

Оглавление

| | |
|---|----|
| Введение | 7 |
| Глава 1. Методы оценки температуры земных недр | 9 |
| 1.1 Оценка температуры по скважинным измерениям и дан- ным теплового потока | 9 |
| 1.2 Косвенные оценки температуры по геологическим, гео- химическим и геофизическим данным | 10 |
| 1.2.1 Минеральные геотермометры | 10 |
| 1.2.2 Гидрохимические геотермометры | 11 |
| 1.2.3 Газовые геотермометры | 12 |
| 1.2.4 Изотопные геотермометры | 12 |
| 1.2.5 Геотермометры, основанные на пороге сейсмичности . | 13 |
| Глава 2. Построение моделей температуры по магнитовари- ационным данным | 14 |
| 2.1 Связь температуры с удельным сопротивлением | 14 |
| 2.2 Аналитические модели глубинной температуры по дан- ным глобального магнитовариационного зондирования . | 18 |
| 2.2.1 Анализ глубинных моделей температуры | 19 |
| 2.2.2 Модифицированная формула для глубинной электро- проводности | 22 |
| 2.2.3 Разрешающая способность параметров модели элек- тропроводности | 23 |
| 2.2.4 Построение модели температуры | 25 |
| Глава 3. Нейросетевой подход к оценке температуры | 29 |
| 3.1 Нейросеть с «учителем» (метод обратного распростра- нения ошибок) | 29 |
| 3.2 Аналитическая модель температуры в геотермальном ре- зервуаре | 33 |
| 3.3 Оценка влияния объема данных | 34 |

| | | |
|----------|--|----|
| 3.4 | Оценка влияния «географического» фактора | 37 |
| 3.5 | Пример нейросетевого прогноза температуры в геотермальной зоне | 40 |
| 3.5.1 | Данные | 40 |
| 3.5.2 | Оценка влияния количества термограмм | 41 |
| 3.5.3 | Оценка влияния типа термограмм | 46 |
| | | |
| Глава 4. | Метод построения моделей температуры по данным электромагнитных зондирований («электромагнитный геотермометр») | 50 |
| 4.1 | Принцип работы электромагнитного геотермометра | 50 |
| 4.2 | ЭМ интерполяция температуры на межскважинное пространство | 51 |
| 4.2.1 | Влияние объема данных | 51 |
| 4.2.2 | Влияние стратегии калибровки | 55 |
| 4.2.3 | Влияние локальных геологических и гидрогеологических условий | 57 |
| 4.3 | ЭМ экстраполяция температуры на глубину | 60 |
| 4.3.1 | Влияние соотношения глубин экстраполяции и скважины | 60 |
| 4.3.2 | Оценка робастности ЭМ экстраполяции | 64 |
| | | |
| Глава 5. | Оценка глубинного распределения температуры в Чуйской впадине (Северный Тянь-Шань) | 67 |
| 5.1 | Геологические особенности и режим подземных вод | 67 |
| 5.2 | Температурные данные и тепловой поток | 69 |
| 5.3 | Электромагнитные зондирования | 70 |
| 5.4 | Оценка корреляции электропроводности и температуры | 71 |
| 5.5 | Построение глубинного разреза температуры по МТ данными | 77 |
| | | |
| Глава 6. | Построение глубинного разреза температуры в геотермальной области Травале (Италия) | 81 |
| 6.1 | Геологическое строение | 83 |
| 6.2 | Модель удельного сопротивления | 86 |
| 6.2.1 | Электромагнитные данные | 86 |
| 6.2.2 | Разрез удельного сопротивления | 86 |

| | | |
|---|---|-----|
| 6.3 | Модель температуры | 88 |
| 6.3.1 | Температурные данные | 88 |
| 6.3.2 | Калибровка и тестирование ЭМ геотермометра | 88 |
| 6.4 | Совместный анализ моделей удельного сопротивления и температуры | 89 |
| Глава 7. Распределение температуры в геотермальной области Сульц-су-Форе (Франция) по электромагнитным данным | | 93 |
| 7.1 | Геологические условия | 93 |
| 7.2 | Геотермические исследования | 95 |
| 7.3 | Магнитотеллурические зондирования | 96 |
| 7.4 | Тестирование ЭМ геотермометра | 98 |
| 7.4.1 | Зависимость точности экстраполяции температуры от глубины | 98 |
| 7.4.2 | Зависимость точности оценки температуры от точности данных по удельному сопротивлению | 101 |
| 7.5 | Оценка доминирующего механизма теплопередачи на больших глубинах | 106 |
| 7.6 | Температурный разрез вдоль профиля | 108 |
| 7.7 | Рекомендации по месту бурения новой скважины | 111 |
| Глава 8. Построение трехмерной модели температуры геотермальной области Хенгидль (Исландия) по наземным электромагнитным данным | | 114 |
| 8.1 | Концептуальные модели исландской коры | 114 |
| 8.2 | Априорная геолого-геофизическая информация | 119 |
| 8.2.1 | Геология и вулканическая активность в регионе | 119 |
| 8.2.2 | Электромагнитные зондирования | 123 |
| 8.2.3 | Сейсмическая томография | 124 |
| 8.2.4 | Сейсмичность | 126 |
| 8.3 | Электромагнитные и температурные данные | 127 |
| 8.4 | Создание электромагнитного геотермометра | 130 |
| 8.5 | Тестирование ЭМ геотермометра | 131 |
| 8.6 | Трехмерная модель удельного сопротивления | 135 |
| 8.7 | Объемная модель температуры | 139 |
| 8.7.1 | Общая характеристика температуры | 139 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 8.7.2 | Локальные особенности распределения температуры | 146 |
| 8.8 | Комплексная интерпретация геофизических и геотермических данных | 147 |
| 8.8.1 | Температура, удельное сопротивление и гравитационные аномалии | 148 |
| 8.8.2 | Температура и сейсмичность | 152 |
| 8.8.3 | Температура и концептуальные модели коры | 154 |
| | Заключение | 157 |
| | Литература | 159 |