0	5,4	133	1,0
	1	–	2	0,9	–	2	0,9	–	5	0,9	–	22	0,9	–	45	0,9	–	60	0,9	–	110	0,9	–	140	0,9
	3	–	2	0,8	–	3	0,8	–	6	0,8	–	22	0,8	–	45	0,8	–	61	0,8	–	115	0,8	–	140	0,8
	5	–	4	0,8	–	6	0,8	–	8	0,8	–	26	0,8	–	48	0,8	–	66	0,8	–	121	0,8	–	144	0,8

Продолжение таблицы 1.1

Результаты измерений параметров регистратора ЕЭМИ

№ варианта	R, м	f, МГц																							
		0,1			0,3			1,0			3,0			9,0			20,0			40,0			80,0		
		$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N
16	0,5	9,5	1	1,0	7,1	1,5	1,0	4,3	4	1,0	9,9	20	1,0	1,6	40	1,0	1,1	55	1,0	7,6	100	1,0	5,4	133	1,0
	1	–	1	0,9	–	2	0,9	–	5	0,9	–	22	0,9	–	45	0,9	–	60	0,9	–	100	0,9	–	140	0,9
	3	–	1	0,8	–	3	0,8	–	6	0,8	–	26	0,8	–	45	0,8	–	61	0,8	–	105	0,8	–	143	0,8
	5	–	1	0,8	–	3	0,8	–	6	0,8	–	28	0,8	–	48	0,8	–	66	0,8	–	111	0,8	–	154	0,8
17	0,5	9,0	1	1,0	6,0	1,5	1,0	4,0	4	1,0	2	20	1,0	2,3	40	1,0	1,1	55	1,0	7,6	100	1,0	5,8	133	1,0
	1	–	2	0,8	–	2	0,8	–	5	0,8	–	22	0,8	–	43	0,8	–	60	0,8	–	100	0,8	–	136	0,8
	3	–	2	0,8	–	3	0,8	–	6	0,8	–	22	0,8	–	45	0,8	–	61	0,8	–	115	0,8	–	136	0,8
	5	–	2	0,8	–	3	0,8	–	8	0,8	–	24	0,8	–	48	0,8	–	66	0,8	–	121	0,8	–	140	0,8
18	0,5	9,9	1	1,0	7,1	1,5	1,0	4,3	4	1,0	10	20	1,0	1,2	40	1,0	1,1	55	1,0	7,6	100	1,0	6,4	133	1,0
	1	–	2	0,9	–	2	0,9	–	5	0,9	–	22	0,9	–	45	0,9	–	60	0,9	–	102	0,9	–	140	0,9
	3	–	2	0,8	–	3	0,8	–	6	0,8	–	22	0,8	–	45	0,8	–	61	0,8	–	105	0,8	–	140	0,8
	5	–	4	0,7	–	6	0,7	–	8	0,7	–	26	0,7	–	48	0,7	–	66	0,7	–	106	0,7	–	144	0,7
19	0,5	9,7	2	1,0	7,5	2	1,0	4,3	4	1,0	10	20	1,0	1,5	40	1,0	1,1	55	1,0	7,6	100	1,0	5,6	133	1,0
	1	–	2	0,9	–	2	0,9	–	5	0,9	–	22	0,9	–	45	0,9	–	60	0,9	–	100	0,9	–	140	0,9
	3	–	3	0,8	–	3	0,8	–	6	0,8	–	22	0,8	–	45	0,8	–	61	0,8	–	105	0,8	–	144	0,8
	5	–	4	0,8	–	6	0,8	–	8	0,8	–	26	0,8	–	48	0,8	–	66	0,8	–	111	0,8	–	154	0,8
20	0,5	9,0	1	1,0	6,0	1,5	1,0	4,0	4	1,0	2	20	1,0	1,1	40	1,0	1,1	55	1,0	7,6	98	1,0	5,4	131	1,0
	1	–	2	1,0	–	2	1,0	–	5	1,0	–	22	1,0	–	43	1,0	–	60	1,0	–	100	1,0	–	133	1,0
	3	–	3	1,0	–	3	1,0	–	6	1,0	–	22	1,0	–	45	1,0	–	61	1,0	–	105	1,0	–	136	1,0
	5	–	3	1,0	–	3	1,0	–	8	1,0	–	24	1,0	–	48	1,0	–	66	1,0	–	113	1,0	–	140	1,0

Окончание таблицы 1.1

Результаты измерений параметров регистратора ЕЭМИ

№ варианта	R, м	f, МГц																							
		0,1			0,3			1,0			3,0			9,0			20,0			40,0			80,0		
		$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N	$I_{\text{н}} \cdot 10^6, \text{A}$	U, дел	N
21	0,5	9,9	1	1,0	7,1	1,5	1,0	4,3	4	1,0	10	20	1,0	1,7	40	1,0	1,1	55	1,0	7,6	100	1,0	5,7	133	1,0
	1	–	2	0,9	–	2	0,9	–	5	0,9	–	22	0,9	–	45	0,9	–	60	0,9	–	100	0,9	–	140	0,9
	3	–	2	0,8	–	3	0,8	–	6	0,8	–	22	0,8	–	45	0,8	–	61	0,8	–	105	0,8	–	140	0,8
	5	–	4	0,8	–	6	0,8	–	8	0,8	–	26	0,8	–	48	0,8	–	66	0,8	–	111	0,8	–	144	0,8
22	0,5	8,5	1	1,0	7,0	1,5	1,0	5,3	4	1,0	10	21	1,0	1,5	40	1,0	1,1	55	1,0	7,6	100	1,0	5,1	133	1,0
	1	–	2	0,9	–	2	0,9	–	5	0,9	–	22	0,9	–	45	0,9	–	60	0,9	–	100	0,9	–	140	0,9
	3	–	2	0,8	–	3	0,8	–	6	0,8	–	22	0,8	–	45	0,8	–	61	0,8	–	105	0,8	–	140	0,8
	5	–	4	0,8	–	6	0,8	–	8	0,8	–	26	0,8	–	48	0,8	–	66	0,8	–	111	0,8	–	144	0,8
23	0,5	8,4	1	1,0	7,3	1,5	1,0	4,7	4	1,0	9,9	20	1,0	1,1	40	1,0	1,1	55	1,0	7,6	100	1,0	5,4	133	1,0
	1	–	2	0,9	–	2	0,9	–	5	0,9	–	22	0,9	–	45	0,9	–	60	0,9	–	100	0,9	–	138	0,9
	3	–	2	0,8	–	3	0,8	–	6	0,8	–	22	0,8	–	46	0,8	–	61	0,8	–	105	0,8	–	140	0,8
	5	–	4	0,7	–	6	0,7	–	8	0,7	–	26	0,7	–	48	0,7	–	66	0,7	–	111	0,7	–	140	0,7
24	0,5	10	1	1,0	7,9	1,5	1,0	4,8	4	1,0	10	20	1,0	1,9	40	1,0	1,5	55	1,0	7,7	100	1,0	5,6	130	1,0
	1	–	2	0,9	–	2	0,9	–	5	0,9	–	22	0,9	–	40	0,9	–	60	0,9	–	100	0,9	–	140	0,9
	3	–	2	0,8	–	3	0,8	–	6	0,8	–	22	0,8	–	43	0,8	–	61	0,8	–	105	0,8	–	140	0,8
	5	–	4	0,8	–	6	0,8	–	8	0,8	–	26	0,8	–	45	0,8	–	66	0,8	–	111	0,8	–	144	0,8
25	0,5	8,0	1	1,0	6,9	1	1,0	5,1	3	1,0	10	19	10,	1,5	40	1,0	1,1	59	1,0	7,0	99	1,0	5,3	135	1,0
	1		1	0,9		1	0,9		2	0,9		19	0,9		41	0,9		60	0,9		101	0,9		138	0,9
	3		1	0,8		2	0,8		4	0,8		20	0,8		43	0,8		62	0,8		108	0,8		138	0,8
	5		2	0,7		2	0,7		4	0,7		22	0,7		44	0,7		62	0,7		110	0,7		140	0,7

Антенна штыревого типа длиной $l = 1$ м. Ее располагают в горизонтальной плоскости вдали от массивных металлических предметов.

Волновое сопротивление антенны рассчитывают по формуле

$$R_a = \frac{10\pi^2 \cdot l^2}{\lambda^2} = \frac{10\pi^2 \cdot l^2 f^2}{c^2}, \quad (1.1)$$

где λ – длина волны, соответствующая выбранному диапазону, м; f – частота, Гц; c – скорость света, м/с.

Излучаемую установкой мощность определяют по формуле

$$P_{\text{и}} = I_{\text{и}}^2 R_a, \quad (1.2)$$

где $I_{\text{и}}$ – сила тока, фиксируемая миллиамперметром РА, А.

Мощность, фиксируемую антенной регистратора, определяют по формуле

$$P_a = \frac{Um}{N}, \quad (1.3)$$

где U – показания индикатора амплитуды регистратора, дел.; m – цена деления регистратора для данного диапазона, Вт/дел.; N – ослабление усиления регулятором чувствительности, $N = 0 - 1$.

Следует отметить, что $P_a < P_{\text{и}}$, так как на антенне регистратора выделяется лишь доля мощности, излучаемой установкой. Причиной этого является рассеяние электромагнитной энергии при распространении сигнала. Поскольку конструктивные параметры и точность настройки каждого прибора индивидуальны, каждый из экземпляров прибора подлежит тарировке. В процессе измерений фиксируют минимальную мощность P_{min} сигнала ЕЭМИ в момент прекращения счета регистратором при повороте регулятора в сторону уменьшения чувствительности или уменьшения излучаемой мощности $P_{\text{и}}$.

Общий вид зависимостей P_{min} и цены деления m регулятора чувствительности от частоты f приведен на рис. 1.2.

Зависимости $P_{\text{min}}(f)$ и $m(f)$ определяют при минимальном расстоянии между антеннами источника и регистратора ($R = 0,5$ м). Тарировочные зависимости представляют собой графики $P_{\text{min}}(R, f)$ при переменном значении R . Общий вид этих за-

зависимостей для одной конструкции регистратора показан на рис. 1.3.

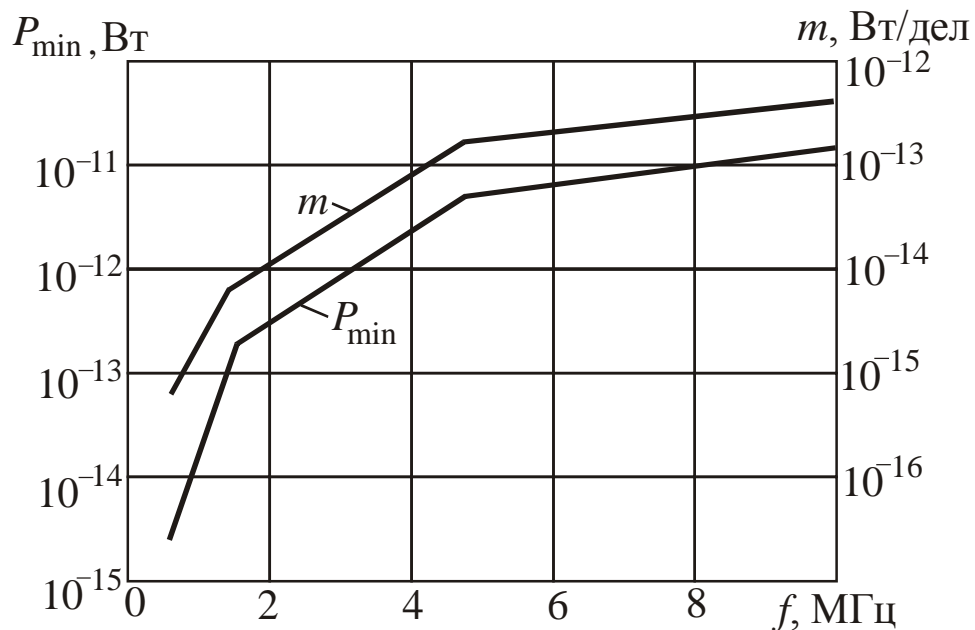


Рис. 1.2. Зависимости минимальной мощности сигнала ЕЭМИ P_{\min} и цены деления регистратора m от частоты

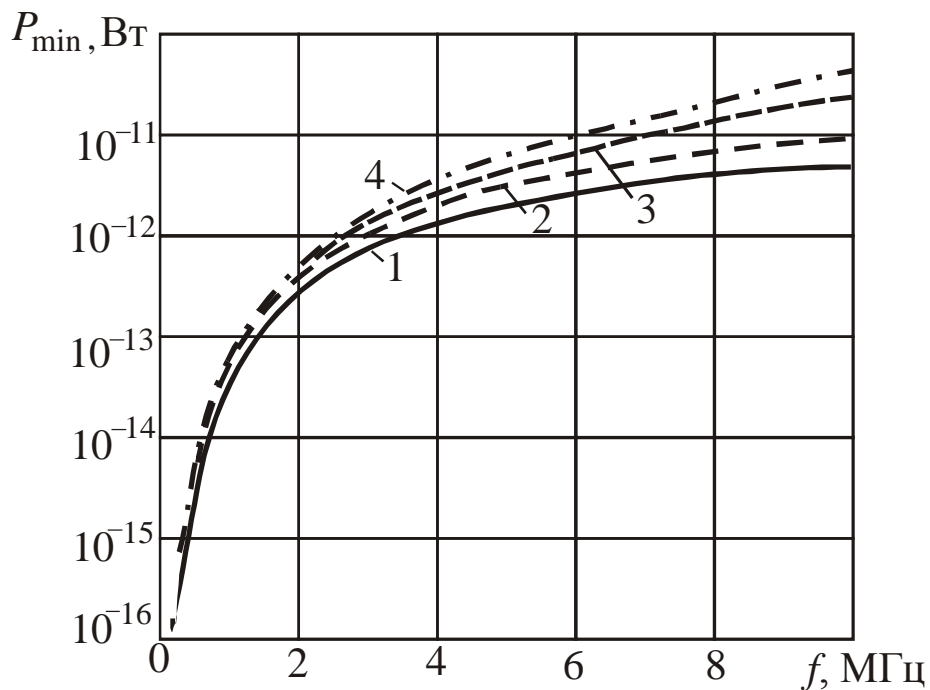


Рис. 1.3. Тарировочные зависимости регистратора ЕЭМИ:
1 – $R = 0,5$ м; 2 – 1; 3 – 3; 4 – 5

Порядок выполнения задания

1. По данным табл. 1.1 для $R = 0,5$ м рассчитать с использованием формул (1.1)–(1.3) значения P_{\min} и m для заданных частот f , считая, что при минимальном расстоянии сигнала

$$P_{\min} = P_a \Big|_{R=0,5\text{ м}} = P_{\text{и}}. \text{ Результаты расчетов свести в табл. 1.2.}$$

Таблица 1.2

Результаты расчетов P_{\min} и m

f , МГц	0,1	0,3	1,0	3,0	9,0	20,0	40,0	80,0
P_{\min} , Вт								
m , Вт/дел								

По данным табл. 1.2 построить графики зависимостей $P_{\min}(f)$ и $m(f)$, используя логарифмические масштабы (рис. 1.2).

2. По данным табл. 1.1 для $R = 1\text{--}5$ м с использованием формулы (1.3) и значений m из табл. 1.2 рассчитать величины P_{\min} . Результаты расчетов свести в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Результаты расчетов тарифовочных зависимостей

f , МГц		0,1	0,3	1,0	3,0	9,0	20,0	40,0	80,0
R , м	1								
	3								
	5								

По данным табл. 1.2 и 1.3 построить тарифовочные зависимости $P_{\min}(R, f)$, используя логарифмический масштаб и статистическое ускорение (рис. 1.3).

3. Оформить отчет по работе, включив в него следующие компоненты: цель, схему лабораторной установки, основные результаты выполнения п. 1.2.

Задание Э-2. Расчет и построение осевой, радиальной и тарировочной характеристик индукционного датчика

Цель и содержание задания

Цель работы – овладение студентами навыками расчета и построения тарировочных зависимостей аппаратуры электромагнитного активного геоконтроля на примере индукционного датчика

Задание. По экспериментальным данным построить, радиальную, осевую характеристики, а также общую, низкоомную и высокоомную тарировочные зависимости резонансно-индукционного импульса датчика.

Исходные данные для 25 вариантов заданий приведены в табл. 2.1 и 2.2.

Теоретические положения

Лабораторные испытания индукционного датчика проводятся на установке, схема которой представлена на рис. 2.1. Основой установки является система разомкнутых проволочных колец 1, в разрывы которых включают перемычки для их последовательного соединения или магазин электросопротивлений 4.

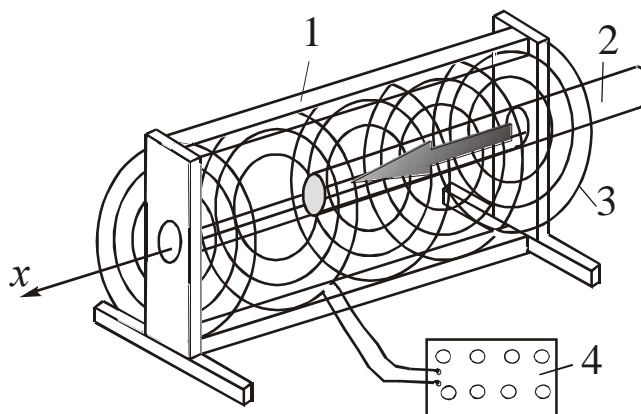


Рис. 2.1. Установка для лабораторных испытаний индукционного датчика:

1 – каркас, 2 – датчик; 3 – разомкнутое кольцо; 4 – магазин электросопротивлений ММЭС 3026; x – координата торца датчика относительно центра установки (плоскости одиночного кольца); r – радиальная координата

Таблица 2.1

Результаты измерений сигнала E датчика при перемещении относительно одиночного кольца

№ варианта	D, м	x, см																									
		-100	-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	
1	0,2	2	2	2	3	5	10	-5	0	0	2	4	4	5	10	10	15	20	-20	-50	-18	60	90	55	36	12	
	0,4	0	2	5	3	5	0	-5	0	-6	2	4	3	7	19	18	25	60	65	90	120	185	170	100	30	10	
	0,6	1	0	8	3	-2	4	0	6	6	0	0	4	6	21	26	75	100	150	177	220	225	171	100	46	13	
	0,8	2	2	2	3	5	-2	4	0	6	6	0	0	0	6	30	76	110	155	180	200	177	130	90	50	25	
2	0,2	0	0	0	1	2	0	4	0	0	7	0	5	8	7	0	-9	0	4	6	5	12	25	22	9	5	
	0,4	1	-2	0	2	1	0	0	4	0	0	3	3	4	5	5	6	3	2	4	6	40	40	8	7	7	
	0,6	0	2	5	3	5	0	-5	0	-6	2	4	3	7	8	8	10	10	11	11	12	44	30	14	3	0	
	0,8	1	0	8	3	-2	4	0	6	6	0	0	4	9	8	10	12	13	10	21	30	32	50	34	21	15	
3	0,2	3	5	10	-5	0	0	2	4	4	5	0	0	4	6	5	12	25	22	9	8	7	0	-9	0	7	
	0,4	3	5	0	-5	0	-6	2	4	3	7	0	3	2	4	6	40	40	8	7	4	5	5	6	3	0	
	0,6	3	-2	4	0	6	6	0	0	4	6	0	10	11	11	12	44	30	14	3	7	8	8	10	10	2	
	0,8	3	5	-2	4	0	6	6	0	0	0	2	13	10	21	30	32	50	34	21	9	8	10	12	13	0	
4	0,2	5	10	-5	0	0	2	4	4	5	10	10	15	20	-20	-50	90	55	36	12	5	10	-5	0	0	2	
	0,4	5	0	-5	0	-6	2	4	3	7	19	18	25	60	65	90	170	100	30	10	5	0	-5	0	-6	2	
	0,6	-2	4	0	6	6	0	0	4	6	21	26	75	100	150	177	171	100	46	13	-2	4	0	6	6	0	
	0,8	5	-2	4	0	6	6	0	0	0	6	30	76	110	155	180	130	90	50	25	5	-2	4	0	6	6	
5	0,2	0	0	0	1	2	0	4	0	0	7	0	5	8	7	0	-9	0	4	6	5	12	25	22	9	5	
	0,4	1	-2	0	2	1	0	0	4	0	0	3	3	4	5	5	6	3	2	4	6	20	22	12	7	3	
	0,6	0	2	5	3	5	0	-5	0	0	4	0	3	7	8	8	10	10	11	11	12	41	30	14	3	0	
	0,8	1	0	8	3	-2	4	0	0	-5	0	-6	4	9	8	10	12	13	10	21	30	35	50	32	21	10	
6	0,2	0	0	0	1	2	0	4	4	0	6	6	5	8	7	0	-9	0	4	6	5	12	25	22	9	5	
	0,4	1	-2	0	2	1	0	0	10	-5	0	0	3	4	5	5	6	3	2	4	6	40	40	8	7	7	
	0,6	0	2	5	3	5	0	-5	0	-5	0	-6	3	7	8	8	10	10	11	11	12	44	30	14	3	0	
	0,8	1	0	8	3	-2	4	0	4	0	6	6	4	9	8	10	12	13	10	21	30	32	50	34	21	15	
7	0,2	5	10	-5	0	0	2	4	-2	4	0	6	15	20	-20	-50	90	55	36	12	5	10	-5	0	0	2	
	0,4	5	0	-5	0	-6	2	4	3	7	19	18	25	60	65	90	170	100	30	10	5	0	-5	0	-6	2	
	0,6	-2	4	0	6	6	0	0	4	6	21	26	75	109	140	172	141	100	46	13	-2	4	0	6	6	0	
	0,8	5	-2	4	0	6	6	0	0	0	6	30	76	110	155	180	130	90	50	25	5	-2	4	0	6	6	

Продолжение таблицы 2.1

Результаты измерений сигнала E датчика при перемещении относительно одиночного кольца

№ варианта	D, м	x, см																									
		-100	-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	
8	0,2	2	2	2	3	5	10	-5	0	0	2	4	4	5	10	10	15	20	-20	-50	-18	60	90	55	36	12	
	0,4	0	2	5	3	5	0	-5	0	-6	2	4	3	7	19	18	25	60	65	90	120	185	170	100	30	10	
	0,6	1	0	8	3	-2	4	0	6	6	0	0	4	6	21	26	75	100	150	177	220	225	171	100	46	13	
	0,8	2	2	2	3	5	-2	4	0	6	6	0	0	0	6	30	76	110	155	180	200	177	130	90	50	25	
9	0,2	0	0	0	1	2	0	4	0	0	2	4	4	5	10	10	15	20	-20	-50	-18	60	50	55	36	12	
	0,4	1	-2	0	2	1	0	0	0	-6	2	4	3	7	19	18	25	60	65	90	110	173	140	100	30	10	
	0,6	0	2	5	3	5	0	-5	6	6	0	0	4	6	21	26	75	100	150	177	200	255	121	105	44	12	
	0,8	1	0	8	3	0	0	4	0	0	6	0	0	0	6	30	76	110	155	180	200	177	130	90	50	25	
10	0,2	0	1	2	0	0	-5	0	-6	2	5	0	0	4	6	5	12	25	22	9	8	7	0	-9	0	2	
	0,4	0	2	1	0	4	0	6	6	0	7	0	3	2	4	6	40	40	8	7	4	5	5	6	3	2	
	0,6	5	3	5	0	10	-5	0	0	2	6	0	10	11	11	12	44	30	14	3	7	8	8	10	10	0	
	0,8	8	3	-2	4	0	-5	0	-6	2	0	2	13	10	21	30	32	50	34	21	9	8	10	12	13	6	
11	0,2	2	2	2	3	4	0	6	6	0	2	4	4	5	10	10	15	20	-20	-50	-18	60	90	55	36	12	
	0,4	3	2	5	3	-2	4	0	6	6	2	4	3	7	19	18	25	60	65	90	120	185	170	100	30	10	
	0,6	1	0	8	3	-2	4	0	6	6	0	0	4	6	21	26	75	100	150	177	220	225	171	100	46	13	
	0,8	2	2	2	3	5	-2	4	0	6	6	0	0	0	6	30	76	110	155	180	200	177	130	90	50	25	
12	0,2	5	10	-5	0	0	2	4	4	5	10	10	15	20	-20	-50	90	55	36	12	5	10	-5	0	0	2	
	0,4	5	0	-5	0	-6	2	4	3	7	19	18	25	60	65	90	170	100	30	10	5	0	-5	0	-6	2	
	0,6	-2	4	0	6	6	0	0	4	6	21	26	75	109	140	172	141	100	46	13	-2	4	0	6	6	0	
	0,8	5	-2	4	0	6	6	0	0	0	6	30	76	110	155	180	130	90	50	25	5	-2	4	0	6	6	
13	0,2	2	2	2	3	5	10	-5	0	0	2	4	4	5	10	0	-9	0	4	6	5	12	25	22	9	5	
	0,4	0	2	5	3	5	0	-5	0	-6	2	4	3	7	19	5	6	3	2	4	6	40	40	8	7	7	
	0,6	1	0	8	3	-2	4	0	6	6	0	0	4	6	21	8	10	10	11	11	12	44	30	14	3	0	
	0,8	2	2	2	3	5	-2	4	0	6	6	0	0	0	6	10	12	13	10	21	30	32	50	34	21	15	

Продолжение таблицы 2.1

Результаты измерений сигнала E датчика при перемещении относительно одиночного кольца

№ варианта	D, м	x, см																									
		-100	-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	
14	0,2	2	0	4	0	0	2	4	4	5	10	0	-9	0	4	6	5	12	25	22	25	22	9	10	-5	0	
	0,4	1	0	0	4	-6	2	4	3	7	19	5	6	3	2	4	6	40	40	8	40	8	7	0	-5	0	
	0,6	5	0	-5	0	6	0	0	4	6	21	8	10	10	11	11	12	44	30	0	0	4	0	0	0	6	
	0,8	-2	4	0	6	6	6	0	0	0	6	10	12	13	10	21	30	32	50	0	-5	0	-6	2	4	0	
15	0,2	0	0	0	1	2	0	7	0	5	8	0	5	8	7	0	-9	0	4	4	0	6	6	0	9	5	
	0,4	1	-2	0	2	1	0	0	3	3	4	3	3	4	5	5	6	3	2	10	-5	0	0	2	7	7	
	0,6	0	2	5	3	5	0	2	4	3	7	4	3	7	8	8	10	10	11	0	-5	0	-6	2	3	0	
	0,8	1	0	8	3	-2	4	0	0	4	9	0	4	9	8	10	12	13	10	4	0	6	6	0	21	15	
16	0,2	2	0	4	0	0	2	0	0	7	0	0	-9	0	4	6	5	12	25	-2	4	0	6	6	-5	0	
	0,4	1	0	0	4	-6	2	4	0	0	3	5	6	3	2	4	26	40	40	8	40	8	7	0	5	0	
	0,6	5	0	-5	0	6	0	0	4	6	21	8	10	10	11	11	32	44	30	14	30	14	3	4	0	6	
	0,8	-2	4	0	6	6	6	0	0	0	6	10	12	13	10	21	30	32	50	34	50	34	21	-2	4	0	
17	0,2	2	3	5	3	5	10	-5	0	0	2	4	4	5	10	10	15	20	-20	-50	18	60	90	55	36	12	
	0,4	5	3	5	3	5	0	-5	0	-6	2	4	3	7	19	18	25	60	65	90	120	185	173	105	30	10	
	0,6	8	3	-2	3	-2	4	0	6	6	0	0	4	6	21	26	75	100	150	177	220	225	141	100	40	13	
	0,8	2	3	5	3	5	-2	4	0	6	6	0	0	0	6	30	76	110	155	180	200	177	130	90	50	25	
18	0,2	0	0	0	1	2	0	4	0	0	7	0	5	8	7	0	-9	0	4	6	5	12	25	22	9	5	
	0,4	1	-2	0	2	1	0	0	4	0	0	3	3	4	5	5	6	3	2	4	6	40	40	8	7	7	
	0,6	0	2	5	3	5	0	-5	0	-6	2	4	3	7	8	8	10	10	11	11	12	44	50	14	3	0	
	0,8	1	0	8	3	-2	4	0	6	6	0	0	4	9	8	10	12	13	10	21	30	32	67	34	21	15	
19	0,2	2	2	2	3	5	10	-5	0	0	2	4	4	5	10	0	-9	0	4	6	5	12	25	22	9	5	
	0,4	0	2	5	3	5	0	-5	0	-6	2	4	3	7	19	5	6	3	2	4	6	40	40	8	7	7	
	0,6	1	0	8	3	-2	4	0	6	6	0	0	4	6	21	8	10	10	11	11	12	44	30	14	3	0	
	0,8	2	2	2	3	5	-2	4	0	6	6	0	0	0	6	10	12	13	10	21	30	32	50	34	21	15	

Окончание таблицы 2.1

Результаты измерений сигнала E датчика при перемещении относительно одиночного кольца

№ варианта	D, м	x, см																									
		-100	-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	
20	0,2	1	1	2	0	4	0	0	7	0	5	8	7	10	15	60	65	90	120	185	173	105	25	22	9	5	
	0,4	0	2	1	0	0	4	0	0	3	3	4	5	18	25	100	150	177	220	225	141	100	40	8	7	7	
	0,6	5	3	5	0	-5	0	-6	2	4	3	7	8	26	75	110	155	180	200	177	130	90	50	14	3	0	
	0,8	8	3	-2	4	0	6	6	0	0	4	9	8	30	56	55	60	65	90	120	185	173	67	34	15	10	
21	0,2	7	0	5	8	2	0	4	0	0	7	0	5	8	7	0	-9	0	4	6	5	12	25	22	9	5	
	0,4	0	3	3	4	1	0	0	4	0	0	3	3	4	5	5	6	3	2	4	6	40	40	8	7	7	
	0,6	2	4	3	7	5	0	-5	0	-6	2	4	3	7	8	8	10	10	11	11	12	44	50	14	3	0	
	0,8	0	0	4	9	-2	4	0	6	6	0	0	4	9	8	10	12	13	10	21	30	32	67	34	21	15	
22	0,2	0	0	7	0	0	2	4	4	5	10	10	15	20	-20	-50	90	55	36	12	5	10	-5	0	0	2	
	0,4	4	0	0	3	-6	2	4	3	7	19	18	25	60	65	90	170	100	30	10	5	0	-5	0	-6	2	
	0,6	-2	4	0	6	6	4	3	4	6	21	26	75	109	140	172	141	100	46	13	-2	4	0	6	6	0	
	0,8	5	-2	4	0	6	6	5	0	0	6	30	76	110	155	180	130	90	50	25	5	-2	4	0	6	6	
23	0,2	4	1	2	0	4	0	0	3	-2	0	0	0	4	6	5	12	25	22	9	8	7	0	-9	0	2	
	0,4	0	2	1	0	0	-6	-3	0	0	0	-1	3	2	4	6	40	40	8	7	4	5	5	6	3	2	
	0,6	5	3	5	0	-5	6	-2	0	4	5	5	10	11	11	12	44	30	14	3	7	8	8	15	14	10	
	0,8	8	3	-2	4	0	6	8	5	4	4	-2	13	10	21	30	32	50	34	21	9	8	10	12	13	4	
24	0,2	2	2	2	3	5	10	-5	0	0	2	4	4	5	10	10	15	20	-20	-50	-18	60	90	55	36	12	
	0,4	9	2	5	3	5	0	-5	0	-6	2	4	3	7	19	18	25	60	65	90	120	185	170	100	30	10	
	0,6	1	0	8	3	-2	4	0	6	6	0	0	4	6	21	26	75	100	150	177	220	225	171	100	46	13	
	0,8	2	2	2	3	5	-2	4	0	6	6	0	0	0	6	30	76	110	155	180	200	177	130	90	50	25	
25	0,2	0	1	0	5	11	10	13	21	-19	-55	-18	25	40	36	12	8	7	0	3	-2	0	0	1	0	0	
	0,4	5	0	8	10	13	25	30	50	64	80	99	122	160	111	30	14	6	-3	0	0	0	-1	0	0	0	
	0,6	6	6	11	10	12	15	15	30	30	163	200	250	190	180	50	10	0	-2	0	4	5	5	0	2	2	
	0,8	8	8	8	10	30	50	100	140	150	190	200	220	150	100	30	30	15	8	5	4	4	-2	0	0	0	

Таблица 2.2

Результаты измерений сигнала E датчика в кольцевом интеграторе

№ варианта	$\Delta x, \text{ м}$	$R^*, \text{ Ом}$																						
		0,1	1	2	4	10	20	30	40	60	80	100	200	300	400	600	800	1000	2000	4000	10000	20000	40000	100000
1	0,20	900	880	820	800	550	300	170	110	-50	-100	-120	-130	-160	-150	-110	-90	-80	-50	-30	-30	-20	-10	0
2	0,19	800	700	725	700	450	400	170	120	-60	-100	-120	-130	-140	-140	-110	-90	-80	-50	-30	-20	-10	0	0
3	0,18	950	805	721	650	500	300	100	130	-50	-100	-120	-110	-150	-150	-110	-90	-80	-50	-40	-30	-20	-10	0
4	0,17	1000	800	700	650	500	300	100	140	-50	-90	-110	-110	-160	-150	-120	-80	-60	-50	-30	-20	-10	-10	0
5	0,16	830	700	730	700	400	330	150	110	-60	-100	-110	-110	-150	-140	-110	-90	-80	-50	-30	-30	-20	-10	0
6	0,15	950	810	720	700	510	340	190	150	-50	-100	-120	-110	-160	-150	-120	-80	-60	-50	-30	-20	-10	0	0
7	0,16	950	800	740	700	510	350	170	100	-50	-100	-120	-130	-140	-150	-110	-90	-80	-50	-40	-30	-20	-10	0
8	0,17	1140	820	700	650	500	300	160	160	-50	-100	-120	-110	-150	-140	-110	-90	-80	-50	-60	-30	-20	-10	0
9	0,18	855	780	720	700	450	400	170	120	-60	-80	-130	-130	-140	-160	-110	-90	-80	-50	-40	-30	-20	-14	0
10	0,19	1010	830	700	650	500	300	100	100	-50	-90	-110	-110	-160	-150	-120	-80	-60	-50	-30	-20	-10	-15	0
11	0,29	800	700	750	700	400	330	170	110	-60	-100	-110	-110	-150	-140	-110	-90	-80	-50	-30	-30	-20	-10	0
12	0,21	950	840	720	700	510	300	160	105	-50	-100	-120	-110	-160	-150	-120	-80	-60	-50	-30	-20	-10	0	0
13	0,22	855	780	720	700	450	400	170	120	-60	-80	-130	-130	-140	-160	-110	-90	-80	-50	40	30	20	10	0
14	0,23	800	700	760	700	400	330	170	140	-60	-100	-110	-110	-150	-140	-110	-90	-80	-50	-30	-30	-20	-10	0
15	0,24	950	850	770	700	510	300	170	100	-50	-100	-120	-110	-160	-130	-120	-80	-60	-50	-30	-20	-10	0	0
16	0,25	958	800	720	700	510	350	170	150	-50	-100	-120	-130	-140	-150	-110	-90	-80	-50	-40	-30	-20	-10	0
17	0,24	950	860	780	700	510	340	190	170	-50	-100	-120	-110	-160	-150	-120	-80	-60	-50	-30	-20	-10	0	0
18	0,23	900	800	720	700	510	350	170	100	-50	-100	-120	-110	-160	-130	-120	-80	-80	-50	-40	-30	-20	-10	0
19	0,22	1010	870	700	650	500	300	100	160	-50	-90	-130	-130	-140	-160	-110	-60	-80	-50	40	30	20	10	0
20	0,21	810	700	790	700	400	330	170	110	-60	-100	-110	-110	-150	-140	-110	-80	-80	-50	-30	-30	-20	-10	0
21	0,27	1000	880	700	650	500	300	160	100	-50	-100	-120	-110	-160	-150	-110	-60	-80	-50	40	30	20	10	0
22	0,19	850	700	720	700	400	400	170	120	-60	-80	-130	-130	-140	-160	-110	-80	-80	-50	-30	-30	-20	-10	0
23	0,18	950	890	720	700	510	330	170	100	-60	-100	-110	-110	-150	-140	-120	-80	-60	-50	-30	-20	-10	0	0
24	0,17	950	810	720	700	510	300	170	130	-50	-100	-120	-110	-160	-130	-110	-90	-80	-50	-40	-30	-20	-10	0
25	0,19	1000	820	740	680	500	330	160	90	-45	-99	-130	-130	-150	-120	-100	-90	-70	-55	-40	-25	-20	-5	0

Основное содержание лабораторных исследований состоит в следующем.

1. Исследование осевой и радиальной чувствительности. Датчик перемещают относительно одиночных проволочных колец с диаметрами $D = 20, 40, 60, 80$ см, расположенных в вертикальной плоскости, коаксиально вдоль горизонтальной оси с шагом 5–10 см. В каждом положении датчика измеряют электросопротивление R^* , включенное в разрыв кольца соответствующего диаметра, фиксируют величину E сигнала.

2. Построение лабораторных тарировочных зависимостей. Кольцевой индукционный интегратор включает пятнадцать колец указанных диаметров ($D = 20–60$ см), расположенных в 5 плоскостях и соединенных последовательно, в разрыв цепи включается переменное сопротивление R^* . Датчик помещают в центр установки. Используя специальную методику расчета эквивалентного УЭС среды ρ , получают график функции $E(\rho)$, на котором выделяли отдельно низко – и высокоомную ветви.

Общий вид полученных по результатам исследований графиков осевой и радиальной чувствительности датчика представлен на рис. 2.2–2.4.

Графики осевой чувствительности при $D = 20$ и 40 см существенно асимметричны: в области низких сопротивлений ($R^* = 0,1$ Ом) на интервале между главными катушками сильным становится влияние поля компенсационной катушки КК, что приводит к отклонению E в отрицательную область (рис. 2.2, а). При $D = 60$ см (рис. 2.2, в) влияние КК заметно ослабляется, при $D = 80$ см графики $E(x)$ симметричны относительно вертикальной оси.

В результате обработки данных рис. 2.2 строят интегральные графики осевой и радиальной чувствительности (рис. 2.3, 2.4).

Из рис. 2.3 следует, что осевая характеристика датчика весьма неравномерна: при работе в низкоомной области ($R^* = 0,1–10$ Ом, графики 1–3) зона наибольшей чувствительности расположена на интервале между КК и ПК; в высокоомной области ($R^* = 100$ Ом, график 4) эта зона локализуется в районе ПК.

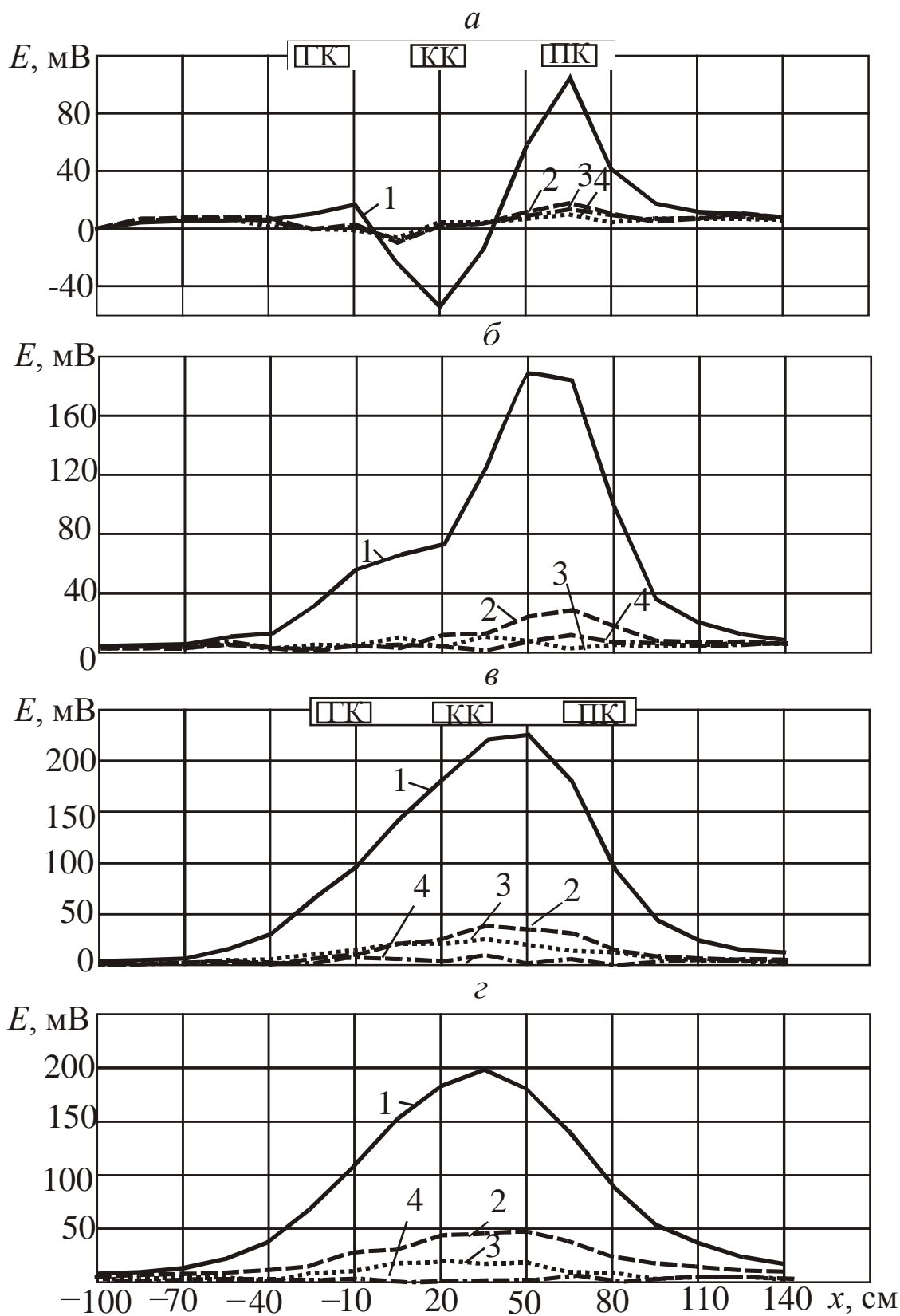


Рис. 2.2. Осевая характеристика при $D = 20$ см (*a*), $D = 40$ см (*б*)
 $D = 60$ см (*в*), $D = 80$ см (*г*):
 1 – $R^* = 0,1$ Ом; 2 – 1; 3 – 10; 4 – 100

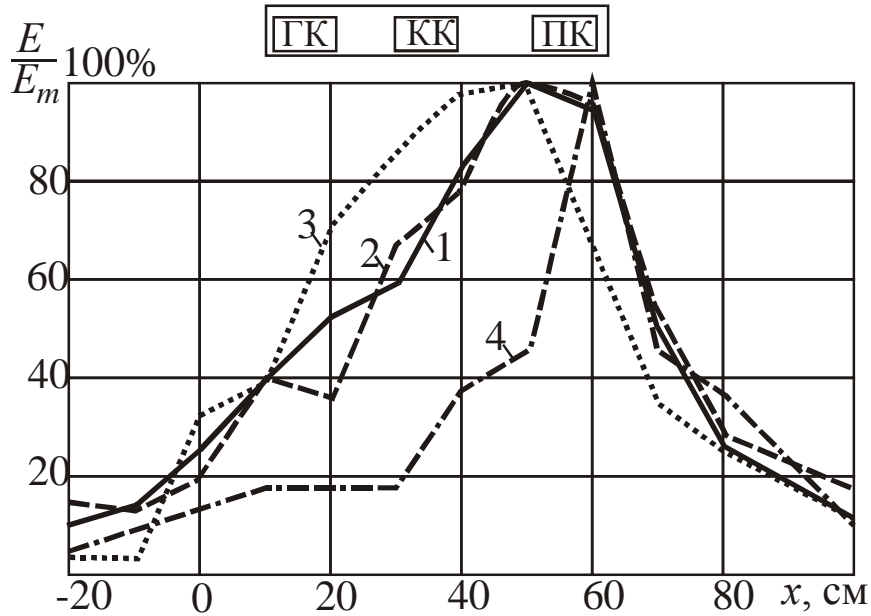


Рис. 2.3. Интегральная осевая характеристика датчика:
1 – $R^* = 0,1 \text{ Ом}$; 2 – 1; 3 – 10; 4 – 100

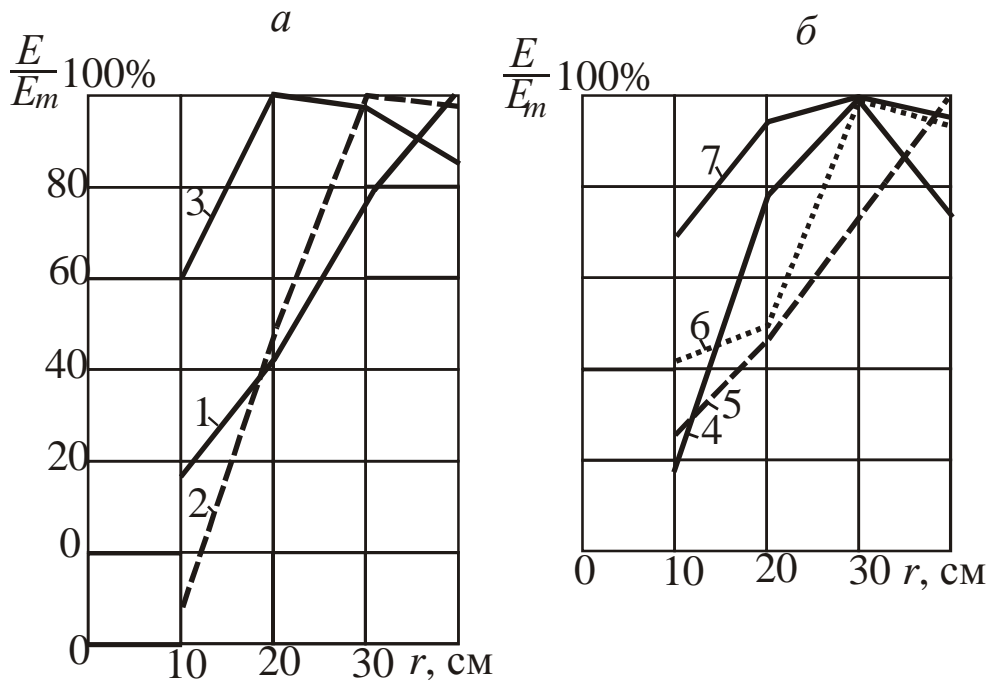


Рис. 2.4. Радиальные характеристики датчика в плоскостях генераторной (ГК), компенсационной (КК) и приемной (ПК) катушек (а), интегральные радиальные характеристики при различных УЭС среды (б):
1 – ГК ($x = 10 \text{ см}$); 2 – КК ($x = 35 \text{ см}$), 3 – ПК ($x = 60 \text{ см}$),
4 – $R^* = 0,1 \text{ Ом}$, 5 – 1 Ом, 6 – 10 Ом, 7 – 100 Ом

Размер зоны ослабления чувствительности изменяется не-

равномерно в различных сечениях по оси датчика: наибольший размер этой зоны зафиксирован в плоскости ГК ($r_{oc} = 0,4$ м), наименьший – в плоскости ПК ($r_{oc} = 0,2$ м) (рис. 2.4, а). Таким образом, граница зоны ослабления чувствительности приближенно представляет собой усеченный конус, обращенный сужением в сторону ПК.

По графику усредненной осевой чувствительности (рис. 2.3) можно определить координату расположения эффективного центра чувствительности

$$\bar{x} = \frac{\int_0^{\Delta X} E(x)x dx}{\int_0^{\Delta X} E(x) dx}, \quad (2.1)$$

где ΔX – размер зоны осевой чувствительности.

Для построения лабораторных тарировочных характеристик удельное электросопротивление ρ моделируемой однородной среды определяют из уравнения (Ом·м)

$$\rho = KR^* \frac{\Delta r \Delta x}{\sum_{k=1}^n l_k}, \quad (2.2)$$

где R^* – электросопротивление, включаемое в разрыв системы последовательно соединенных колец, Ом; Δr – разность радиусов соседних колец в плоскости, перпендикулярной оси датчика; Δx – расстояние между плоскостями; l_k – длина окружности k -го кольца; n – число колец в установке; K – постоянная, учитывающая ограниченность размеров кольцевого интегратора и размеры зоны чувствительности датчика по оси и глубине зондирования;

$$K = \frac{\Delta X}{\Delta x(N'-1)} \frac{r_p}{r_{k \max}}, \quad (2.3)$$

где ΔX – размер зоны осевой чувствительности; N' – число групп колец в установке; r_p – предельная глубина радиального зондирования; $r_{k \max}$ – максимальный радиус кольца в установке.

Для описанной установки $\Delta x = \text{const} = 0,2$ м, $\Delta r = \text{const} = 0,1$ м.

Результаты расчетов для $n = 15$ (однородная среда) и $n = 6$ (неоднородная среда) представлены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Результаты расчета УЭС ρ эквивалентной среды

n	$\sum_{k=1}^n l_k, \text{ м}$	K	$\rho, \text{ Ом}\cdot\text{м}$
15	6π	13,33	$0,0141R^*$
6	$2,4\pi$	53,5	$0,142R^*$

Полученная в результате лабораторных измерений на кольцевом интеграторе при $n = 15$ общая тарировочная зависимость (рис. 2.5) имеет немонотонный характер, поэтому целесообразно выделить на ней две ветви – низкоомную (от $E|_{\rho \rightarrow 0}$ до E_{\min}) и высокоомную (от E_{\min} до $E|_{\rho \rightarrow \infty}$).

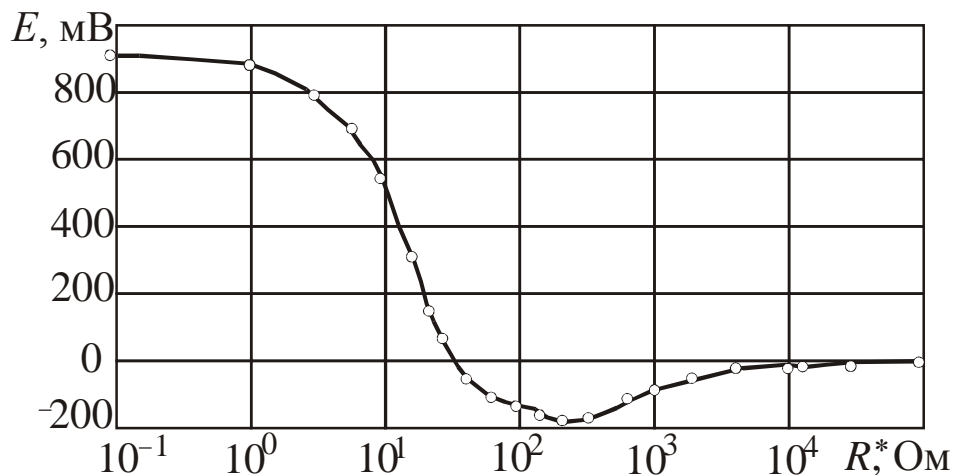


Рис. 2.5. Общая тарировочная зависимость резонансно-индукционного импульсного датчика

Низкоомный участок рабочего диапазона датчика ($\rho = 0\text{--}3$ Ом·м) соответствует геоконтролю рудного массива (рис. 2.6, а), высокоомный ($\rho = 3\text{--}300$ Ом·м) – безрудных трещиновато-пористых влагонасыщенных массивов горных пород (рис. 2.6, б).

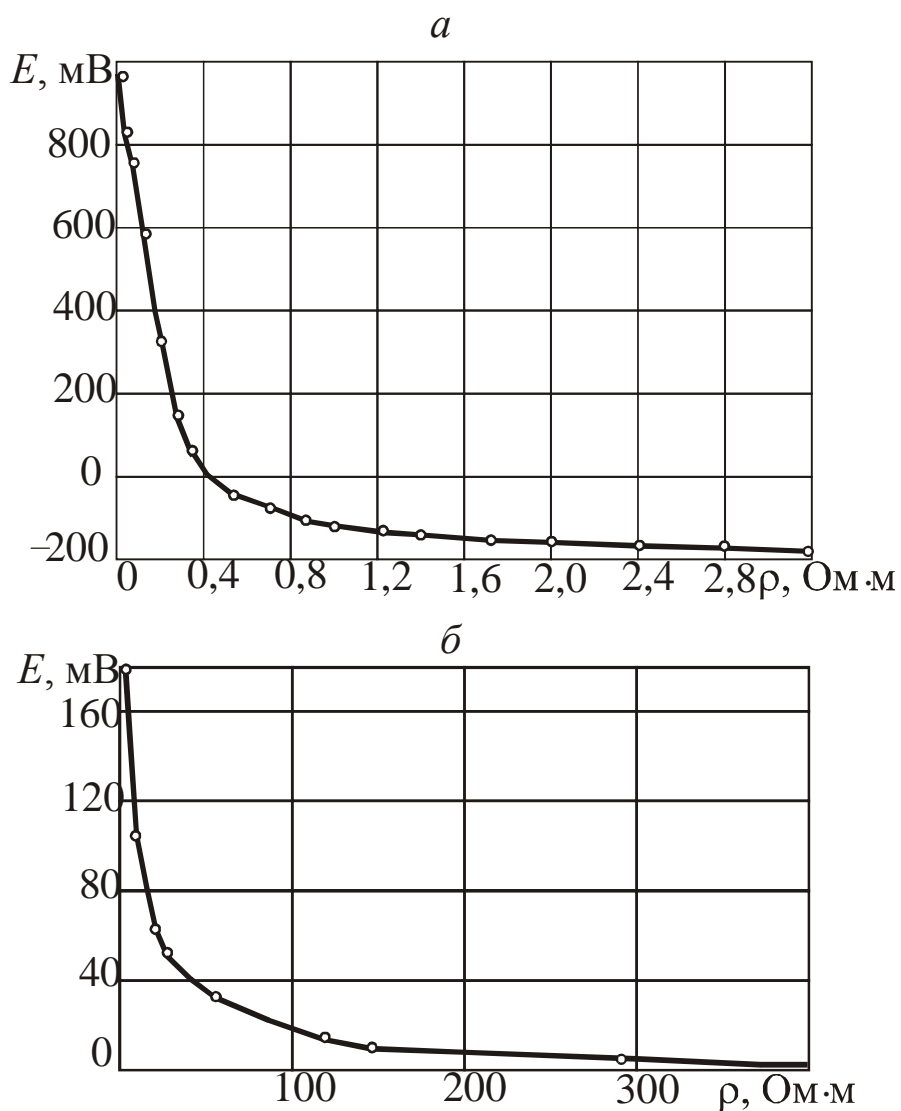


Рис. 2.6. Низкоомная (*a*) и высокоомная (*б*) ветви тарифовочной зависимости

Анализ графиков на рис. 2.6 показывает, что обе зависимости $E(\rho)$ гиперболического типа.

Порядок выполнения работы

1. По данным табл. 2.1 построить графики осевой (рис. 2.2) и радиальных (рис. 2.4, *a*) характеристик.

Определить относительные суммарные значения сигнала E/E_{\max} (E_{\max} – максимальное значение). Результаты расчетов занести в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Результаты расчетов для построения
интегральных характеристик

x , см	–100	–90	–80	...	120	130	140	ΣE_i
E								
E/E_{\max} 100%								

Построить интегральные осевую (рис. 2.3) и радиальную (рис. 2.4, б) характеристики датчика. определить размер зоны осевой чувствительности ΔX , считая, что уровень помехи составляет $E_{\text{п}} = 15$ мВ.

Определить координату \bar{x} эффективного центра чувствительности по формуле (2.1), заменяя интегрирование суммированием. Результаты расчетов занести в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Результаты расчетов для определения
эффективного центра чувствительности

x , см	–100	–90	–80 ...	120	130	140	$\Sigma E_i x_i$	$\bar{x} = \frac{\Sigma E_i x_i}{\Sigma E_i}$
$E_i x_i$								

2. По данным табл. 2.2 рассчитать значение ρ , используя формулы (2.2) и (2.3), для значения ΔX , определенного в п.1, $\Delta r = 0,1$ м, $r_p = 1,6$ м и $n = 15$. Результаты расчетов занести в табл. 2.6 и 2.7.

Таблица 2.6

Результаты расчетов постоянной K кольцевого интегратора

ΔX , м	Δx , см	N'	r_p , м	$r_{\text{к max}}$, м	Σl_k , м	K	ρ , Ом·м

Таблица 2.7

Результаты расчетов тарифовочной зависимости датчика

R^* , Ом					
ρ , Ом·м					
E , мВ					

По данным табл. 2.7 построить общую тарифовочную зависимость (рис. 2.5), низкоомную и высокоомную ветви (рис. 2.6).

3. Оформить отчет по работе, включив в него следующие компоненты: цель, схему лабораторной установки, результаты выполнения пп. 1, 2.

Порядок оформления отчетов по индивидуальным заданиям

1. Работу оформляют на стандартных листах формата А4 в составе отчета по комплексу лабораторных работ.

2. Содержание отчета должно соответствовать указаниям.

Оформление работы должно быть аккуратным, с применением компьютерной техники или вручную.

Список рекомендуемой литературы

1. Простов, С. М. Методы и средства геоэлектрического контроля: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Физические процессы горного или нефтегазового производства» направления / Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2013. – 165 с.

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91124&type=utchposob:common>

2. Простов, С. М. Лабораторный практикум по методам и средствам геоконтроля : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Физические процессы горного или нефтегазового производства» / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», каф. техн. и геотехн. механики. – Кемерово, 2014. – 206 с.

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90080&type=utchposob:common>