

---

---

## Оглавление

|   |    |
|---|----|
| От Редакционного совета . . . . .   | 10 |
| Предисловие . . . . .   | 11 |
| ГЛАВА 1. Краткая история развития геостатистических методов<br>в нефтедобывающей промышленности . . . . . | 12 |
| ГЛАВА 2. Количественное представление геологических данных . . . .  | 16 |
| 2.1. Чем занимается геостатистика? . . . . .  | 16 |
| 2.2. Зачем моделировать неоднородности? . . . . .   | 17 |
| 2.3. Многоэтапный метод моделирования . . . . .   | 18 |
| 2.3.1. Этап 1. Определение структуры пластов . . . . .  | 19 |
| 2.3.2. Этап 2. Моделирование пачек горных пород . . . . .   | 20 |
| Два основных подхода и их параметры . . . . .   | 20 |
| Алгоритмы . . . . .   | 25 |
| 2.3.3. Этап 3. Моделирование изменения литологических фаций . . . . .                                     | 27 |
| Индикаторное моделирование . . . . .  | 28 |
| Объектно-ориентированные модели . . . . .   | 28 |
| 2.3.4. Этап 4. Распределение петрофизических свойств в про-<br>странстве . . . . .                        | 28 |
| Стандартные геостатистические модели . . . . .  | 29 |
| Алгоритмы для стандартных геостатистических моделей . . . . .   | 30 |
| Вариограмма — полезный инструмент для анализа неоднородности . . . . .                                    | 31 |
| Почему неоднородность является функцией объема усреднения . . . . .                                       | 31 |
| 2.4. Методы, не относящиеся к индикаторному моделированию и объектно-ориентированным моделям . . . . .    | 32 |
| 2.4.1. Модели для представления отношений между различными фациями . . . . .                              | 32 |
| 2.4.2. Фракталы . . . . .   | 33 |
| 2.5. На пути к более реалистичной передаче особенностей геологического строения . . . . .                 | 34 |
| 2.6. Немного философии . . . . .  | 34 |
| 2.7. Получение информации по латеральной протяженности из различных источников . . . . .                  | 36 |

|   |    |
|---|----|
| <b>ГЛАВА 3. Условное моделирование в двух измерениях</b> . . . . .  | 39 |
| 3.1. Условное моделирование в двух измерениях: простые примеры . .  | 39 |
| 3.2. Двухмерное условное моделирование и элементы структурной<br>неопределенности . . . . .                       | 39 |
| <b>ГЛАВА 4. Кригинг</b> . . . . .   | 42 |
| 4.1. Что такое кригинг . . . . .  | 42 |
| 4.2. Прямой расчет кригинговой поверхности . . . . .  | 44 |
| 4.3. Применение кригинга в отношении дискретных переменных . . .  | 44 |
| 4.4. В каких случаях вместо условного моделирования следует исполь-<br>зовать кригинг? . . . . .                  | 45 |
| <b>ГЛАВА 5. Интеграция данных различных дисциплин с применением<br/>      геостатистики</b> . . . . .             | 47 |
| 5.1. Непрямые методы . . . . .  | 48 |
| 5.1.1. Метод кокригинга ошибок . . . . .  | 48 |
| 5.1.2. Метод внешнего дрейфа . . . . .  | 49 |
| 5.1.3. Метод совместного кокригинга . . . . .   | 49 |
| 5.1.4. Заключение по непрямым методам . . . . .   | 49 |
| 5.2. Прямые методы . . . . .  | 49 |
| 5.2.1. Ограничение моделей акустического импеданса на основа-<br>нии сейсмической информации . . . . .            | 50 |
| 5.2.2. Ограничение моделей проницаемости на основании дан-<br>ных гидродинамических испытаний . . . . .           | 51 |
| 5.2.3. Адаптация с учетом истории разработки . . . . .  | 52 |
| 5.2.4. Заключение по прямым методам . . . . .   | 53 |
| 5.3. Получение информации о фациях с опорой на информацию, пред-<br>ставленную непрерывными переменными . . . . . | 53 |
| 5.4. Заключение по интеграции . . . . .   | 54 |
| <b>ГЛАВА 6. Количественное описание неоднородностей</b> . . . . .   | 55 |
| 6.1. Метод Монте-Карло . . . . .  | 55 |
| 6.2. Условное моделирование для количественного описания неодно-<br>родности . . . . .                            | 56 |
| 6.2.1. Простые примеры количественного описания неоднород-<br>ности . . . . .                                     | 56 |
| 6.2.2. Более сложные примеры количественного описания неод-<br>нородности . . . . .                               | 57 |
| 6.3. Значение выбора модели и определения ее параметров . . . . .   | 57 |
| 6.4. Сложность количественного представления нашего незнания . . . .  | 58 |
| 6.5. Сбор данных и уменьшение неопределенности . . . . .  | 59 |
| 6.6. Выводы . . . . .   | 60 |
| 6.7. Иллюстрация программного обеспечения . . . . .   | 60 |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ГЛАВА 7. Что представляет собой геостатистическое моделирование и чем оно не является . . . . .</b> | <b>61</b> |
| 7.1. Чем является геостатистическое моделирование . . . . .  | 61        |
| 7.2. Чем не является геостатистическое моделирование . . . . .   | 61        |
| <b>ГЛАВА 8. Размышления о будущем вероятностного моделирования . .</b>                                 | <b>63</b> |
| <b>Благодарности . . . . .</b>   | <b>65</b> |
| <b>Литература . . . . .</b>  | <b>66</b> |
| <b>Иллюстрации к курсу . . . . .</b>   | <b>71</b> |
| <b>Упражнение 1</b>  |           |
| Расчет экспериментальной индикаторной вариограммы . . . . .  | 219       |
| <b>Упражнение 2</b>  |           |
| Прямой метод создания коррелированной случайной функции в одномерном пространстве . . . . .            | 225       |
| <b>Упражнение 3</b>  |           |
| Анализ одномерной экспериментальной вариограммы . . . . .  | 234       |
| <b>Упражнение 4</b>  |           |
| Эффект основания . . . . .   | 237       |
| <b>Упражнение 5</b>  |           |
| Подбор анизотропной вариограммной модели . . . . .   | 245       |
| <b>Упражнение 6</b>  |           |
| Кригинговая система . . . . .  | 249       |
| <b>Упражнение 7</b>  |           |
| Метод Монте-Карло . . . . .  | 254       |