

№ 2755

В.В. Набатов
Э.А. Эртуганова

Обработка и интерпретация результатов геофизических исследований и неразрушающего контроля

Учебное пособие

№ 2755

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

Кафедра физических процессов горного производства
и геоконтроля

В.В. Набатов
Э.А. Эртуганова

Обработка и интерпретация результатов геофизических исследований и неразрушающего контроля

Учебное пособие

Утверждено Методическим советом НИТУ «МИСиС»



Москва 2016

УДК [620.179+550.8]:519.23/5(076.1)
Н13

Рецензенты:

д-р техн. наук С.В. Мазеин (Тоннельная ассоциация России);
д-р техн. наук, проф. К.С. Коликов (НИТУ «МИСиС»)

Набатов В.В.

Н13 **Обработка и интерпретация результатов геофизических исследований и неразрушающего контроля : учеб. пособие / В.В. Набатов, Э.А. Эртуганова. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2016. – 86 с.**
ISBN 978-5-906846-11-2

Пособие представляет собой сборник результатов исследований, произведенных методами неразрушающего контроля и геофизики. Данные являются основой для применения различных методов обработки с последующей интерпретацией результатов. В качестве методов обработки выступают: получение статистических характеристик случайных величин, подбор регрессионных моделей, предсказание значений в узлах регулярной сети с помощью различных интерполяторов. Все блоки данных снабжены описаниями, в которые входят: аргументация практической ценности данных, информация о том, как производились измерения, анализ используемых при обработке данных в контексте решаемой задачи контроля.

Пособие предназначено для студентов направления/специальности 21.05.05 «Физические процессы горного или нефтегазового производства».

УДК [620.179+550.8]:519.23/5(076.1)

ISBN 978-5-906846-11-2

© В.В. Набатов,
Э.А. Эртуганова, 2016
© НИТУ «МИСиС», 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| Предисловие | 5 |
| 1. Замечания к выполнению курсовой работы | 6 |
| 1.1. Пояснения к заданиям типа А | 6 |
| 1.2. Пояснения к заданиям типа Б | 7 |
| 2. Задания по курсовой работе | 9 |
| 2.1. Задание № 1А. Регистрация суммарной акустической эмиссии при нагревании образцов горных пород в целях идентификации их минерального состава | 9 |
| 2.2. Задание № 1Б. Электротомографические исследования в целях выявления карстово-суффозионных воронок | 12 |
| 2.3. Задание № 2А. Оценка нелинейности показаний тензометрической системы при диагностировании рельсов | 13 |
| 2.4. Задание № 2Б. Оценка продуктивности нефтегазоносных участков месторождений | 17 |
| 2.5. Задание № 3А. Влияние акустического воздействия на нефтяные пласты на среднемесячную добычу углеводородов | 19 |
| 2.6. Задание № 3Б. Использование сейсмического просвечивания для оценки условий строительства и эксплуатации машинного зала ГЭС «Дабар» | 22 |
| 2.7. Задание № 4А. Эмпирическая оценка связи динамического и статического модуля упругости грунтов | 23 |
| 2.8. Задание № 4Б. Результаты моделирования поляризациино-оптическим методом, используемые для оценки влияния тектонического нарушения на распределение напряжений вблизи выработки | 25 |
| 2.9. Задание № 5А. Исследование особенностей развития коррозионного растрескивания под напряжением (КРН) на трубопроводах | 28 |
| 2.10. Задание № 5Б. Оценка влияния пробоотборника на получаемый образец с помощью моделирования | 30 |
| 2.11. Задание № 6А. Оценка значения модуля упругости грунтов по данным статического зондирования | 32 |
| 2.12. Задание № 6Б. Томографическое восстановление структуры среды распространения упругих волн по результатам регистрации времен пробега от очагов землетрясений | 34 |
| 2.13. Задание № 7А. Использование скважинного каротажа для контроля предельных депрессий и дебитов в газовых скважинах | 38 |

| | |
|---|----|
| 2.14. Задание № 7Б. Исследование особенностей распределения кинематических параметров в зоне формирования очагов слабых землетрясений в крымском регионе..... | 40 |
| 2.15. Задание № 8А. Зависимость скоростей P - и S -волн в мантии Земли от глубины и плотности..... | 42 |
| 2.16. Задание № 8Б. Результаты численного математического моделирования влияния лавы на массив пород вблизи подготовительной выработки | 45 |
| 2.17. Задание № 9А. Исследование возможности оценки влияния примесей на твердость чугунных прокатных валков по значениям коэрцитивной силы..... | 47 |
| 2.18. Задание № 9Б. Результаты картирования подледного рельефа антарктического озера пионерское с помощью радиолокационных и сейсморазведочных исследований | 50 |
| 2.19. Задание № 10А. Использование карт Шухарта для контроля баланса металлов при обогащении руд и для управления балансом..... | 54 |
| 2.20. Задание № 10Б. Контроль выбросоопасности угольного пласта по пассивным сейсмоакустическим измерениям..... | 56 |
| 2.21. Задание № 11А. Оценка твердости чугунных изделий по значениям коэрцитивной силы..... | 60 |
| 2.22. Задание № 11Б. Прослеживание непогашенных выработок с помощью микрогравиметрии..... | 63 |
| 2.23. Задание № 12А. Исследование зависимости проницаемости алевролитов-песчаных пород от среднего диаметра пор..... | 65 |
| 2.24. Задание № 12Б. Микрогравиметрический мониторинг территории разработки калийных солей | 66 |
| 2.25. Задание № 13А. Исследование набора прочности бетонов..... | 69 |
| 2.26. Задание № 13Б. Изучение влияния магнитных бурь на сейсмическую активность регионов | 70 |
| 2.27. Задание № 14А. Изучение специфики усадки бетонных конструкций | 74 |
| 2.28. Задание № 14Б. Оценка мощности пластов каменного угля с помощью волн Лява..... | 76 |
| 2.29. Задание № 15А. Измерения вариаций магнитного поля Земли в целях контроля процесса наклонного направленного бурения..... | 78 |
| 2.30. Задание № 15Б. Анализ результатов томографии с использованием скоростей волн Лява для оценки мощности отрабатываемого угольного пласта..... | 81 |
| Библиографический список | 83 |

ПРЕДИСЛОВИЕ

Представленные в этом пособии задания основываются на экспериментальном материале, являющимся результатами обследований, произведенных методами неразрушающего контроля. В частности, это результаты различных геофизических съемок и дефектоскопических измерений, что соответствует тематике дисциплины «Обработка и интерпретация результатов геофизических исследований и неразрушающего контроля». Представленные данные являются основой для применения к ним различных методов обработки.

Данные связаны с широким спектром задач, которые решаются с помощью методов неразрушающего контроля. В частности, затронуты такие задачи, как поиск карстовых воронок, оценка влияния акустического воздействия на нефтяные пласты, оценка упругих модулей грунтов, оценки влияния тектонических нарушений на распределение напряжений вблизи выработок, использование каротажа для контроля предельных депрессий и дебитов в газовых скважинах, прослеживание непогашенных выработок с помощью микрогравиметрии, исследование особенностей развития коррозионного растрескивания под напряжением, контроль ведения разработки месторождения калийных солей, изучение специфики усадки бетонных конструкций, контроль баланса металлов при обогащении руд, диагностика рельсовых путей, контроль выбросоопасности угольного пласта по пассивным сейсмоакустическим измерениям и пр. Некоторые из заданий имеют не только инженерную специфику, но и представляют собой пример научного поиска, который ведется сегодня методами неразрушающего контроля и геофизики.

1. ЗАМЕЧАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Все задания снабжены описаниями, кратко описывающими материал. Представлена информация о том, как произведены измерения, приведен анализ полученных данных, даны рекомендации по оцифровке данных. В каждом задании есть отдельный подраздел, поясняющий практическую ценность производившихся работ – описано, какую задачу неразрушающего контроля решали инженеры в каждом из случаев.

Приводимые в этом пособии данные являются моделями реальных данных, которые являются основой для изучения различных методов их обработки. На первоначальной стадии работы студенты оцифровывают данные с помощью программных средств. Рекомендации по оцифровке изложены в пособии [1]. На последующих стадиях производят обработку этих данных. В частности, подразумевается использование следующих методов: получение статистических характеристик данных; аппроксимация данных различными функциями, как линейными, так и нелинейными; интерполяция и экстраполяция пространственно распределенных данных.

Данные для заданий третьего типа (типа В) не вошли в это учебное пособие, поскольку материалом для них являются сигналы длиной в 8192 отсчета, публикация которых в виде таблиц заняла бы слишком много места. Задания третьего типа (типа В) подразумевают фильтрацию сигналов в среде MathCAD.

1.1. Пояснения к заданиям типа А

Задания типа А представляют собой двумерные графики (диаграммы рассеяния). После процедур оцифровки данных требуется в среде Statistica получить статистические характеристики данных, а также произвести подбор коэффициентов уравнений регрессии в средах Statistica и MathCAD с использованием различных типов функций. Рекомендации по описываемой обработке данных можно найти в пособии [1]. По результатам обработки студенты должны сделать выбор в пользу наиболее оптимальной регрессионной модели и изложить основания своего выбора в виде вывода.

На некоторых из графиков присутствуют аппроксимирующие линии – либо полученные по результатам подборов коэффициентов уравнений регрессии, либо за счет сглаживания скользящими харак-

теристиками. Ими стоит пренебречь – основой для задания являются непосредственные измерения, отображаемые в большинстве заданий в виде точек.

С учетом того что в некоторых из заданий приведено по несколько графиков, общая сумма вариантов заданий типа А составляет 32 варианта.

1.2. Пояснения к заданиям типа Б

Задания типа Б представляют собой трехмерные поверхности (карты), построенные по пространственно распределенным данным. При оцифровке необходимо первоначально задаться координатами X и Y для каждой точки, после чего в качестве координаты Z взять измеренное значение по изолиниям или по цветовым шкалам. Детали оценки X - и Y -привязок точек измерений описываются непосредственно в заданиях, в разделе «Особенности выполнения работы».

После оцифровки данные импортируются в пакет обработки пространственно распределенных данных, подобный программе Surfer. При обработке к полученному набору точек применяются интерполяционные процедуры с прогнозированием значений трехмерных поверхностей в узлах плотной регулярной сети. Рекомендации по описываемой обработке данных можно найти в пособии [1].

Основной целью проводимого в курсовой работе опробования интерполяторов являются оценки их оптимальности для того или иного набора данных. Должны быть проанализированы как достоинства, так и недостатки интерполяторов в контексте данных, представленных в конкретном задании. Также должны быть приведены и описаны примеры проблемных участков карт, если они явно наблюдаются. Общие результаты оценки излагаются в виде вывода.

Данные снимаются с изолиний, по цветовым шкалам или с точек между изолиниями (значения в этих точках интерполируются приблизительно). Главной задачей является не получение точной копии данных, представленных в исходных источниках, а получение модели данных, к которым впоследствии будут применяться различные интерполяционные процедуры.

Количество точек при оцифровке задается преподавателем на основании оценки сложности обрабатываемой трехмерной функции, в контексте изложенной в каждом задании задачи неразрушающего контроля (должны быть хорошо сняты наиболее важные с точки зрения решаемой задачи участки карты).