

П.И. Балк, А.С. Долгаль

**АДДИТИВНЫЕ МЕТОДЫ
РЕШЕНИЯ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ
ГРАВИРАЗВЕДКИ
И МАГНИТОРАЗВЕДКИ**



П.И. Балк, А.С. Долгаль

**Аддитивные методы
решения обратных задач
гравиразведки
и магниторазведки**

Москва
Научный мир
2020

УДК 550.831
ББК 22.21.67
Б 20

П.И. Балк, А.С. Долгаль. Аддитивные методы решения обратных задач гравиразведки и магниторазведки. М.: Научный мир, 2020, 456 стр.

ISBN 978-5-91522-493-2

Рецензенты:

доктор физико-математических наук, профессор Ю.И. Блох
доктор физико-математических наук, профессор В.Н. Глазнев

Рекомендовано к изданию ученым советом Горного института УРО РАН

В монографии раскрыты главные причины возникновения многочисленных противоречий в теории количественной интерпретации гравитационных и магнитных аномалий. Показано, что в основном они являются следствием недостатков традиционных математических форм представления ее результатов. Предложены эффективные подходы к построению содержательных инвариантов на множестве допустимых решений линейной и нелинейной обратной задачи. Разработан новый класс методов построения репрезентативных подмножеств допустимых решений в конечноэлементных модельных классах при наличии различной априорной информации об источниках поля. Установлена эффективность применения созданных алгоритмов в аддитивных технологиях интерпретации, основанных на идее суммирования полезной информации, содержащейся в каждом из полученных решений. Приведены модельные и практические примеры, иллюстрирующие преимущества аддитивных методов в вопросах повышения достоверности результатов моделирования геологических тел и структур. Книга рассчитана на широкий круг специалистов в области интерпретации данных гравиразведки и магниторазведки, а также на аспирантов и студентов старших курсов.



Публикуется при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 20-15-00014)
Издание РФФИ не подлежит продаже.

ISBN 978-5-91522-493-2

© П.И. Балк, А.С. Долгаль, 2020
© Издательство «Научный мир», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
Глава 1. СПОРНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГРАВИТАЦИОННЫХ И МАГНИТНЫХ АНОМАЛИЙ	13
1.1. Принципиальные противоречия между математическим и геофизическим подходами к обратным задачам	13
1.2. Проявления неадекватности в математической теории интерпретации геопотенциальных полей	18
1.3. Семь спорных положений в теории решения обратных задач гравirazведки и магниторазведки	22
1.3.1. Первое положение	25
1.3.2. Второе положение	39
1.3.3. Третье положение	46
1.3.4. Четвертое положение	52
1.3.5. Пятое положение	55
1.3.6. Шестое положение	64
1.3.7. Седьмое положение	68
Глава 2. БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ, ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ И ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ В КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНЫХ КЛАССАХ ИСТОЧНИКОВ ПОЛЯ	77
2.1. Базовые понятия	78
2.2. Основные операции	86
2.3. Типовые задачи	96
Глава 3. БАЗОВЫЙ МЕТОД РЕГУЛИРУЕМОЙ НАПРАВЛЕННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ	110
3.1. История развития конечноэлементных методов решения обратных задач	111

3.2. Метод РНК Страхова-Лапиной как прообраз современных монтажных алгоритмов.....	115
3.3. Результаты вычислительных экспериментов	120
Глава 4. ОБОБЩЕННЫЕ АЛГОРИТМЫ РЕГУЛИРУЕМОЙ НАПРАВЛЕННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ.....	138
4.1. Суть концепции обобщенных алгоритмов РНК	141
4.2. Комплексование обобщенных алгоритмов РНК и метода разделения полей.....	150
4.3. Результаты вычислительных экспериментов.....	153
Глава 5. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ МОНТАЖНОГО ПОДХОДА	184
5.1. Выход за рамки концепции РНК.....	188
5.1.1. Метод регулируемой направленной раскристаллизации.....	189
5.1.2. Метод регулируемой направленной перекристаллизации ..	191
5.1.3. Монтажные алгоритмы на основе комбинирования итерационных процессов РНК, РНР и РНП.....	195
5.1.4. Обновление структуры замощения в ходе итерационного процесса	199
5.1.5. Монтажные алгоритмы без обязательного наследования свойств предшествующего приближения.....	202
5.1.6. Синтез монтажных алгоритмов с классическими методами минимизации.....	204
5.1.7. Элементы искусственного интеллекта в монтажных алгоритмах решения обратных задач.....	209
5.2. Решение рудных обратных задач по нескольким производным гравитационного потенциала	211
5.3. Решение обратных задач с неполной информацией о петрофизических свойствах	215
5.3.1. Предпосылки к использованию монтажных алгоритмов для решения смешанных обратных задач.....	216
5.3.2. Алгоритм РНК при нечеткой информации об эффективной плотности (намагниченности)	217
5.4. Монтажные методы в структурных и структурно-рудных обратных задачах гравиразведки	221
5.4.1. Монтажный подход к решению обратной задачи гравиразведки для финитной контактной границы.....	221
5.4.2. Объединение «парциальных» итерационных процессов при решении структурно-рудной обратной задачи.....	224
5.5. Результаты вычислительных экспериментов.....	227

Глава 6. ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ КАК ПРОБЛЕМА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И РИСКА ..	250
6.1. Оптимальные решения в условиях неопределенности	252
6.2. Оптимальные решения в условиях риска	264
6.3. Построение апостериорных оценок плотности распределения допустимых решений обратной задачи	267
6.4. Результаты вычислительных экспериментов.....	277
Глава 7. ГАРАНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГРАВИТАЦИОННЫХ И МАГНИТНЫХ АНОМАЛИЙ.....	302
7.1. Сущность гарантированного подхода	303
7.2. Линейная обратная задача	309
7.2.1. Типичная постановка задачи.....	310
7.2.2. Постановка задачи в случае гарантированного подхода	317
7.2.3. Сравнительная оценка эффективности двух подходов	319
7.2.4. Дополнительные замечания.....	321
7.3. Структурная обратная задача.....	324
7.4. Рудная обратная задача	330
7.4.1. Постановка обратной задачи в рамках гарантированного подхода.....	331
7.4.2. Алгоритм построения гарантирующих пространственных областей.....	339
7.4.3. Факторы влияния на достоверность результатов интерпретации	348
7.4.4. Взаимодополняемость традиционного и гарантированного подходов.....	353
7.5. Задачи планирования геофизического эксперимента.....	354
7.5.1. Постановка задачи и алгоритм вычисления прогнозных оценок качества интерпретации.....	356
7.5.2. Учет предварительного сглаживания помех	360
7.6. Результаты вычислительных экспериментов	364
Глава 8. АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ И ОБОБЩЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ	386
8.1. Объективные предпосылки к развитию аддитивных методов интерпретации	387
8.2. Аддитивные методы решения обратных задач рудного типа.....	390
8.2.1. О разумном компромиссе между математической строгостью и здравым смыслом.....	391
8.2.2. Функции пространственного распределения оценочных параметров.....	393

8.3. Обобщенные решения обратных задач	402
8.4. Результаты вычислительных экспериментов.....	409
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	433
ЛИТЕРАТУРА	436