

А.Н.Ратушняк В.К.Теплухин

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ  
И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ  
ОСНОВЫ  
ИНДУКЦИОННЫХ МЕТОДОВ  
ИССЛЕДОВАНИЯ  
СКВАЖИН**

ЕКАТЕРИНБУРГ 2017

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ**

---

**Ратушняк А.Н., Теплухин В.К.**

**Теоретические и экспериментальные основы  
индукционных методов исследований скважин**

**ЕКАТЕРИНБУРГ  
2017**

УДК 550.832  
ББК 26.2

Ответственный редактор:

доктор технических наук **О.Л. Сокол-Кутыловский**

Рецензенты:

доктор геолого-минералогических наук **И.Г. Сквородников**

доктор физико-математических наук **В.Н. Глинских**

**Ратушняк А.Н., Теплухин В.К. Теоретические и экспериментальные основы индукционных методов исследований скважин.** Екатеринбург: УрО РАН, 2017. 127 стр.

Описаны методы индукционных исследований геологоразведочных скважин при гармоническом и нестационарном режимах изменения тока в источнике поля. Исследованы возможности индукционных методов, позволяющие определять электропроводность среды с различными свойствами, изменяющимися в радиальном направлении и пересекаемыми скважиной. Оценено влияние сред с отличающимися свойствами – непроводящего пространства скважины или проводящей промывочной жидкости, которые являются «мешающими факторами» и показаны способы их учета при интерпретации материалов каротажа. Описан способ индукционного каротажа скважин с радиальным источником магнитного поля, обладающий большим радиусом исследования околоскважинного пространства. Обоснован новый компенсационный способ индукционных частотных исследований из обсаженных скважин.

Приведены материалы метрологических и экспериментальных исследований индукционного метода каротажа с импульсным режимом источника поля для качественного определения величины удельного электрического сопротивления вмещающих пород. Изложены результаты скважинных исследований с индукционным модулем «МИР», разработанным для проведения измерений в процессе бурения.

Изложенные материалы предназначены для специалистов, применяющих геофизические методы каротажа нефтегазовых скважин.

Ил. 70. Библиогр. 64 назв.

ISBN 978-5-93105-321-9

© Ратушняк А.Н.,  
Теплухин В.К. 2017 г.  
© УрО РАН, 2017 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b>	3
<b>1. Теоретические основы индукционных методов каротажа</b>	6
1.1 Переменное магнитное поле магнитного диполя	7
1.2 Измерения магнитного поля индуктивным способом	12
<b>2. Индукционный каротаж в открытом стволе скважины</b>	18
2.1 Поле магнитного диполя в цилиндрически-слоистой среде с S-слоем	18
2.2 Расчеты поля в цилиндрически-слоистой среде с S-слоем	29
2.2.1 Гармонический режим источника поля	29
2.2.2 Импульсный режим источника поля	37
2.3 Поле магнитного диполя вблизи горизонтального контакта сред	42
2.3.1 Вертикальный магнитный диполь над границей двух сред	42
2.3.2 Расчеты поля вертикального магнитного диполя над границей двух сред	44
<b>3. Индукционный каротаж скважин в процессе бурения</b>	48
3.1 Влияние пространства скважины с проводящим буровым раствором	48
3.2 Поле горизонтального магнитного диполя над границей двух сред	58
<b>4. Индукционный каротаж в обсаженных скважинах</b>	63
4.1 Определение удельного электрического сопротивления пород через обсадную колонну скважины	64
4.2 Определение горизонтальных границ сред	71
4.3 Влияние магнитных свойств обсадной колонны	74
<b>5. Индукционный каротаж с радиальным источником магнитного поля</b>	80
5.1 Магнитное поле радиального индуктивного источника	81
5.2 Магнитное поле радиального индуктивного источника в цилиндрически-слоистой среде с S-слоем	84

5.3	Расчеты поля радиального индуктивного источника в цилиндрически-слоистой среде	90
6.	<b>Экспериментальные исследования и метрологическое обеспечение</b>	98
6.1.	Технологическое обеспечение индукционного каротажа при нестационарном режиме источника	98
6.2.	Результаты экспериментального опробования технологии индукционного каротажа при нестационарном режиме	100
6.2.1.	Определение диапазона измеряемых значений проводимости	101
6.2.2.	Оценка диапазона радиусов исследований	104
6.2.3.	Метрологическое обеспечение комплекса «МИР» и технические параметры	106
6.3.	Применение комплекса «МИР» в условиях маломощных нефтегазовых коллекторов	111
	<b>Заключение</b>	116
	<b>Приложения</b>	118
	<b>Литература</b>	120