

ЗОЛОТОЙ ФОНД  
НЕФТЕГАЗОВОЙ НАУКИ

---

М. И. КРЕМЕНЕЦКИЙ, А. И. ИПАТОВ

**СТАЦИОНАРНЫЙ  
ГИДРОДИНАМИКО-  
ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ  
МОНИТОРИНГ РАЗРАБОТКИ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
НЕФТИ И ГАЗА**



# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	32
Условные обозначения .....	33
<b>1. Совершенствование системы гидродинамико-геофизического мониторинга — основа современной стратегии разработки месторождений углеводородного сырья .....</b>	<b>37</b>
1.1. Основные задачи, объекты и принципы контроля разработки месторождений УВС .....	37
1.1.1. Функции гидродинамико-геофизического мониторинга разработки месторождений .....	40
1.1.2. Цели, задачи и классификация методов контроля разработки месторождений УВС .....	40
1.1.3. Обеспечение контроля выработки нефти и газа .....	45
1.1.4. Объекты исследований .....	49
1.1.5. Условия проведения промыслово-геофизического и гидродинамического контроля .....	50
1.1.5.1. Управление условиями проведения исследований скважин, понятие активной технологии .....	50
1.1.5.2. Основные типы условий проведения исследований скважин .....	53
1.1.5.3. Основные технологии вызова притока при проведении комплексных исследований скважин .....	59
1.2. Новые актуальные задачи контроля разработки .....	63
1.2.1. Сопровождение разработки месторождений ТРИЗ .....	64
1.2.2. Сопровождение разработки шельфовых месторождений .....	68
1.2.3. Сопровождение месторождений с карбонатным разрезом .....	71
1.2.4. Сопровождение старых месторождений со значительными невыработанными запасами .....	73

1.2.4.1.	Скважины, исследуемые с целью контроля эффективности РИР или ГТМ . . . . .	74
1.2.4.2.	Скважины, исследуемые при искусственном вызове притока . . . . .	75
1.2.4.3.	Скважины, исследуемые с целью довыработки неизвлеченных запасов . . . . .	77
1.2.5.	Исследования межскважинного пространства . . . . .	78
1.2.5.1.	Исследования по трассированию фильтрационных потоков с помощью закачки индикаторов. . . . .	79
1.2.5.2.	Межскважинное гидропрослушивание . . . . .	80
1.3.	Новые актуальные объекты контроля разработки . . . . .	81
1.3.1.	Разведочные скважины на морских платформах . . . . .	81
1.3.1.1.	Принципы исследования разведочных скважин . . . . .	81
1.3.1.2.	Особенности исследований разведочных скважин, устанавливаемых на морских платформах . . . . .	83
1.3.2.	Скважины с одновременно-раздельной эксплуатацией нефтяных пластов . . . . .	84
1.3.3.	Горизонтальные и многоствольные горизонтальные скважины (ГС) . . . . .	86
1.3.3.1.	Влияние траектории ствола на информативность методов ПГИ. . . . .	96
1.3.3.2.	Условия проведения и информативность ПГИ в горизонтальных стволах . . . . .	99
1.3.4.	ГС с многостадийным гидроразрывом пласта . . . . .	101
1.3.5.	ГС с заканчиванием устройствами контроля притока . . . . .	104
1.4.	Современные тенденции развития ПГК . . . . .	105
	Литература к главе 1 . . . . .	109
<b>2.</b>	<b>Комплексные промыслово-геофизические исследования скважин эксплуатационного фонда . . . . .</b>	<b>112</b>
2.1.	Задачи и комплексы ПГИ . . . . .	112
2.2.	Методы ПГИ (краткая классификация по основным группам методов в виде таблицы). . . . .	128
2.2.1.	Методы ГИС-открытого ствола . . . . .	128
2.2.1.1.	Электрические и электромагнитные методы . . . . .	128

2.2.1.2.	Метод ядерно-магнитного резонанса . . . . .	130
2.2.1.3.	Пластовые микросканеры . . . . .	132
2.2.1.4.	Гамма-метод . . . . .	132
2.2.1.5.	Спектрометрический гамма-метод . . . . .	133
2.2.2.	Методы определения притока-состава . . . . .	134
2.2.2.1.	Расходомерия механическая . . . . .	134
2.2.2.2.	Расходомерия термокондуктивная . . . . .	137
2.2.2.3.	Барометрия . . . . .	138
2.2.2.4.	Термометрия . . . . .	139
2.2.2.5.	Влагометрия диэлькометрическая. . . . .	142
2.2.2.6.	Гамма-гамма-плотностеметрия . . . . .	143
2.2.2.7.	Резистивиметрия. . . . .	144
2.2.2.8.	Светооптические анализаторы содержания газа . . . . .	145
2.2.2.9.	Пассивная низкочастотная акустическая шумомерия. . . . .	145
2.2.2.10.	Пассивная низкочастотная электромагнитная шумомерия. . . . .	146
2.2.2.11.	Особенности комплексов РЛТ и многодатчиковых систем . . . . .	147
2.2.3.	Методы определения текущей насыщенности в обсаженных скважинах . . . . .	148
2.2.3.1.	Нейтронные методы . . . . .	148
2.2.3.2.	Волновая широкополосная акустика . . . . .	149
2.2.3.3.	Поляризационный акустический каротаж . . . . .	151
2.2.3.4.	Измерения удельного электрического сопротивления (УЭС) в обсаженных скважинах. . . . .	152
2.2.3.5.	Нейтронный активационный метод по кислороду (КНАМ) . . . . .	153
2.2.3.6.	Комплексирование методов оценки текущей насыщенности в современном аппаратурном обеспечении. . . . .	155
2.2.4.	Методы диагностики технического состояния скважин . . . . .	156
2.3.	Технологии ПГИ . . . . .	157
2.4.	Информативность комплексных ПГИ. . . . .	160

2.4.1.	Неработающие скважины . . . . .	161
2.4.2.	Скважины, работающие в стабильном режиме . . . . .	165
2.4.3.	Скважины, работающие в нестационарном режиме . . . . .	184
2.4.3.1.	Общая характеристика режима . . . . .	184
2.4.3.2.	Результативность в режиме вызова притока . . . . .	185
2.4.3.3.	Возможности активных технологий нестационарной термометрии в компрессируемых скважинах . . . . .	189
2.4.4.	Скважины, работающие в циклическом режиме . . . . .	193
2.4.5.	Строящиеся скважины . . . . .	195
2.4.6.	Скважины, находящиеся в ремонте . . . . .	196
	Литература к главе 2 . . . . .	202

<b>3.</b>	<b>Комплексные гидродинамические и технологические исследования . . . . .</b>	<b>204</b>
3.1.	Информативность ГДИС . . . . .	204
3.1.1.	Задачи ГДИС . . . . .	204
3.1.2.	Технологии ГДИС . . . . .	205
3.1.3.	Промыслово-технологические измерения как элемент ГДИС . . . . .	209
3.2.	Послеприток как основной фактор информативности ГДИС . . . . .	210
3.3.	Реализация технологий ГДИС в эксплуатационных скважинах . . . . .	211
3.3.1.	Фонтанирующие добывающие нефтяные скважины . . . . .	211
3.3.2.	Фонтанирующие добывающие газовые скважины . . . . .	213
3.3.3.	Нагнетательные скважины . . . . .	213
3.3.4.	Скважины механизированного фонда . . . . .	214
3.3.5.	Скважины, исследуемые в процессе испытания пластов устройствами на бурильных трубах . . . . .	215
3.3.6.	Скважины, исследуемые в процессе испытания пластов устройствами на кабеле . . . . .	216
3.3.7.	Скважины, исследуемые при вызове притока компрессированием (азотированием) . . . . .	218
3.3.8.	Скважины, исследуемые при вызове притока свабированием . . . . .	219

3.3.9.	Технология освоения струйным аппаратом . . . . .	220
3.4.	Диагностика параметров скважины и пласта при стационарной радиальной фильтрации жидкости . . . . .	221
3.4.1.	Радиальное течение в пласте . . . . .	221
3.4.2.	Радиальная стационарная фильтрация при совершенном вскрытии пласта . . . . .	221
3.4.3.	Учет несовершенства вскрытия пласта . . . . .	222
3.4.4.	Основы интерпретации результатов стационарных ГДИС . . . . .	223
3.5.	Диагностика параметров скважины и пласта при нестационарной радиальной фильтрации . . . . .	225
3.5.1.	Базовая модель нестационарной радиальной фильтрации . . . . .	225
3.5.2.	Асимптотическая модель нестационарной радиальной фильтрации . . . . .	227
3.5.3.	Способы графического представления результатов ГДИС при радиальном режиме течения . . . . .	230
3.5.4.	Оценка параметров пласта при радиальном режиме течения . . . . .	235
3.5.5.	Критерии наступления радиального режима (с точки зрения практики интерпретации ГДИС) . . . . .	237
3.6.	Нерадиальная фильтрация . . . . .	238
3.6.1.	Режимы течения флюида в пласте . . . . .	238
3.6.2.	Модели ГДИС . . . . .	240
3.6.2.1.	Модели скважины . . . . .	240
3.6.2.2.	Модели пласта . . . . .	241
3.6.2.3.	Модели границ . . . . .	241
3.6.3.	Подход к количественной оценке гидродинамических параметров пласта при нерадиальной фильтрации . . . . .	241
3.7.	Анализ падения производительности скважин как вектор развития современных ГДИС . . . . .	251
3.7.1.	Сущность анализа . . . . .	251
3.7.2.	Подход к интерпретации результатов . . . . .	252
3.7.3.	Промысловый анализ в отсутствие влияния границ резервуара . . . . .	253
3.7.4.	Промысловый анализ при существенном влиянии стационарных границ резервуара . . . . .	254

3.7.5.	Долговременный мониторинг при существенном влиянии нестационарных границ резервуара . . . . .	257
	Литература к главе 3 . . . . .	260
<b>4.</b>	<b>Опыт компании «Газпром нефть» по совершенствованию методического обеспечения гидродинамических исследований.</b> . . . . .	<b>263</b>
4.1.	Мониторинг гидродинамических параметров в скважинах со сложными условиями вскрытия . . . . .	263
4.1.1.	Вертикальные и наклонно-направленные скважины с оборудованием ОРЭ (совместно с Мельниковым С. И.) . . . . .	265
4.1.1.1.	Основные свойства классических моделей ГДИС . . . . .	266
4.1.1.2.	Модели многопластовых систем, учитывающих гидродинамическое взаимовлияние между пластами по стволу скважины. . . . .	268
4.1.1.3.	Модели многопластовых систем, учитывающих гидродинамическое взаимовлияние между слоями по трещине ГРП. . . . .	271
4.1.2.	Эксплуатационные гидроразрывные скважины, в том числе вскрывающие трещины сложной геометрии (совместно с Гришиной Е. И., Кокуриной В. В.) . . . . .	273
4.1.2.1.	Описание численной модели. . . . .	275
4.1.2.2.	Классическая трещина в коллекторе с аномально низкой проницаемостью. . . . .	276
4.1.2.3.	Типы трещин сложной конфигурации . . . . .	278
4.1.2.4.	Общие закономерности log-log-диагностики сложных трещин. . . . .	278
4.1.2.5.	Трещины с аномально высокой кольматацией поверхности. . . . .	281
4.1.2.6.	Прогноз продуктивности скважин, вскрытых сложными трещинами, по результатам гидродинамических исследований . . . . .	283
4.1.3.	Сложные трещины, образующиеся при повторном ГРП (совместно с Кокуриной В. В., Кричевским В. М.) . . . . .	287
4.1.3.1.	Трещины повторного гидроразрыва . . . . .	287

4.1.4.	Нагнетательные скважины, эксплуатируемые при повышенной репрессии (влияние автоГРП) <i>(совместно с Кокуриной В. В., Мусалеевым Х. З.)</i> . . . . .	302
4.1.4.1.	Подход к оценке информативности ГДИС при диагностике нестабильных трещин. . . . .	302
4.1.4.2.	Контроль роста нестабильных трещин по высоте в пределах непроницаемой толщи вмещающих горных пород. . . . .	305
4.1.4.3.	Контроль роста нестабильных трещин по высоте при подключении к закачке дополнительных толщин, близких по проницаемости к перфорированным. . . . .	306
4.1.4.4.	Контроль роста нестабильных трещин по высоте при подключении к закачке дополнительных толщин с аномальной проницаемостью . . . . .	308
4.1.4.5.	Подход к совместной интерпретации результатов гидродинамических и промыслово-геофизических исследований. . . . .	311
4.1.4.6.	Алгоритм совместной интерпретации гидродинамических и промыслово-геофизических исследований . . . . .	312
4.1.5.	Горизонтальные скважины с множественным ГРП <i>(совместно с Гришиной Е. И., Морозовским Н. А.)</i> . . . . .	313
4.1.5.1.	Базовая модель для интерпретации ГДИС . . . . .	314
4.1.5.2.	Количественная оценка параметров трещин при сопоставлении коэффициентов асимптот для основных режимов течения . . . . .	317
4.1.5.3.	Условия успешной диагностики характерных режимов течения. . . . .	319
4.1.5.4.	Характеристика МГРП как системы сложных трещин . . . . .	324
4.1.5.5.	Результативность индивидуальной оценки параметров трещин. . . . .	326
4.1.6.	Вертикальные скважины, вскрывающие естественные макротрещины <i>(совместно с Морозовским Н. А.)</i> . . . . .	330



4.1.6.1.	Классическая модель двойной пористости для описания карбонатного коллектора . . . . .	330
4.1.6.2.	Специфика исследований скважин в условиях макротрещин . . . . .	333
4.1.6.3.	Модель трещиноватого пласта . . . . .	334
4.1.6.4.	Анализ результатов моделирования . . . . .	335
4.1.6.5.	Методика интерпретации результатов гидродинамических исследований . . . . .	337
4.1.7.	Горизонтальные скважины, вскрывающие естественные макротрещины (совместно с Морозовским Н. А.) . . . . .	341
4.1.8.	Горизонтальный ствол в неоднородном коллекторе (Мельников С. И., Давлетбакова Л. А.) . . . . .	343
4.2.	Информативные возможности ГДИС при исследовании межскважинного пространства (совместно с Кокуриной В. В., Морозовским Н. А. Кричевским В. М.) . . . . .	357
4.2.1.	Диагностика факта взаимовлияния по результатам текущих исследований . . . . .	357
4.2.2.	Динамический анализ взаимовлияния скважин (совместно с Мельниковым С. И.) . . . . .	365
4.2.3.	Количественная оценка параметров пласта на основе анализа динамики взаимовлияния скважин (Кричевский В. М., Гуляев Д. Н., по материалам компании <i>Sofoil</i> ) . . . . .	367
	Литература к главе 4 . . . . .	376

<b>5.</b>	<b>Опыт компании «Газпром нефть» по совершенствованию комплекса промыслово-геофизических исследований . . . . .</b>	<b>383</b>
5.1.	Роль методов определения притока-состава в современном комплексе ПГИ . . . . .	385
5.1.1.	Информативность методов определения притока-состава при сложных условиях проведения исследований . . . . .	385
5.1.2.	Дополнительные информативные возможности распределенных датчиков состава . . . . .	396
5.2.	Новые информативные возможности термометрии . . . . .	397

5.2.1.	Роль термометрии в комплексе методов ПГИ. . . . .	397
5.2.2.	Успешность экспрессной количественной интерпретация как критерий результативности термометрии . . . . .	401
5.2.3.	Общая характеристика теплового поля в эксплуатационной скважине . . . . .	402
5.2.3.1.	Основные эффекты, лежащие в основе количественной интерпретации термограмм в действующей скважине. . . . .	402
5.2.3.2.	Основные процессы, формирующие аномалии температуры в скважине и пласте. . . . .	405
5.2.3.3.	Базовые закономерности формирования профилей температуры в скважинах, эксплуатирующих совместно несколько пластов. . .	412
5.2.4.	Методическое обоснование экспрессной интерпретации термограмм при сложных способах проведения исследований. . . . .	418
5.2.5.	Базовая модель тепломассопереноса в скважине и пласте. . . . .	419
5.2.5.1.	Вертикальная скважина . . . . .	419
5.2.5.2.	Горизонтальная скважина . . . . .	420
5.2.5.3.	Классическая трещина гидроразрыва в вертикальном, наклонно-направленном или горизонтальном стволе . . . . .	420
5.2.5.4.	Нестабильная трещина автоГРП в вертикальном или наклонно-направленном стволе . . . . .	420
5.2.5.5.	Нестабильная трещина мини-ГРП в вертикаль- ном или наклонно-направленном стволе . . . . .	421
5.2.5.6.	Трещины множественного ГРП в горизонтальном стволе . . . . .	421
5.2.5.7.	Системы «скважина–пласт» . . . . .	422
5.2.6.	Мониторинг температуры притекающего флюида в пласте с трещиной ГРП (совместно с Мельниковым С. И., Мусалеевым Х. З.) . .	424
5.2.7.	Анализ распределения температуры в интервалах между работающими пластами (совместно с Панариной Е. П., Буяновым А. В.). . . . .	430

5.2.7.1.	Базовая модель тепломассопереноса . . . . .	430
5.2.7.2.	Расчетные соотношения для экспрессной интерпретации термограмм . . . . .	431
5.2.7.3.	Циклическая работа скважины, осложненная межпластовым перетоком по стволу . . . . .	433
5.2.7.4.	Нестабильная работа скважины . . . . .	436
5.2.7.5.	Сложный профиль распределения по стволу фоновой температуры . . . . .	437
5.2.7.6.	Близкие расстояния между работающими интервалами малой толщины . . . . .	444
5.2.7.7.	Многофазный поток в стволе . . . . .	444
5.2.8.	Экспрессная оценка профиля притока по аномалиям калориметрического смешивания (совместно с Мусалеевым Х. З.) . . . . .	447
5.2.8.1.	Стандартное решение задачи . . . . .	447
5.2.8.2.	Оценка температуры поступающего из пласта флюида по результатам термических исследований в кратковременно простаивающей скважине . . . . .	449
5.2.8.3.	Оценка температуры поступающего из пласта флюида по фоновой термограмме . . . . .	451
5.2.9.	Анализ темпа релаксации температуры в простаивающей после нагнетания скважине (совместно с Буяновым А. В., Кокуриной В. В.) . . . . .	456
5.2.9.1.	Релаксация аномалий нагнетания при совершенном вскрытии пласта . . . . .	457
5.2.9.2.	Релаксация аномалий нагнетания при вскрытии пласта трещиной ГРП . . . . .	459
5.3.	Спектральная шумометрия как базовый метод оценки работающих толщин в скважинах со сложными условиями вскрытия . . . . .	471
5.3.1.	Изучение работающих толщин дренируемого пласта путем спектрального анализа сигналов акустической эмиссии . . . . .	471
5.3.1.1.	Турбулентный механизм возникновения шумов акустической эмиссии в поровой матрице . . . . .	473

5.3.1.2.	Механизм возникновения шумов акустической эмиссии в поровой матрице вследствие сжатия в естественных сужениях (совместно с <i>Ипатовым С. И.</i> ) . . . . .	474
5.3.1.3.	Турбулентный механизм возникновения стоячих волн акустических шумов в калиброванных каналах (эффект резонанса) (совместно с <i>Ипатовым С. И.</i> ) . . . . .	476
5.3.1.4.	Результаты физического моделирования . . . . .	478
5.3.2.	Применение спектральной акустической шумометрии в вертикальных скважинах. . . . .	481
5.3.3.	Применение спектральной акустической шумометрии в горизонтальных скважинах (совместно с <i>Масленниковой Ю. С.</i> ) . . . . .	483
5.3.4.	Применение спектральной акустической шумометрии в горизонтальных скважинах с заканчиванием по технологии МГРП (совместно с <i>Масленниковой Ю. С.</i> ) . . . . .	488
5.3.5.	Технические характеристики модулей спектральной шумометрии (совместно с <i>Шигаповым И. Н., Масленниковой Ю. С.</i> ) . . . . .	493
5.3.6.	Применение спектральной электромагнитной шумометрии в эксплуатационных нефтяных скважинах . . . . .	498
5.3.7.	Информативность метода спектральной шумометрии в горизонтальных скважинах. . . . .	501
	Литература к главе 5 . . . . .	503

<b>6.</b>	<b>Глубинные стационарные информационно-измерительные системы (СИИС)</b> . . . . .	<b>507</b>
6.1.	Современные тенденции развития контроля разработки в нефтегазодобывающей отрасли . . . . .	507
6.2.	Стационарные информационно-измерительные системы (СИИС). . . . .	509
6.2.1.	Задачи и объекты СИИС . . . . .	509
6.2.2.	Классификация СИИС. . . . .	513
6.3.	Основные технические решения. Точечные СИИС. . . . .	515
6.3.1.	Сущность исследований на основе точечных СИИС. . . . .	517

6.3.1.1.	Задачи исследований . . . . .	517
6.3.1.2.	Технология исследований . . . . .	517
6.3.1.3.	Состав передаваемых материалов. . . . .	518
6.3.1.4.	Основание и организация передачи данных . . . . .	519
6.3.1.5.	Интерпретация и анализ данных. . . . .	519
6.3.2.	Развитие точечных СИИС в России. . . . .	521
6.3.3.	Основные технологические и технические решения. . . . .	527
6.3.4.	Оценка фильтрационных параметров по результатам гидродинамических исследований. . . . .	537
6.3.5.	Применение СИИС на основе кабельных гирлянд. . . . .	538
6.3.5.1.	Достоверность результатов расходомерии . . . . .	539
6.3.5.2.	Оценка плотности заполнителя ствола. . . . .	540
6.3.5.3.	Оценка относительных дебитов по расходомерии . . . . .	542
6.3.5.4.	Оценка параметров пластов по интервалам. . . . .	542
6.4.	Распределенные СИИС. . . . .	544
6.4.1.	Общие сведения о распределенных системах ОВС-мониторинга . . . . .	544
6.4.2.	Способы доставки распределенных СИИС в горизонтальные скважины. . . . .	550
6.5.	Точно-распределенные СИИС . . . . .	553
6.6.	Беспроводные СИИС . . . . .	558
6.6.1.	Акустическая беспроводная телеметрия . . . . .	560
6.6.1.1.	Характеристики акустического канала связи по колонне НКТ . . . . .	561
6.6.1.2.	Пример реализации акустического беспроводного канала без ретрансляторов (совместно с <i>Осадчим В. М.</i> ). . . . .	562
6.6.1.3.	Пример реализации акустического беспроводного канала с ретрансляторами . . . . .	564
6.6.2.	Электромагнитная беспроводная телеметрия. . . . .	566
6.7.	Системный подход в организации дистанционного СИИС-мониторинга ( <i>совместно с Нуриевым М. Ф.</i> ) . . . . .	568
6.7.1.	Преимущества LWP-мониторинга . . . . .	568
6.7.2.	Характеристика основных типов СИИС . . . . .	569

6.7.3.	Требования к опорным сетям мониторинга эксплуатационных скважин на основе СИИС	573
6.7.4.	Перспективы развития LWP-мониторинга	574
6.8.	Динамика развития СИИС в России (на примере компании «Газпром нефть»)	577
6.9.	СИИС как базовый элемент умных скважин smart wells (совместно с Гуляевым Д. Н.)	580
6.10.	Перспективы развития СИИС	589
	Литература к главе 6	591
<b>7.</b>	<b>Распределенные стационарные оптоволоконные системы термического и акустического мониторинга</b>	<b>596</b>
7.1.	Общая характеристика оптоволоконных систем (ОВС)	596
7.2.	Физические основы функционирования и информативные возможности распределенных датчиков на основе оптоволоконна	597
7.3.	Опыт обустройства эксплуатационных скважин системами оптоволоконного термомониторинга	606
7.3.1.	Вертикальные скважины механизированного фонда	606
7.3.2.	Нагнетательные горизонтальные скважины с МГРП	610
7.3.3.	Добывающие фонтанирующие горизонтальные скважины	613
7.3.3.1.	Закачка горячей нефти на устье	618
7.3.3.2.	Долговременная работа на отбор и последующая остановка скважины	620
7.3.3.3.	Отработка скважины при различных депрессиях (на штуцерах разного диаметра)	621
7.3.3.4.	Влияние следритока непосредственно после остановки скважины	622
7.4.	Мониторинг температуры распределенными датчиками с искусственным подогревом (совместно с Лазуткиным Д. М.)	625
7.5.	Опыт обустройства эксплуатационных скважин системами оптоволоконного акустического мониторинга (совместно с Клишиным И. А., Лазуткиным Д. М., Масленниковой Ю. С., Шигаповым И. Н.)	628
	Литература к главе 7	635

<b>8. Система промыслово-геофизического и гидродинамического мониторинга добычи и контроля разработки месторождений УВС</b> .....	638
8.1. Требования к рациональному комплексу ПГИ и ГДИС .....	638
8.2. Требования к периодичности и охвату разрабатываемых месторождений УВС комплексами ПГИ–ГДИС .....	643
8.3. Основные принципы создания опорных сетей наблюдения при контроле разработки месторождений нефти и газа .....	645
8.4. Планирование и организация мероприятий при контроле разработки месторождений УВС .....	646
Литература к главе 8 .....	649
<b>9. Применение комплексного промыслово-геофизического мониторинга</b> .....	650
9.1. Нагнетательные скважины с вертикальным и наклонно-направленным стволом .....	650
9.1.1. Возможности стандартных ПГИ при оценке профиля приемистости .....	651
9.1.2. Мониторинг динамики закачки (совместно с Каешковым И. С., Шуруновым А. В.) ...	655
9.1.3. Контроль и оценка рисков непроизводительной закачки (совместно с Каешковым И. С.) .....	661
9.2. Нагнетательные скважины с горизонтальным стволом (совместно с Колесниковой А. А.) .....	668
9.2.1. Множественный гидроразрыв пласта .....	669
9.2.2. Полное вскрытие пласта .....	674
9.3. Фонтанирующие нефтяные скважины с вертикальным стволом (совместно с Мельниковым С. И.) .....	678
9.4. Многопластовые вертикальные или наклонно-направленные скважины механизированного фонда (ЭЦН), оборудованные байпасными системами Y-tool (совместно с Панариной Е. П.) .....	691
9.4.1. Промыслово-геофизические исследования на режиме технологического отбора как основа системы мониторинга механизированной добычи. ...	691
9.4.2. ПГИ в стабильно работающей скважине .....	693

9.4.3.	ПГИ в интервале внутриколонного межпластового перетока в длительно простаивающей скважине . . . . .	693
9.4.4.	Динамика стабилизации режима стабильного отбора после запуска ЭЦН . . . . .	695
9.4.5.	Мониторинг циклической смены периодов запуска и остановки скважины. . . . .	695
9.4.6.	Разновременные ПГИ при долговременном снижении забойного давления . . . . .	699
9.4.7.	Разновременные ПГИ в условиях аномального роста давления в пласте под воздействием интенсивной закачки . . . . .	700
9.4.8.	Оценка успешности работ по изоляции обводненного пласта . . . . .	709
9.5.	Добывающие горизонтальные скважины, работающие на технологической депрессии ( <i>совместно с Колесниковой А. А.</i> ) . . . . .	712
9.5.1.	Диагностика притоков из естественных макротрещин . . . . .	713
9.5.2.	Диагностика притоков из трещин множественного гидроразрыва . . . . .	714
9.5.3.	Диагностика локальных притоков при дренировании всей длины горизонтального ствола . . . . .	720
9.5.3.1.	Температура поступающего в скважину флюида существенно отличается от естественной. . . . .	720
9.5.3.2.	Температура поступающего в скважину флюида близка к естественной . . . . .	724
9.6.	Специфика исследований в длительно эксплуатируемых горизонтальных стволах. . . . .	733
9.7.	Специфика исследований непереливающих добывающих горизонтальных скважин в процессе освоения ( <i>совместно с Колесниковой А. А., Немировичем Г. М.</i> ) . . . . .	736
9.8.	Многоствольные скважины . . . . .	744
9.9.	Количественная оценка индивидуальных параметров неоднородных коллекторов и многопластовых объектов . . . . .	746
9.9.1.	Оценка профилей притока и приемистости как основа результативности гидродинамико-геофизических исследований эксплуатационных скважин . . . . .	748



9.9.2.	Принципы комплексирования при количественной интерпретации результатов промыслово-геофизических исследований действующих скважинах . . . . .	749
9.9.3.	Результативность экспрессной количественной оценки интервальных расходов по результатам термометрии . . . . .	750
9.9.3.1.	Экспрессная оценка дебитов по аномалиям калориметрического смешивания в интервалах притока . . . . .	751
9.9.3.2.	Анализ распределения температуры вне работающих пластов . . . . .	753
9.9.3.3.	Перспективы совершенствования подходов к количественной интерпретации термограмм . . . . .	755
	Литература к главе 9 . . . . .	756

<b>10.</b>	<b>Применение промыслово-геофизического мониторинга для оптимизации разработки месторождений и повышения добычи (совместно с Гуляевым Д. Н.) . . . . .</b>	<b>759</b>
10.1.	Примеры эффективного использования при разработке информативных возможностей ГДИС . . . . .	759
10.1.1.	Индивидуальный мониторинг параметров пласта . . . . .	759
10.1.1.1.	Забойное давление . . . . .	759
10.1.1.2.	Пластовое давление . . . . .	760
10.1.1.3.	Скин-фактор . . . . .	762
10.1.2.	Решение комплексных задач управления разработкой по результатам ГДИС . . . . .	762
10.1.2.1.	Предотвращение прорыва нагнетаемой воды . . . . .	762
10.1.2.2.	Повышение добычи с помощью оценки межскважинного взаимодействия . . . . .	764
10.1.2.3.	Выявление источников обводнения . . . . .	767
10.1.3.	Оптимизация системы разработки месторождения по данным ПГК . . . . .	769
10.2.	Примеры эффективного использования при разработке информативных возможностей ПГИ . . . . .	772
10.2.1.	Продление сроков эксплуатации скважин с негерметичностями обсадных колонн . . . . .	773

10.2.2. Продление сроков эксплуатации скважин с негерметичностями искусственного забоя . . . . .	773
10.2.3. Продление сроков эксплуатации скважин с заколонными перетоками . . . . .	775
10.2.4. Приобщение к разработке невырабатываемых толщин . . . . .	777
10.2.4.1. Приобщение способом создания трещин автоГРП . . . . .	777
10.2.4.2. Приобщение способом создания трещин после целевых ГРП. . . . .	785
10.2.4.3. Прогнозирование остаточных запасов (для месторождений на поздней стадии выработки) по комплексному анализу ПГИ, ГДИС и промысловых данных . . . . .	789
10.2.5. Оценка эффективности выработки пластов при совместном вскрытии нескольких объектов добычи нефти . . . . .	790
10.2.6. Манипуляции с оценками эффективности ГТМ. . . . .	792
Литература к главе 10 . . . . .	793
<b>Заключение. . . . .</b>	<b>794</b>