

**А.А.Кауфман**

**ВВЕДЕНИЕ  
В ТЕОРИЮ  
ГЕОФИЗИЧЕСКИХ  
МЕТОДОВ**

**Часть 2      Электромагнитные  
ПОЛЯ**

Перевод с английского кандидата  
технических наук *Ю.А.Дашевского*



**Москва Недрa 2000**

**ВВЕДЕНИЕ  
В ТЕОРИЮ  
ГЕОФИЗИЧЕСКИХ  
МЕТОДОВ**

---

**GEOPHYSICAL  
FIELD  
THEORY  
AND METHOD**

19084



# **GEOPHYSICAL FIELD THEORY AND METHOD**

**Parts B,C Electromagnetic  
Fields I,II**

Alexander A. Kaufman  
Department of Geophysics  
Colorado School  
of Mines Golden, Colorado



Academic Press, Inc.  
A Division of Harcourt Brace & Company  
San Diego New York Boston  
London Sydney Tokyo Toronto

**Организация-спонсор  
Евро-Азиатское геофизическое общество**

**Квумфья А.А.** Введение в теорию геофизических методов. Часть 2. Электромагнитные поля: Пер. с англ. Ю.А. Дашевского – М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 2000. – 483 с.: ил. ISBN 5-8365-0051-7

Дана теория электромагнитных полей, используемых в разведочной геофизике. Описаны физические законы, управляющие поведением электромагнитного поля. Излагается вывод уравнений Максвелла и постановка краевых задач. Освещены вопросы, связанные с распределением возбудителей поля в проводящей среде.

Для геофизиков, работающих в разведочной и глубинной геофизике. Полезна физикам и инженерам-электронщикам, а также студентам геофизических специальностей.

Табл. 3, ил. 42, список лит. – 33 назв.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	7
Благодарности.....	8
Список обозначений.....	9
<b>ГЛАВА I. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ.....</b>	<b>11</b>
I.1. Закон Фарадея.....	13
I.2. Закон сохранения заряда и распределение зарядов в проводящей и поляризуемой среде.....	18
I.3. Токи смещения.....	32
I.4. Система уравнений электромагнитного поля.....	39
I.5. Уравнения для полей $E$ и $H$ . Электромагнитные потенциалы.....	45
I.6. Распространение электромагнитного поля в непроводящей среде.....	55
I.7. Квазистационарное поле в непроводящей среде.....	67
I.8. Квазистационарное поле в проводящей среде. Скин-эффект.....	91
I.9. Диффузия квазистационарного поля.....	105
I.10. Диффузия в периодические квазистационарные поля.....	119
I.11. Распределение электромагнитной энергии. Вектор Пойнтинга.....	134
I.12. Определение электромагнитных полей.....	141
I.13. Связь между различными характеристиками электромагнитного поля.....	152
<b>ГЛАВА II. МАГНИТНЫЙ ДИПОЛЬ В ОДНОРОДНОЙ СРЕДЕ.....</b>	<b>161</b>
II.1. Частотные характеристики поля магнитного диполя.....	161
II.2. Переходные характеристики поля магнитного диполя.....	178
<b>ГЛАВА III. КВАЗИСТАЦИОНАРНОЕ ПОЛЕ В ГОРИЗОНТАЛЬНО-СЛОИСТОЙ СРЕДЕ.....</b>	<b>190</b>
III.1. Вертикальный магнитный диполь, расположенный на поверхности однородного полупространства.....	190
III.2. Уравнения поля, рассматриваемого на поверхности слоистой среды.....	217
III.3. Поведение поля при отсутствии взаимодействия между индуцированными токами.....	221
III.4. Поле вертикального магнитного диполя в случае малых значений параметра $r/\delta$ .....	225
III.5. Вертикальный магнитный диполь на поверхности слоистой среды в случае больших значений параметра $r/\delta$ .....	240
III.6. Нестационарное поле в ранней стадии, рассматриваемое на поверхности слоистой среды.....	250
III.7. Нестационарное поле в поздней стадии, рассматриваемое на поверхности слоистой среды.....	254
III.8. Магнитное поле вертикального магнитного диполя, расположенного внутри пласта.....	265
III.9. Поле вертикального магнитного диполя в присутствии горизонтальной проводящей плоскости.....	274
III.10. Горизонтальный магнитный диполь, расположенный на поверхности слоистой среды.....	288
III.11. Вертикальный электрический диполь, расположенный на поверхности земли.....	298
<b>ГЛАВА IV. ПОВЕДЕНИЕ ПОЛЯ В СРЕДЕ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ ГРАНИЦАМИ.....</b>	<b>308</b>
IV.1. Поле вертикального магнитного диполя, расположенного на оси скважины.....	308
IV.2. Активная компонента $Q_b$ в диапазоне малых параметров: $ik, a/l \ll 1$ и $ik, l \ll 1$ .....	314
IV.3. Поведение поля в диапазоне малых параметров $a/\delta$ .....	325

IV.4. Магнитное поле на оси скважины в дальней зоне .....	330
IV.5. Поведение нестационарного поля магнитного диполя на оси скважины .....	339
IV.6. Магнитный диполь, расположенный на оси скважины, пересекающей пласт конечной мощности .....	345
IV.7. Поле кольца с током, надетого на проводник цилиндрической формы .....	351
IV.8. Интегральные уравнения для поля, созданного индуцированными токами .....	357
<b>ГЛАВА V. ПОЛЕ ИНДУЦИРОВАННЫХ ТОКОВ В ПРИСУТСТВИИ ПРОВОДНИКА КОНЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ .....</b>	<b>369</b>
V.1. Проводящая сфера в однородном магнитном поле .....	369
V.2. Уравнения поля, создаваемого токами в проводнике конечных размеров .....	390
V.3. Поведение поля, создаваемого токами в проводнике конечных размеров .....	399
V.4. Поля, создаваемые токами во вмещающей среде и проводнике конечных размеров .....	410
<b>ГЛАВА VI. ПОВЕДЕНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В СЛУЧАЯХ E- И H-ПОЛЯРИЗАЦИИ .....</b>	<b>426</b>
VI.1. Магнитное поле в присутствии ограниченного проводника (область низких частот) .....	426
VI.2. Круговой цилиндр, расположенный в однородной среде (E-поляризация) .....	437
VI.3. Электрическое и магнитное поле (E- и H-поляризация) .....	448
Список литературы .....	465
Предметный указатель .....	468

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**Кауфман Александр А.**

**ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ.  
Часть 2. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ**

Заведующий редакцией *Т.К. Рубинская*  
Редактор издательства *А.И. Вороновская*  
Переплет художника *Н.П. Новиковой*  
Художественный редактор *Н.П. Новикова*  
Технический редактор *Л.Н. Фомина*  
Корректоры *Е.И. Микрякова, Т.Ю. Шамонова*  
Операторы *Т.В. Зубова, Л.Е. Конькова*  
Компьютерная верстка *Е.Б. Рагузина*

---

Изд. лиц. № 071678 от 03.06.98.

Подписано в печать с ретродуцированного оригинал-макета 09.10.2000.  
Формат 60-90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Гарнитура Тайме. Печать офсетная. Бумага офсетная № 1  
Усл. печ. л. 30,5. Уч.-изд. л. 34,1. Тираж 1000 экз. Заказ № 6579. Изд. № 871.  
Набор выполнен на компьютерной технике в ОАО "Издательство "Недра"

---

ООО "Недра-Бизнесцентр". 125047, Москва, пл. Тверская застава, 3

Отвечено в Производственно-издательском комбинате ВИНТИ  
140010, Московская обл., г. Люберцы, 10, Октябрьский проспект, 403

Тел. 554-21-86