



# Геология, разведка, бурение и добыча нефти

**Норман Дж. Хайн**



# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Об авторе .....</b>	<b>XVI</b>
<b>Предисловие .....</b>	<b>XVII</b>
<b>Вступление .....</b>	<b>1</b>
<b>Глава 1. ПРИРОДА НЕФТИ И ГАЗА .....</b>	<b>14</b>
<b>Нефть .....</b>	<b>14</b>
<b>Химический состав .....</b>	<b>14</b>
<b>Сырая нефть .....</b>	<b>15</b>
<b>Молекулы углеводородов .....</b>	<b>15</b>
<b>Плотность в градусах API .....</b>	<b>18</b>
<b>Сера .....</b>	<b>18</b>
<b>Эталонная сырая нефть .....</b>	<b>19</b>
<b>Температура застывания .....</b>	<b>19</b>
<b>Свойства .....</b>	<b>20</b>
<b>Нефтяные потоки .....</b>	<b>21</b>
<b>Система мер .....</b>	<b>21</b>
<b>Нефтепереработка .....</b>	<b>22</b>
<b>Природный газ .....</b>	<b>25</b>
<b>Состав .....</b>	<b>25</b>
<b>Залегание .....</b>	<b>26</b>
<b>Газоконденсат .....</b>	<b>28</b>
<b>Система мер .....</b>	<b>28</b>
<b>Углеводороды коллектора .....</b>	<b>29</b>

---

<b>Глава 2. ЗЕМНАЯ КОРА — ЧТО ЭТО ТАКОЕ</b> .....	31
Горные породы и минералы .....	31
Типы горных пород .....	32
Магматические породы .....	32
Осадочные породы .....	33
Метаморфические породы .....	38
Структура земной коры .....	39
<b>Глава 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСТЕЙШИХ ГОРНЫХ ПОРОД И МИНЕРАЛОВ</b> .....	43
Определение минералов .....	43
Минералы .....	45
Определение горных пород .....	46
Горные породы .....	47
Магматические породы .....	47
Метаморфические породы .....	48
Осадочные породы .....	48
<b>Глава 4. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ВРЕМЯ</b> .....	51
Радиоизотопный метод определения геологического возраста .....	51
Определение относительного возраста .....	54
Ископаемые остатки (окаменелости) .....	55
Микроископаемые .....	58
Геохронологическая шкала .....	61
История Земли .....	61
<b>Глава 5. ДЕФОРМАЦИИ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД</b> .....	66
Выветривание, эрозия и несогласия .....	66
Антиклинали и синклинали .....	72

Купола .....	76
Гомоклинали .....	77
Разломы .....	78
Трещины .....	78
Сбросы .....	78
<b>Глава 6. ПЕСЧАНИКИ КАК ПОРОДЫ-КОЛЛЕКТОРЫ .....</b>	<b>91</b>
Дюнные песчаники .....	91
Прибрежные песчаники .....	93
Речные песчаники .....	97
Песчаники речных дельт .....	102
<b>Глава 7. КАРБОНАТНЫЕ ПОРОДЫ-КОЛЛЕКТОРЫ .....</b>	<b>109</b>
Рифы .....	109
Известняковые платформы .....	116
Закарстованный известняк .....	118
Мел .....	121
Доломит .....	121
<b>Глава 8. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД .....</b>	<b>126</b>
Образование прогибов .....	126
Фации осадочных пород .....	131
Подземные слои пород .....	135
<b>Глава 9. КАРТИРОВАНИЕ .....</b>	<b>138</b>
Топографические карты .....	138
Геологические карты .....	140
Основные карты .....	144

Карты подповерхностного рельефа .....	144
Структурные карты .....	144
Карты изопахит .....	146
Карты относительных мощностей .....	149
<b>Глава 10. ОКЕАНИЧЕСКАЯ СРЕДА И ТЕКТОНИКА ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ .....</b>	<b>150</b>
Топография океана .....	150
Мелководье .....	150
Глубоководные участки .....	157
Океанические отложения .....	158
Внутреннее строение земной коры .....	158
Дрейф континентов .....	159
Спрединг океанического дна .....	159
Тектоника литосферных плит .....	164
Авлакогеновые прогибы .....	167
Нефтяные месторождения Ближнего Востока .....	170
<b>Глава 11. МАТЕРИНСКИЕ ПОРОДЫ. ВОЗНИКНОВЕНИЕ, МИГРАЦИЯ, НАКОПЛЕНИЕ НЕФТИ И ГАЗА .....</b>	<b>173</b>
Материнские породы .....	173
Образование .....	174
Миграция .....	177
Накопление .....	179
Возраст .....	180
Породы-коллекторы .....	181
Насыщенность .....	190
Битуминозные пески .....	192
<b>Глава 12. НЕФТЯНЫЕ ЛОВУШКИ .....</b>	<b>194</b>
Описание .....	194

---

Структурные ловушки .....	196
Антиклинали и купола .....	196
Конседиментационные сбросы и «перекатывающиеся» антиклинали .....	200
Складки волочения .....	206
Стратиграфические ловушки .....	211
Вторичные стратиграфические ловушки — угловые несогласия .....	211
Первичные стратиграфические ловушки .....	214
Комбинированные ловушки .....	218
Размытые (эродированные) антиклинали .....	218
Соляные купола .....	222
<b>Глава 13. НЕФТЕПОИСКОВЫЕ РАБОТЫ: ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ И ГЕОХИМИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ .....</b>	<b>228</b>
Выходы нефти и газа .....	228
Геологические методы .....	231
Корреляция .....	235
Геохимические методы .....	241
Нефтеносные комплексы и пласты .....	242
<b>Глава 14. НЕФТЕПОИСКОВЫЕ РАБОТЫ: ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ АСПЕКТ .....</b>	<b>245</b>
Гравиметрическая разведка и магниторазведка .....	245
Сейсморазведка .....	249
Сбор данных .....	249
Регистрация данных .....	258
Интерпретация данных .....	260
Обработка данных .....	265
Преобразование временного разреза в глубинный .....	268

---

Зависимость амплитуды от удаления .....	268
Трехмерная сейсморазведка .....	269
Четырехмерная и четырехкомпонентная сейсморазведка .....	272
<b>Глава 15. ПОДГОТОВКА К БУРЕНИЮ .....</b>	<b>274</b>
Долгосрочная аренда территории .....	274
Международные контракты .....	277
Полномочия на расходы .....	278
Договоры о бурении .....	280
Соглашения о сотрудничестве и поддержке .....	281
Подготовка буровой площадки .....	281
Типы скважин .....	284
Государственное регулирование .....	286
Установки канатного бурения .....	287
<b>Глава 16. ТЕХНИКА БУРЕНИЯ СКВАЖИН .....</b>	<b>290</b>
Энергоснабжение .....	290
Спуско-подъемная система .....	291
Система вращения .....	297
Система циркуляции .....	309
Проведение буровых работ .....	318
<b>Глава 17. ОСЛОЖНЕНИЯ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ БУРЕНИИ .....</b>	<b>321</b>
Риск .....	321
Глубинные условия .....	321
Проблемы, возникающие непосредственно при бурении .....	323
Ловильные работы .....	323
Прихваченная бурильная труба .....	326

---

Осыпающийся сланец .....	328
Поглощение бурового раствора .....	328
Повреждение продуктивного пласта .....	329
Коррозионно-агрессивные газы .....	330
Аномально высокое давление .....	330
<b>Глава 18. ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ .....</b>	<b>335</b>
Прямая вертикальная скважина .....	335
Наклонно-направленное бурение .....	336
Бурение с очисткой забоя воздухом и с промывкой пенообразным материалом .....	345
<b>Глава 19. ОПРОБОВАНИЕ СКВАЖИНЫ .....</b>	<b>347</b>
Анализ проб (литологический анализ) .....	347
Диаграмма скорости проходки .....	352
Анализ бурового раствора .....	353
Кабельный каротаж .....	355
Электрический каротаж .....	361
Индукционный и трехэлектродный боковой каротаж .....	367
Гамма-каротаж .....	369
Каротаж по радиоактивности .....	370
Газовый эффект .....	373
Кавернограммы .....	375
Акустический каротаж по скорости .....	376
Наклонометрия (измерение наклона пласта) .....	379
Ядерно-магнитный каротаж .....	381
Каротаж изображения ствола скважины .....	382
Компьютерный каротаж .....	382
Измерения и каротажные работы в процессе бурения .....	384
Опробование пласта .....	385
Опробователь пластов многократного действия ....	387



---

<b>Глава 20. ЗАКАНЧИВАНИЕ СКВАЖИНЫ</b> .....	388
Обсадная колонна .....	388
Заканчивание забоя скважины .....	398
Насосно-компрессорная колонна .....	401
Оборудование устья скважины .....	404
Штуцеры .....	405
Наземное оборудование .....	406
Заканчивание скважины для разработки нескольких продуктивных пластов .....	417
«Интеллектуальные» скважины .....	419
<b>Глава 21. ПРОМЫСЛОВАЯ ОБРАБОТКА И ХРАНЕНИЕ</b> .....	420
Выкидная линия .....	420
Сепараторы .....	422
Подготовка и обработка газа .....	427
Хранение и измерение .....	430
<b>Глава 22. БУРЕНИЕ И ЗАКАНЧИВАНИЕ СКВАЖИН В МОРЕ</b> .....	436
Предварительные замечания .....	436
Верхний привод .....	437
Бригады, работающие на установках морского бурения .....	439
Разведочное бурение .....	441
Начало бурения морской разведочной скважины .....	445
Эксплуатационное бурение и добыча .....	447
Подводные работы .....	452
Донное заканчивание и подводные скважины .....	453
Нестабильность морского дна .....	455

<b>Глава 23. КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ СКВАЖИН</b> .....	456
Оборудование .....	456
Вторжение в морские скважины .....	461
Подготовка скважины .....	462
Проблемы, возникающие в скважинах .....	462
Очистка скважины от песка .....	462
Чистка скважины .....	463
Подъем насосных штанг .....	464
Извлечение и ремонт насосно-компрессорной колонны .....	464
Ремонт забойного насоса .....	465
Ремонт обсадной колонны .....	465
Вторичное цементирование .....	466
Свабирование скважины .....	467
Замена газлифтных клапанов .....	468
Замена пакеров .....	469
Повторное заканчивание скважины .....	469
<b>Глава 24. МЕХАНИКА ПЛАСТА</b> .....	470
Режимы вытеснения нефти из пласта коллектора .....	470
Режимы нефтяных коллекторов .....	470
Режимы газовых коллекторов .....	478
Максимальная эффективная норма отбора .....	478
<b>Глава 25. ДОБЫЧА НЕФТИ</b> .....	479
Давление в скважине и в коллекторе .....	479
Опробование скважины .....	480
Каротаж в обсаженной скважине .....	483
Геофизические исследования .....	483
Кривые истощения пласта .....	485
Неработающие пласты и конусы обводнения .....	487
Рециркуляция газа .....	488

Интенсификация притока флюидов в скважину .....	489
Кислотная обработка .....	489
Разрушение пород взрывом .....	490
Гидроразрыв пласта .....	490
Утилизация рассолов и газа, растворенного в нефти коллектора .....	494
Оседание поверхности .....	496
Коррозия .....	497
Эксплуатационное картографирование .....	498
Простаивающий газ .....	498
 <b>Глава 26. ЗАПАСЫ</b> .....	<b>500</b>
Кoeffициент отдачи .....	500
Кoeffициент усадки и объемный коoeffициент пласта .....	500
Вычисление объема запасов .....	503
Балансовые запасы нефти .....	503
Балансовые запасы газа .....	504
Метод материального баланса .....	507
Типы балансовых запасов .....	507
 <b>Глава 27. УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ МЕТОДЫ ДОБЫЧИ НЕФТИ</b> .....	<b>509</b>
Заводнение .....	509
Добыча нефти вторичными методами .....	513
Вытеснение нефти смешивающейся с ней газовой фазой .....	513
Нагнетание в пласт растворов химических реагентов .....	514
Термическое повышение нефтеотдачи .....	516
Эффективность .....	519
Централизованная эксплуатация месторождения .....	520
Тампонирование и ликвидация скважины .....	520

---

<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	523
Словарь терминов .....	525
Знаменательные даты развития нефтедобывающей промышленности .....	654
Библиография .....	658
Указатель географических названий .....	663
Указатель названий бассейнов, формаций, горных пород, месторождений .....	668
Указатель компаний и организаций .....	674
Именной указатель .....	674
Предметный указатель .....	675
Единицы измерения .....	715
Список сокращений .....	719