

В.В. КЛИМОВ

А.В. ШОСТАК

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН



В.В. Климов, А.В. Шостак

**ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ
СКВАЖИН**

Учебное пособие

**Краснодар
2014**

УДК 550.3(075.8)

ББК 26.2я73

К49

Рецензенты:

***В.В. Стогний**, доктор геолого-минералогических наук,
профессор кафедры геофизических
методов поиска и разведки КубГУ*

***Е.П. Запорожец**, доктор технических наук, профессор кафедры
Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна КубГТУ*

Климов, Вячеслав Васильевич,

К49

Геофизические исследования скважин : учебное пособие / В.В. Климов, А.В. Шостак; ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – 220 с.

ISBN 978–5–91718–301–5

Учебное пособие предназначено для студентов специалитета и бакалавриата, а также может быть полезно для магистрантов и аспирантов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Нефтегазовое дело» очной и заочной формы обучения, для изучения дисциплин «Геофизические исследования скважин», «Промысловая геофизика» и «Общая геофизика».

В нем приведены: цели геофизических исследований и способы решения геологических и технологических задач нефтегазовой геологии и разработки месторождений; физические основы электрических, акустических, радиоактивных, термических, магнитных и др. методов исследования скважин; сведения об аппаратуре и оборудовании; новые технологии проведения геофизических исследований скважин (ГИС).

Пособие снабжено необходимыми рисунками, схемами, таблицами. Материал изложен в доступной и сжатой форме на базе научного обобщения работ отечественных и зарубежных авторов, иноязычные термины использованы в минимальном количестве и кратко пояснены.

ББК 26.2я73

УДК 550.3(075.8)

ISBN 978–5–91718–301–5

© В.В. Климов, А.В. Шостак, 2014

© ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2014

© ООО «Издательский Дом – Юг», 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН	11
1.1 Классификация методов ГИС	11
1.2 Соотношение методов, основанных на исследовании керна, шлама и ГИС	11
1.3 Роль и место ГИС на стадиях горно-геологического процесса	12
2. СКВАЖИНА КАК ОБЪЕКТ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	16
2.1 Схемы и технологии проведения ГИС	17
2.2 Основные марки геофизических (каротажных) кабелей	23
3. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОТКРЫТОМ СТВОЛЕ СКВАЖИН	27
3.1 Электрические методы исследования скважин	27
3.1.1 Электрические и электромагнитные свойства горных пород	28
3.1.2 Удельное электрическое сопротивление горных пород	30
3.1.3 Модификации электрического каротажа	33
3.1.4 Измерение кажущегося удельного сопротивления горных пород	34
3.1.5 Кривые кажущегося удельного сопротивления.....	36
3.1.6 Боковое каротажное зондирование (БКЗ)	37
3.1.7 Кажущееся удельное сопротивление пласта неограниченной мощности. Палетки БКЗ.....	38
3.1.8 Микрозондирование (микрокаротаж)	42
3.1.9 Боковой каротаж	44
3.1.10 Боковой микрокаротаж	46
3.1.11 Индукционный метод каротажа скважин	47
3.1.12 ВИКИЗ.....	48

3.1.13	Литологическое расчленение разреза	49
3.1.14	Выделение коллекторов и оценка типа насыщения	51
3.1.15	Метод потенциалов собственной поляризации	52
3.1.16	Диффузионно-адсорбционные потенциалы	53
3.1.17	Фильтрационные и окислительно-восстановительные потенциалы ПС	56
3.1.18	Измерение потенциалов ПС в скважинах и помехи при записи каротажных диаграмм	57
3.1.19	Обработка и интерпретация диаграмм ПС	60
3.1.20	Метод потенциалов вызванной поляризации	61
3.1.21	Метод токового каротажа	62
3.1.22	Метод электродных потенциалов	63
3.2	Методы акустического каротажа	65
3.2.1	Акустический каротаж по скорости и затуханию	67
3.2.2	Аппаратура акустического метода.	69
3.2.3	Метод шумометрии	76
3.3	Радиоактивный каротаж	78
3.3.1	Гамма-каротаж.....	81
3.3.2	Гамма-гамма-каротаж	87
3.3.3	Плотностной гамма-гамма-каротаж	89
3.3.4	Селективный гамма-гамма-каротаж.....	90
3.3.5	Нейтронный каротаж (стационарные нейтронные методы)	90
3.3.6	Нейтронный гамма-каротаж (НГК)	91
3.3.7	Нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым (ННК-Т) и надтепловым нейтронам (ННК-Н)	95
3.3.8	Импульсный нейтронный каротаж (ИНК)	97
3.3.9	Гамма-нейтронный каротаж	100
3.3.10	Нейтронно-активационный каротаж	101
3.3.11	Метод меченых атомов: применяемые модификации, физические основы, методика применения, область применения	102
3.3.12	Метод наведенной активности: физические основы, методика проведения, область применения.....	104
3.3.13	Новый способ и технология каротажа с использованием меченых веществ.....	105

3.4	Метод термометрии.....	108
3.4.1	Метод естественного теплового поля.....	114
3.4.2	Метод искусственного теплового поля	115
3.5	Кавернометрия.....	116
3.6	Профилеметрия	119
3.7	Метод пластовой наклонометрии.....	120
3.8	Современное приборное обеспечение и комплексы ГИС, применяемые за рубежом при строительстве и эксплуатации скважин.....	122

4. КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СКВАЖИН.

	РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ.....	127
4.1	Измерение искривления скважин (инклинометрия)	127
4.2	Основные задачи контроля технического состояния крепи скважин.....	131
4.3	Оценка качества цементирования скважин	132
4.3.1	Акустический контроль качества цементирования скважин	132
4.3.2	Метод гамма-гамма-каротажа.....	134
4.3.3	Метод радиоактивных изотопов	135
4.3.4	Применение метода термометрии при контроле цементирования скважин.....	137
4.4	Общие положения контроля технического состояния обсадных колонн	138
4.4.1	Основные задачи контроля технического состояния обсадных колонн.....	139
4.4.2	Основные виды дефектов и повреждений обсадных колонн	140
4.5	Научно-обоснованная концепция контроля технического состояния обсадных колонн	142
4.6	Методы контроля технического состояния обсадных колонн.....	144
4.7	Определение мест притока воды в скважину, зон поглощения и затрубного движения жидкости.....	160
4.7.1	Новая технология определения мест негерметичности в муфтовых соединениях обсадных колонн.....	162

4.7.2	Новая технология определения источников обводнения добываемой продукции и выявления интервалов негерметичности заколонного пространства скважин	164
-------	---	-----

5. СХЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОВЕДЕНИЯ ГИС В НАКЛОННО-ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ

166

5.1	Горизонтальная скважина как объект геофизических исследований	166
5.2	Профили наклонно-направленных и горизонтальных скважин	166
5.3	Технологии доставки геофизических приборов в горизонтальные скважины	168
5.4	Каналы связи, используемые при исследовании горизонтальных скважин	174
5.5	Технологии проведения ГИС в ГС при бурении скважин	175
5.5.1	Технологии проведения ГИС в ГС за рубежом	175
5.5.2	Технологии проведения ГИС в ГС в России.....	177
5.6	Аппаратурно-методические комплексы и приборное обеспечение для проведения ГИС при эксплуатации скважин	182

6. ИНФОРМАТИВНОСТЬ И ОГРАНИЧЕНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ

188

6.1	Информативность геофизических методов в условиях ГС	188
6.2	Особенности геофизических исследований разведочных горизонтальных скважин	190
6.3	Особенности геофизических исследований эксплуатационных горизонтальных скважин	191

7. КОНТРОЛЬ ЗА РАЗРАБОТКОЙ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ И ГАЗОГИДРОДИНАМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ.....

195

7.1	Использование данных промысловой геофизики для контроля за разработкой нефтяных и газовых месторождений.....	197
7.2	Общие принципы организации автоматизированной обработки данных ГИС	198
7.3	Основные задачи интерпретации данных ГИС	198

7.4	Контроль за изменением положения контактов газ-нефть-вода в эксплуатационных скважинах	200
7.5	Основные технические требования к подготовке действующих скважин для проведения геофизических и гидродинамических исследований	202
8.	ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГИС	206
8.1	Общие положения	206
8.2	Требования к геофизической аппаратуре, кабелю и оборудованию.....	206
8.3	Геофизические работы при строительстве скважин	208
8.4	Геофизические работы при эксплуатации скважин	210
8.5	Прострелочно-взрывные работы	211
8.6	Ликвидация аварий при геофизических работах.....	214
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	215