

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	13
Введение.....	14
Условные обозначения	21
РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ ПРОМЫСЛОВОГО, ГЕОФИЗИЧЕСКОГО И ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	
Глава 1. Объекты и задачи промыслового-геофизического контроля	30
1.1. Особенности объектов контроля.....	30
1.1.1. Эксплуатационные скважины	32
1.1.1.1. Классификация скважин	32
1.1.1.2. Влияние условий измерения.....	34
1.1.1.3. Ограничение водопритоков в скважинах	37
1.1.1.4. Управление профилем закачки дифференцированным вскрытием пластов <i>(совместно с Васильевым А.Н.)</i>	37
1.1.2. Эксплуатируемые продуктивные пласти.....	39
1.1.3. Разрабатываемые газовые и нефтяные залежи	42
1.1.3.1. Многопластовые газовые месторождения	47
1.1.3.2. Нефтяные месторождения	47
1.1.3.3. Нефтегазовые месторождения.....	48
1.1.4. Подземные хранилища газа	49
1.1.5. Объекты системного контроля при геомониторинге разработки месторождений.....	51
1.2. Задачи методов и технологий промыслового-геофизического контроля.....	57
1.2.1. Задачи промыслового контроля	61
1.2.1.1. Изучаемые параметры	61
1.2.1.2. Организация промысловых исследований	62
1.2.2. Задачи промыслового-геофизических исследований при контроле разработки	63
1.2.2.1. Изучаемые параметры	63
1.2.2.2. Организация исследований скважин	65
1.2.3. Задачи гидродинамических исследований ГИС-контроля	65
1.2.3.1. Изучаемые гидродинамические параметры пласта	65
1.2.3.2. Организация гидродинамических исследований скважин	68
1.2.4. Задачи динамической петрофизики	69
1.2.4.1. Особенности процессов вытеснения углеводородов	69
1.2.4.2. Контроль выработки при вытеснении нефти и газа закачиваемой водой	72
1.2.4.3. Комплексные оценки коэффициентов вытеснения и относительных фазовых проницаемостей.....	75
1.3. Новые задачи, возможности, приоритеты промыслового-геофизического контроля	78
1.3.1. Тенденции развития.....	78
1.3.2. Новые задачи и возможности	79
1.3.3. Новые приоритеты	82
1.3.4. Дальнейшие перспективы развития	87
Литература к главе 1	87
Глава 2. Основы методов промыслового и геофизического контроля	89
2.1. Специфика промыслового-геофизического контроля как информационно-измерительной системы	89
2.2. Состав и структура системы промыслового-геофизического контроля.....	90
2.3. Классификация методов контроля	92
2.4. Методы промыслового контроля	95
2.4.1. Промысловые исследования	95
2.4.2. Методы оперативных технологических исследований	97
2.5. Методы геофизического контроля	100

2.5.1. Методы геофизических исследований открытого ствола	100
2.5.1.1. Электрические и электромагнитные методы.....	100
2.5.1.2. Метод ядерно-магнитного резонанса	102
2.5.1.3. Пластовые микросканеры	105
2.5.1.4. Гамма-метод	105
2.5.1.5. Спектрометрический гамма метод.....	107
2.5.2. Методы изучения «приток-состава» в обсаженной скважине	107
2.5.2.1. Общая характеристика комплекса методов	107
2.5.2.2. Расходометрия механическая.....	108
2.5.2.3. Расходометрия термокондуктивная.....	111
2.5.2.4. Барометрия	112
2.5.2.5. Термометрия.....	113
2.5.2.6. Влагометрия дизелькометрическая	115
2.5.2.7. Гамма-гамма плотностеметрия	117
2.5.2.8. Резистивиметрия	118
2.5.2.9. Светооптические анализаторы содержания газа	119
2.5.2.10. Пассивная низкочастотная акустическая шумометрия	120
2.5.2.11. Пассивная низкочастотная электромагнитная шумометрия.....	121
2.5.2.12. Спектральная шумометрия сигналов акустической и электромагнитной эмиссии	122
2.5.2.13. Нейтронный активационный метод по кислороду	122
2.5.2.14. Особенности зарубежных комплексов «PLT» и многодатчиковых систем	123
2.5.3. Методы исследований для оценки текущего насыщения пластов в обсаженных скважинах..	126
2.5.3.1. Нейтронные методы	126
2.5.3.2. Волновая широкополосная акустика	127
2.5.3.3. Поляризационный акустический каротаж	129
2.5.3.4. Исследования скважин, обсаженных стеклопластиковой колонной	130
2.5.3.5. Измерения удельного электрического сопротивления в обсаженных скважинах	132
2.5.3.6. Комплексирование методов оценки текущей насыщенности в современном аппаратурном обеспечении	134
2.5.4. Методы изучения технического состояния скважин (<i>совместно с Малевым А.Н.</i>) ..	135
2.5.4.1. Инклинометрия скважин.....	136
2.5.4.2. Профилеметрия скважин	138
2.5.4.3. Акустические методы оценки ТС	139
2.5.4.4. Метод электромагнитной локации муфт	142
2.5.4.5. Скважинная дефектоскопия и толщинометрия	143
2.5.4.6. Гамма-гамма толщинометрия	145
2.5.4.7. Гамма-гамма цементометрия	145
2.5.4.8. Другие методы оценки технического состояния скважин	146
2.5.5. Гидродинамические методы изучения фильтрационно-емкостных свойств пластов	147
2.5.5.1. Базовые исследования	148
2.5.5.2. Экспресс исследования	150
2.5.5.3. Регистрация кривых стабилизации давления	151
2.5.5.4. Регистрация кривых восстановления давления	151
2.5.5.5. Исследования методом падения давления	152
2.5.5.6. Исследования методом индикаторной диаграммы	152
2.5.5.7. Исследования методом восстановления уровня	152
2.5.5.8. Регистрация непрерывных кривых изменения давления и дебита во времени при произвольном изменении дебита	153
2.5.5.9. Комплексные циклические гидродинамические исследования	154
2.5.5.10. Комплексные исследования при опробовании с применением испытателей пластов на трубах и кабеле	154
2.5.5.11. Исследования методом гидропротушивания	156
2.5.6. Флуктуационный метод определения расходных фазовых параметров	157
2.5.6.1. Возможности применения флуктуационных технологий на скважинах	157
2.5.6.2. Применение низкочастотных флуктуационных измерений в газовых скважинах, работающих в диффузном режиме.	159
2.5.6.3. Анализ флуктуаций на кривых ГИС с целью оценки насыщения пластов	160
Литература к главе 2	160

РАЗДЕЛ I. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРОМЫСЛОВОГО И ГЕОФИЗИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	
Глава 3. Системный промыслово-геофизический контроль и его комплексирование ...	165
3.1. Понятие системного контроля.....	165
3.2. Этапность и периодичность исследований, их комплексированис.....	167
3.3. Решение задач системного контроля с помощью комплексных исследований	182
3.3.1. Обеспечение оценок выработки запасов и их подтверждаемости	183
3.3.2. Обеспечение оценок работающих толщин, состава и профиля притока, приемистости	184
3.3.3. Обеспечение оценок заколонных межпластовых перетоков	185
3.3.4. Обеспечение оценок фильтрационно-емкостных свойств и энергетики пласта.....	186
3.4. Планирование и организация системы мониторинга разработки месторождения.....	186
Литература к главе 3	191
Глава 4. Технологии промыслово-геофизического контроля	192
4.1. Задачи исследований	192
4.2. Условия проведения исследований как основной фактор результативности	196
4.3. Способы измерений.....	198
4.4. Технологии геофизических исследований скважин	199
4.5 Технологии гидродинамических исследований пластов и скважин	200
4.5.1. Технология исследований методом стабилизации давления	200
4.5.2. Технология исследований методом восстановления давления	201
4.5.3. Технология исследований методом падения давления.....	202
4.5.4. Технология исследований методом индикаторной диаграммы.....	203
4.5.5. Технология исследований методом восстановления уровня	204
4.5.6. Технология регистрации непрерывных кривых изменения давления и дебита во времени при произвольном изменении дебита	205
4.5.7. Технология комплексных циклических исследований.....	206
4.5.8. Комплексные исследования при испытаниях пласта с применением онробователей, включая зарубежные комплексы «RFT», «MDT»	207
4.5.8.1. Компоновка подземного оборудования при испытании пластов на бурильных трубах.....	207
4.5.8.2. Технология проведения испытаний пластов на бурильных трубах	209
4.5.8.3. Особенности устройства и технология использования онробователей пласта на кабеле	210
4.5.9. Комплексные технологии при освоении скважин способами компрессирования, свабированис	214
4.5.10. Исследования методом гидропрослушивания.....	216
4.6. Комплексные технологии промыслово-геофизических и гидродинамических исследований	217
4.6.1. Общая характеристика используемых технологий	217
4.6.2. Специальные технологии мониторинга состояния объектов при сложных условиях эксплуатации	219
4.6.3. Специальные технологии непрерывных измерений по стволу	224
4.7. Технологии промыслового контроля	229
Литература к главе 4	232
Глава 5. Технологии изучения межскважинного пространства (совместно с Залетовой Д.В.) ...	233
5.1. Промысловый и геофизический контроль при изучении межскважинного пространства....	233
5.1.1. Постановка задачи	233
5.1.2. Сейсмические методы исследования межскважинного пространства.....	234
5.1.2.1. Сейсмические исследования с применением технологии 3D	234
5.1.2.2. Вертикальное сейсмическое профилирование	235
5.1.2.3. Межскважинное сейсмическое прозвучивание	238
5.1.2.4. Сейсмо-акустический мониторинг (совместно с Рыжковым В.И.)	239
5.1.3. Использование результатов промыслово-геофизических исследований	240
5.1.4. Гидродинамические исследования скважин в процессе разработки нефтяных месторождений.....	241
5.1.5. Промысловые исследования по трассированию фильтрационных потоков с помощью индикаторных веществ	241
5.1.5.1. Индикаторные вещества	243
5.1.5.2. Интерпретация результатов метода трассирования.....	244

5.1.6. Методика комплексного изучения межскважинного пространства в процессе разработки месторождений.....	248
5.2. Причина высоких скоростей фильтрационных потоков при трассировании межскважинного пространства индикаторами	249
Литература к главе 5	255

**РАЗДЕЛ III. ТЕОРИЯ ПРОЦЕССОВ
ПРОМЫСЛОВО-ГЕОФИЗИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ**

Глава 6. Физические свойства пластовых систем.....	257
6.1. Физические свойства пластовых флюидов	257
6.1.1. Нефти и природные газы	257
6.1.2. Классификация залежей углеводородов по фазовому состоянию	258
6.1.3. Основные характеристики пластовых углеводородов как термодинамических систем ..	258
6.1.4. Основные уравнения термодинамики	260
6.1.5. Термодинамические процессы.....	261
6.1.6. Фазовые диаграммы	263
6.1.7. Методы исследования и основные физические характеристики многокомпонентных смесей	265
6.1.7.1. Нефтяные смеси.....	265
6.1.7.2. Газоконденсатные смеси.....	267
6.2. Фильтрационные и емкостные характеристики коллекторов	268
6.2.1. Емкостные характеристики коллекторов	268
6.2.2. Проницаемость коллекторов	269
6.2.3. Капиллярные свойства	271
6.2.4. Удельная поверхность.....	272
6.2.5. Взаимосвязь проницаемости и пористости.....	273
6.2.6. Упругие свойства коллекторов	277
Литература к главе 6	279
Глава 7. Теория процессов промыслового-геофизических исследований.....	280
7.1. Условия исследований и их основные количественные характеристики.....	280
7.2. Базовые методы оценки «приток-состава», основные информативные эффекты	286
7.2.1. Расходометрия механическая	287
7.2.2. Расходометрия термокондуктивная.....	288
7.2.3. Термометрия.....	289
7.2.4. Барометрия	295
7.2.5. Информативные возможности барометрии в наклонно-направленных и горизонтальных скважинах	298
7.2.6. Гамма-гамма плотностеметрия	299
7.3. Индикаторные методы оценки «приток-состава», основные информативные эффекты ..	300
7.3.1. Влагометрия диполькометрическая	300
7.3.2. Резистивиметрия индукционная	300
7.4 Методы оценки текущего насыщения пластов в обсаженных скважинах, основные информативные эффекты	301
7.4.1. Нейтронные методы	301
7.4.2. Стационарный нейтрон-нейтронный метод	303
7.4.3. Стационарный нейтронный гамма-метод	304
7.4.4. Импульсный спектрометрический нейтронный гамма-метод («С/О каротаж»).....	305
7.4.5. Импульсный нейтрон-нейтронный метод	306
7.5. Методы изучения работающих толщин дренируемого пласта путем спектрального анализа высокочастотных сигналов акустической и электромагнитной эмиссии.....	307
7.5.1. Возникновение полей шумовой эмиссии при движении флюидов в пластах и скважинах	309
7.5.1.1. Связь эффективных размеров пор и параметров фильтрации с амплитудно-частотными спектрами сигналов эмиссии.....	311
7.5.1.2. Математическая модель процессов фильтрации и связь результатов моделирования с акустическими измерениями амплитудно-частотных спектров на образцах кернов (совместно с Ипатовым С.И., Городновым А.В.)	312

7.5.1.3. Сравнение результатов численного моделирования с экспериментальными данными (совместно с Ипатовым С.И.).....	315
7.5.1.4. Электромагнитные эффекты, подтверждающие аналогию физических процессов у электромагнитных полей с изученными акустическими явлениями (совместно с Шумейко А.Э.)..	316
7.5.2. Экспериментальное подтверждение моделируемых эмиссионных эффектов (совместно с Петровым Л.П.)	319
7.5.2.1. Основные результаты физического моделирования.....	320
7.5.3. Оценка закономерных перетоков методами шумовой эмиссии	324
7.5.4. Результаты математического и физического моделирования процессов образования акустической и электромагнитной эмиссии в породах	327
Литература к главе 7	328
Глава 8. Информативность промысло-геофизических исследований.	330
8.1. Неработающие скважины	330
8.2. Скважины, работающие в стабильном режиме	332
8.3. Эксплуатационные скважины, работающие в нестационарном режиме.....	344
8.3.1. Общая характеристика режима	344
8.3.2. Результативность в режиме вызова притока компрессированием или свабированием..	345
8.3.3. Возможности активных технологий нестационарной термометрии в компрессируемых скважинах	347
8.4. Эксплуатационные скважины, работающие в циклическом режиме.....	350
8.5. Строящиеся скважины	352
8.6. Эксплуатационные скважины с горизонтальным стволом	355
8.7. Скважины, находящиеся в ремонте или при интенсификации притока.....	357
Литература к главе 8	359
Глава 9. Теория процессов и информативность гидродинамических исследований скважин.	360
9.1. Гидродинамические характеристики скважины и пласта	360
9.2. Уравнение фильтрации флюидов в пористой среде	361
9.3. Режимы течения флюида в пласте	362
9.3.1. Радиальный режим	362
9.3.2. Режимы течения, отличные от радиального	363
9.4. Условия работы скважины со стабильным расходом.....	364
9.4.1. Радиальный режим	364
9.4.2. Режимы, отличные от радиального.....	366
9.5. Скин-фактор	368
9.5.1. Определение и физический смысл скин-фактора	368
9.5.2. Количественная оценка скин-фактора для радиального режима	371
9.6. Индикаторные диаграммы	373
9.7. Условия пуска скважины в работу со стабильным расходом	375
9.7.1. Радиальный режим течения флюида в пласте	375
9.7.2. Режимы течения, отличные от радиального	376
9.8. Условия остановленной скважины	377
9.8.1. Радиальный режим	377
9.8.2. Режимы течения, отличные от радиального	379
9.9. Условия циклически работающей скважины	380
9.9.1. Радиальный режим	380
9.9.2. Режимы течения, отличные от радиального	381
9.10. Условия переменного дебита.....	381
9.11. Понятие об эффекте влияния ствола скважины	382
9.12. Графическое представление кривых давления	385
9.13. Поле давления в пласте, осложненном трещиной гидроразрыва	387
9.14. Поле давления в пласте, вскрытом горизонтальной скважиной.....	390
9.15. Поле давления в пласте сложной геометрии	392
9.16. Поле давления в резервуаре сложного строения.....	395
9.16.1. Модель двойной пористости	395
9.16.2. Модель двойной проницаемости	397
9.16.3. Композитные модели	399
9.17. Поле давления в межскважинном пространстве	399

9.18. Поле давления в условиях длительной выработки запасов	401
Литература к главе 9	409

**РАЗДЕЛ I. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ И АНАЛИЗ
ПРОМЫСЛОВО-ГЕОФИЗИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ**

Глава 10. Интерпретация результатов промыслового-геофизического контроля	412
10.1. Сущность, цели и этапы интерпретации	412
10.1.1. Стандартные классификации интерпретации	412
10.1.2. Новая классификация интерпретации	414
10.2. Роль параметрической интерпретации в системе промыслового-геофизического контроля	419
10.2.1. Решение прямой и обратной задач, обоснование интерпретационных параметров	419
10.2.1.1. Построение интерпретационной модели	421
10.2.1.2. Решение обратной задачи и построение алгоритма интерпретации	421
10.2.2. Параметры физических полей как средства описания условий проведения геофизических исследований	423
10.3. Роль целевой интерпретации в системе промыслового-геофизического контроля	423
Литература к главе 10	427

Глава 11. Параметрическая интерпретация результатов

промышленно-геофизических исследований	428
11.1. Задачи параметрической интерпретации	428
11.2. Интегральные и интервальные расходные характеристики стабильного однофазного потока	429
11.2.1. Расходные характеристики по механической расходометрии	429
11.2.2. Расходные характеристики по термокондуктивной расходометрии	432
11.2.3. Расходные характеристики по термограммам всех интервалов притока (поглощения)	433
11.2.3.1. Работа скважины со стабильным расходом	433
11.2.3.2. Монотонное изменение расхода скважины	436
11.2.3.3. Немонотонное изменение дебита притекающего флюида	436
11.2.3.4. Изменение температуры поступающего в ствол флюида	437
11.2.4. Расходные характеристики потока флюида в стволе по термограммам в интервалах притока	438
11.3. Динамические характеристики интервала, работающего газожидкостной смесью на квазистационарных режимах отбора	439
11.3.1. Основные закономерности тепломассопереноса в скважине в интервалах притока	439
11.3.2. Системы уравнений	439
11.3.3. Индикаторные диаграммы	441
11.3.3.1. Стандартная обработка результатов расходо-барометрии	441
11.3.3.2. Обработка результатов расходо-баро-термометрии по уравнениям дросселирования	442
11.3.3.3. Обработка результатов термометрии по уравнениям калориметрического смешивания и дросселирования	443
11.3.3.4. Обработка результатов термометрии по уравнениям калориметрического смешивания, дросселирования и притока	444
11.3.4. Характеристики состава многофазного потока	445
11.4.1. Оценки по данным динамической влагометрии	445
11.4.2. Оценки по данным плотностеметрии	446
11.4.3. Оценки по данным барометрии	446
11.4.4. Оценки по барометрии (или плотностеметрии) и влагометрии	447
11.4.4.1. Интерпретация результатов измерений при статическом режиме	447
11.4.4.2. Интерпретация результатов измерений при динамическом режиме	447
11.4.4.3. Информативность комплекса методов барометрии и влагометрии	450
11.4.5. Оценки по данным резистивиметрии	450
11.4.6. Оценки по нейтронным методам	451
11.4.7. Косвенные характеристики состава методами оценки притока	451
11.5. Интегральные и интервальные расходные характеристики многофазного потока (стабильно работающие скважины)	452
11.5.1. Способы и информативность изучения расходных характеристик	452
11.5.2. Интегральные расходные характеристики по барометрии и устьевым замерам	454
11.5.2.1. Постановка задачи	454

11.5.2.2. Оценка критерия минимального выноса жидкости с забоя	457
11.5.3. Фазовые расходные характеристики стабильного многокомпонентного потока по комплексу методов оценки «приток-состава»	458
11.5.3.1. Определение глубинных профилей истинных и расходных параметров двухфазного потока	458
11.5.3.2. Определение глубинных профилей истинных и расходных параметров трехфазного (трехкомпонентного) потока	467
11.6. Динамические параметры пласта	471
11.7. Оценка параметров продуктивных пластов нейтронными методами (совместно с Марьенко И.И.)	471
11.7.1. Определение нейтронной пористости	472
11.7.2. Определение насыщения продуктивных пластов	473
11.7.2.1. Определение насыщения по результатам стационарных нейтронных методов	473
11.7.2.2. Определение насыщения по результатам импульсного нейтронного каротажа	475
11.7.2.3. Оценка коэффициентов газонасыщенности пластов-коллекторов по данным однократного замера стационарной модификации нейтронного метода	477
11.7.2.4. Оценка насыщения пластов-коллекторов и выявление интервалов обводнения по данным повторных замеров нейтронными методами	478
11.7.2.5. Масштабирование шкалы газонасыщенности нейтронных методов по данным электрометрии	482
11.7.3. Методика учета влияния скважины на показания нейтронного каротажа	484
11.8. Геометрические параметры элементов конструкции	486
11.9. Технологические параметры работы скважины и подземного оборудования	487
Литература к главе 11	487
Глава 12. Параметрическая интерпретация результатов гидродинамических исследований скважин	489
12.1. Принципы обработки и интерпретации	489
12.2. Достоверность оценки пластового давления	491
12.3. Оценка коэффициента продуктивности и пластового давления в стablyно работающих скважинах	492
12.3.1. Работа скважины жидкостью	492
12.3.2. Работа скважины газом	494
12.4. Оценка фильтрационно-емкостных параметров и строения пласта на основе изучения переходных процессов в стablyно работающих скважинах	494
12.4.1. Обработка кривых восстановления давления	494
12.4.1.1. Особенности интерпретации результатов при радиальном режиме фильтрации	495
12.4.1.2. Особенности интерпретации результатов при нерадиальных режимах фильтрации	499
12.4.2. Обработка кривых стабилизации давления	500
12.4.3. Обработка кривых падения давления	500
12.4.4. Обработка результатов циклических гидродинамических исследований	501
12.5. Оценка расходных параметров пластов в скважинах с динамическим уровнем	502
12.5.1. Особенности исследований скважин с динамическим уровнем	502
12.5.2. Связь значений давления и дебита в скважинах с динамическим уровнем	503
12.5.3. Экспресс оценка дебитов и давлений по замерам динамического уровня	504
12.5.4. Экспресс оценка давлений по замерам динамического уровня	505
12.5.5. Экспресс оценка дебитов по темпу изменения забойного давления во времени	506
12.5.6. Оценка расходной плотности по кривым изменения во времени забойного давления и динамического уровня	506
12.5.7. Оценка коэффициента продуктивности и пластового давления по кривым изменения во времени дебита и забойного давления	507
12.5.7.1. Метод псевдоиндикаторной (Яковleva)	507
12.5.7.2. Метод Муравьева-Крылова	509
12.5.7.3. Метод Маскета	509
12.6. Оценка фильтрационных параметров пластов в скважинах с динамическим уровнем	510
12.6.1. Основные способы обработки и интерпретации гидродинамических исследований	510
12.6.2. Учет переменного дебита методом деконволюции	511
12.6.3. Совместная обработка кривых давления и дебита методом линейной анаморфозы	512

12.6.4. Совместная обработка кривых давления и дебита методом совмещения	514
12.6.5. Информативные возможности интерпретации скважин с нестабильным дебитом ..	516
12.7. Оценки, выполняемые на основе кривых падения дебита	517
12.7.1. Интерпретация кривых изменения дебита	518
12.7.2. Интерпретация кривых изменения давления и дебита	521
12.8. Оценка фильтрационных параметров пластов по результатам гидропрослушивания ..	524
12.8.1. Методы экспресс-обработки результатов гидропрослушивания	524
12.8.1.1. Методы характерных точек	525
12.8.1.2. Методы интервальной обработки	526
12.8.2. Методы базовой обработки результатов гидропрослушивания	528
Литература к главе 12	528
Глава 13. Целевая интерпретация результатов промыслового-геофизических исследований ..	530
13.1. Задачи целевой интерпретации	530
13.2. Изучение процесса выработки (обводнения) продуктивного пласта	530
13.3. Изучение технологического режима эксплуатации системы «скважина-пласт»	534
13.3.1. Общая характеристика возможностей геофизического контроля	534
13.3.2. Выявление работающих пластов при однофазном заполнении скважины	539
13.3.3. Уточнение подошвы работающего пласта при изменении режима эксплуатации скважины	540
13.3.4. Уточнение границ работающего пласта при переводе скважины на режим малого отбора	541
13.3.5. Выявление притока из газоносных пластов при наличии жидкости в стволе скважины	543
13.3.6. Выявление поступления воды в ствол газовой скважины	545
13.3.7. Определение работающей толщины пласта	547
13.3.8. Изучение текущих энергетических и добывочных возможностей продуктивных пластов и скважин	552
13.4. Обоснование параметров оптимального режима работы скважины	553
13.4.1. Анализ результатов освоения	553
13.4.2. Оптимальный режим эксплуатации стablyно работающих добывающих скважин	555
13.5. Изучение межпластовых внутриколонных перетоков	560
13.6. Изучение текущего технического состояния скважины (<i>совместно с Малевым А.Н.</i>) ..	564
13.6.1. Контроль технического состояния скважины на разных этапах	564
13.6.2. Оценка технического состояния скважин в статических условиях	567
13.6.2.1. Общая характеристика возможностей геофизических методов	567
13.6.2.2. Уточнение геометрических характеристик скважины, состояния обсадных колонн и подземного оборудования	568
13.6.2.3. Оценка состояния цементного камня	570
13.6.3. Оценки технического состояния при динамических условиях	572
13.7. Контроль перетоков и утечек из объекта разработки по негерметичному заколонному пространству	575
13.7.1. Информативность геофизического комплекса	575
13.7.2. Неработающие скважины	576
13.7.3. Действующие скважины, интервал ниже работающих пластов	577
13.7.4. Действующие скважины, интервал выше работающих пластов	579
13.7.5. Изучение заколонных перетоков по комплексу промыслового-геофизических и гидродинамических исследований (<i>совместно с Гуляевым Д.Н.</i>)	582
13.7.6. Использование нестационарной термометрии для изучения заколонных перетоков газа в скважинах подземных хранилищ газа (<i>совместно с Кульгавым И.А.</i>) ..	585
13.7.6.1. Остановка стablyно работающих скважин	585
13.7.6.2. Пуск или изменение режима работы скважин	589
13.7.6.3. Информативность количественной интерпретации термограмм	590
13.7.6.4. Интерпретация результатов исследования скважин	591
13.7.6.5. Достоверность количественной оценки расхода перетока	593
13.8. Изучение работы пластов и скважин по спектрам шумов акустической и электромагнитной эмиссии (<i>совместно со Скопинцевым С.П.</i>)	594
13.8.1. Выявление дренируемых и обводненных толщин	594
13.8.2. Обнаружение высокопроводящих каналов в зонах залегания плотных прослоев в пласте-коллекторе	598
13.8.3. Оценка работы пластов в условиях многопластовости нефтяной залежи	601

13.8.3.1. Определение характера работы пластов в малодебитной скважине	601
13.8.3.2. Определение характера работающих на приток толщин пласта	603
13.8.3.3. Выявление работы пласта через негерметичность колонны.....	605
13.8.4. Учет влияния ствола скважины и измерения шумов эмиссии через металлический экран	607
13.8.5. Итоги апробации методов спектральной шумометрии	609
13.8.6. Определение притоков воды в ствол по низкочастотным электромагнитным шумам.	610
13.9. Контроль эффективности мероприятий по ремонту скважин и интенсификации добычи (совместно С Гуляевым Д.Н.)	611
13.9.1. Информационное обеспечение гидроразрыва пласта.....	613
13.9.2. Контроль качества гидроразрыва пласта	615
13.9.3. Примеры контроля результатов интенсификации добычи	616
13.10. Контроль состояния горизонтальных скважин	620
13.10.1. Профильные ПГИ в горизонтальной части ствола (совместно с Лопатиным А.Ю.) ..	620
13.10.2. Интегральные оценки продуктивности эксплуатируемого объекта	624
13.11. Особенности исследования скважин при вызове притока струйными аппаратами	627
Литература к главе 13	629
Глава 14. Программное обеспечение промыслового-геофизического контроля.....	631
14.1. Роль и основные тенденции развития систем автоматизированной интерпретации	631
14.2. Программное обеспечение промыслового-геофизических исследований	633
14.2.1. Общая характеристика программных средств.....	634
14.2.2. Импорт результатов.....	642
14.2.3. Визуализация и обработка материалов на динамическом планшете	643
14.2.3.1. Понятие о динамическом планшете (совместно с Серковой М.Х., Рудовым И.В.) ..	643
14.2.3.2. Основные элементы планшета	646
14.2.3.2. Роль динамического планшета на этапе обработки данных	648
14.2.4. Визуализация и обработка материалов на основе кросс-плота	651
14.2.5. Параметрическая интерпретация промыслового-геофизических исследований	651
14.2.5.1. Качественная интерпретация.....	651
14.2.5.2. Количественная интерпретация	656
14.2.6. Целевая интерпретация материалов промыслового-геофизических исследований....	660
14.2.7. Технологии документирования результатов	663
14.2.7.1. Геофизические кривые	663
14.2.7.2. Сопроводительная информация	665
14.2.7.3. Документирование результатов комплекса промышлено-геофизических исследований с помощью планшета.....	666
14.2.7.4. Документирование результатов измерений по глубине с помощь кросс-плота.	668
14.2.7.5. Заключение по результатам.....	668
14.3. Программное обеспечение гидродинамических исследований.....	671
14.4. Хранение и анализ исходных данных и результатов интерпретации промышлено-геофизического контроля	679
14.4.1. Особенности организации базы данных «Сигма» (совместно с Рудовым И.В.)	679
14.4.2. Организация базы данных исследований в программном комплексе «Камертон» (совместно с Рыжковым В.И., Афанасьевой Л.А.)	683
Литература к главе 14	685
Глава 15. Системообразующая интерпретация и динамический анализ при геомониторинге и геомоделировании залежей углеводородов.....	687
15.1. Принципы системообразующей интерпретации и динамического анализа результатов промыслового-геофизического контроля	687
15.2. Задачи системообразующей интерпретации и динамического анализа в промысловом-геофизическом контроле	690
15.2.1. Задачи «системообразующей интерпретации».....	690
15.2.2. Задачи «динамического анализа»	691
15.2.2.1. Динамический анализ при изучении основных эксплуатационных систем	692
15.2.2.2. Динамические аспекты технологии контроля сложных в эксплуатации объектов	694
15.2.2.3. Динамические преобразования результатов системного геофизического контроля ..	696

15.3. Информационное обеспечение динамического анализа.....	697
15.3.1. Оптимизация движения информационных потоков	697
15.3.2. Оптимизация схемы накопления и хранения информации на этапе системообразующей интерпретации	699
15.3.3. Конвертирование результатов через «объединенный» формат	701
15.3.4. Идентификация кривых с учетом требований объединенного формата	703
15.4. Способы решения задач обобщающей интерпретации и динамического анализа	706
15.4.1. Роль динамического планшета в обобщающей интерпретации геофизического контроля	706
15.4.2. Способы приписывания интервальных и пластовых параметров в глобальной базе данных	706
15.4.2.1. Осреднение проницаемости	707
15.4.2.2. Осреднение пластового давления	710
15.4.3. Технологии обобщения и анализа результатов промыслового и геофизического контроля разработки месторождений	712
15.4.3.1. Технология оценки динамики охвата залежи процессами выработки	712
15.4.3.2. Технология оценки текущей нефтегазонасыщенности пластов и характера их выработки (<i>совместно с Серковой М.Х., Иванович Е.В.</i>)	714
15.4.3.3. Технология оценки свойств всей скважины	721
15.4.3.4. Технология обобщения результатов промысло-геофизических исследований..	723
15.5. Изучение объемного распределения проницаемости объекта эксплуатации по комплексу геофизических и гидродинамических методов исследования скважин (<i>совместно С.Д.Н.Гуляевым</i>)	724
15.5.1. Основные методы определения проницаемости	724
15.5.2. Алгоритм корректировки текущих значений проницаемостей в значения первоначальной относительной фазовой проницаемости	728
15.5.3. Алгоритм учета работающих толщин	731
15.5.4. Алгоритм корректировки значений проницаемостей с учетом неоднозначности исследований	734
15.5.5. Учет анизотропии латеральной проницаемости	736
15.5.6. Технология настройки гидродинамической модели по данным промыслового, геофизического и гидродинамического контроля	737
15.6. Информационно-аналитические системы обобщающей интерпретации	737
15.7. Информационные потребности геомоделирования в результатах контроля	740
15.7.1. Суть гидродинамического моделирования	740
15.7.2. Применение данных исследований скважин в гидродинамических моделях	742
15.8. Использование результатов промысло-геофизического контроля при проектировании разработки месторождений	744
15.8.1. Концепция поэтапного анализа результатов	744
15.8.2. Настройка геомодели	747
15.8.3. Экспертиза оценок фильтрационно-емкостных свойств по данным исследований на технологических режимах	754
15.8.4. Использование секторного моделирования при анализе данных промышленно-геофизического контроля (<i>совместно с Гуляевым Д.Н.</i>)	757
15.8.4.1. Секторное моделирование как комплексная технология контроля разработки ..	757
15.8.4.2. Технология гидродинамических исследований при секторном моделировании ..	758
15.8.4.3. Моделирование гидропрослушивания на основе секторной модели залежи ..	758
15.8.4.4. Первичная оценка фильтрационно-емкостных свойств пластов по результатам секторного моделирования	761
15.9. Мониторинг разработки месторождений нефти и газа на основе промышленно-геофизического контроля	767
Литература к главе 15	777
Заключение	779