

Компютърът в съвременната геология

Книгата на Рок „Числова геология“¹ засяга едно бурно развиващо се направление в геологията — компютърна обработка на геоложката информация, и ще бъде интересна за всеки геолог. За специалиста тя е едно прекрасно справочно пособие, за неспециалиста — едно пълно запознаване с приложението на компютъра в геологията, а за студента — един чудесен учебник.

Книгата (427 стр.) съдържа 23 глави, разделени в 6 части, кратък речник (гlossар — 48 стр.), в който са дадени много термини от изчислителната математика, математическата статистика и изчислителната техника, и библиография, в която са включени над 2000 заглавия (50 стр.). В увода (7 стр.) се разглежда въпросът за нуждата от изучаване на числовата геология и се подчертава необходимостта от една такава книга. Авторът изтъква, че това е една експериментална книга, в която той се е стремил да даде отговор най-вече на въпросите: как да се прави; кога да не се прави; какви са другите възможности; къде да намерим по-подробно описание.

Целта е: 1) да се запознаят възможно най-пълно геолозите с математичните методи, които се прилагат в геологията и са описани в геоложката литература, и 2) да се дадат достатъчно знания на геолога, за да може да намира източниците с по-пълна информация, да разбира в общи черти принципите при геоложката интерпретация на резултатите, да оцени ползата от компютъра и това да му помогне да се справи с информационното претоварване.

Материалът в книгата е сортиран по начин, който много улеснява читателя. За всеки разглеждан въпрос се дават:

1. Основните монографии, в които се описва методът;
2. Източниците, в които има допълнителни бележки по метода;
3. Работни примери. Цитират се примери, в които стъпка по стъпка се проследяват всички най-важни моменти от изчисленията. Включени са компютърни изчисления с реални геоложки данни;

4. Геоложки приложения. Примерите са подбрани така, че да покриват по възможност по-широк кръг от геоложки задачи, решени с използването на метода. Тук изчисленията са застъпени в много по-малка степен или изобщо не се разглеждат;

5. Статистически таблици и справочници. Цитират се и източниците, където са дадени методите за изчисляване на точните разпределения на статистиките критерии (t , F , λ -квадрат и т. н.);

6. Компютърни програми, чиито листинги са публикувани. По листинга програмата може да се въведе в компютъра, като е възможно да се правят корекции и допълнения. Дадени са по-важните програми, публикувани до 1988 г.;

7. Главни програмни пакети и библиотеки. Дават се по-известните пакети и библиотеки, където се среща разглежданият метод;

8. Програмни пакети за микрокомпютри. Тук се разглеждат по-подробно програмните пакети за Macintosh компютри (‘Mac’ packages);

9. Лични програмни пакети.

Част 1. Въведение в използване на компютрите в геологията (53 стр., 5 глави).

Глава 1. Основни понятия за компютрите.

1a. Малко история на употребата на компютрите в геологията. Тук се дават и кратки сведения за компютърно ориентирани геоложки организации и дружества — IAMG, COGS и т. н.

1b. Хардуер. Прави се преглед на типовете компютри, външни носители (магнитни ленти, дискове и т. н.), терминали, принтери, плотери и др.

1c. Софтуер. Описват се типовете софтуер — системен, езици за програмиране, машинна графика и т. н.

Глава 2. Изпълними програми: начини за тяхното използване и самостоятелно програмиране. Дава се една класификация на програмния софтуер по нарастваща комплексност, а именно:

1. Подпрограмни библиотеки.
2. Програми, реализиращи определени математически операции — метода на главните компоненти, дискриминантен анализ и т. н.
3. Програмни пакети за широк кръг потребители (SYSTAT, STATGRAPH и т. н.). Изградени са от множество интегрирани програми и могат да извършват широк набор от математически операции. Командният програмен език позволява по-гъвкаво изолуване на един такъв пакет.

¹ Rock, N. M. S. Numerical Geology. A Source Guide, Glossary and Selective Bibliography to Geological Uses of Computers and Statistics 1988. Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Springer Verlag.

4. Програмни пакети с разширени възможности за работа с данни (SAS и др.).

2a. Съставяне на програма по скициран алгоритъм.

2b. Източници на софтуер за специални геоложки приложения. Посочват се международните геоложки сдружения (COGR, IAMG и др.) и специализираните геоложки издания (Comp. Geosc.; Comp. Mining; Math. Geology и т. н.).

2c. Използуване на лични или публикувани програмни библиотеки.

2d. Работа с програмните пакети за широк кръг потребители. Прави се преглед на най-широко прилаганите в геологията пакети.

2e. Начини за избор на подходящ софтуер. Изтъква се, че софтуерът, който се предлага, не е лишен от грешки. Програмите трябва внимателно да се подбират и използват.

Глава 3. Компютрите като източници на научна геоложка информация: мрежи и бази от данни.

3a. Връзка между отделните компютри (компютризирани работни места): пощенски и мрежови системи. Посочват се следните възможности:

1. Мрежи от универсални компютри. Такива мрежи действуват в много страни — JANET в Англия, CSIRONET и AUSINET в Австралия и т. н.

2. Пощенски мрежи. Подчертава се, че това са едни от най-удобните мрежи за комуникация. Възможни са два начина за общуване — CHAT (диалогов режим) и POST или MAIL (чрез запис).

3. Телефонни мрежи (чрез модеми).

4. Свързване на персоналните компютри с големите изчислителни машини. Персоналните компютри работят в два режима — като интелигентни терминали и като компютри.

3b. Архивирание и компилиране на големи масиви от информация: бази данни и информационни системи.

3b1. Прогрес в информационния обмен и бази от данни в геологията. Тук се дават основните характеристики на една база от данни. Проследява се развитието на базите от данни в геологията — тенденцията към окупняване и в крайна сметка създаване на международни и световни банки от данни (IGBA и т. н.). Създадени са редица библиографски банки от данни (AESIS — Австралия и др.), CD-ROM бази от данни (бази данни на лазерен диск — напр. ERIC — за обучение по геология).

3b2. Работа с бази от данни: системи за управление на база данни (DBMS). Подробно са разглеждани основните характеристики на една типична DBMS.

3b3. Архитектура на база данни — типове структури. Разглеждат се четири типа структури в зависимост от вида на DBMS: йерархични, мрежови, релационни и GIS (географски информационни системи).

3b4. Улесняване обмяната на данни: стандартни формати и процедури.

Глава 4. Текст, графика и публикации на компютър.

4a. Компютърът — помощник в писането (обработка на думи). Посочват се пътищата за синтезиране на документ, който може да се

чете от компютър: специализирани текстови процесори (текстобработващи машини); универсални текстови редактори — линейни и екранни; универсални текст-форматери и пакети от програми за текстообработка на персонални компютри.

4b. Компютърът — помощник в издателската дейност.

4c. Компютърът — помощник при чертането и създаването на карти. Разглежда се необходимият хардуер и софтуер — модерни принтери, плотери, системи за чертане (CAD-системи) и т. н.

4d. Комбинация между чертане и бази данни: географски информационни системи — GIS. Разглежда се системата ARC/INFO (U S Geol. Survey). Изградена е от две главни части: CAD-система — ARC, и релационна DBMS — INFO. ARC/INFO системата може да се свърже с добре познатите статистически пакети SAS, SPSS, MINITAB и др.

Глава 5. Използуване на компютрите за „човешки“ дейности: компютърът — помощник в обучението; експертни системи и изкуствен интелект.

5a. Компютрите като учители: обучение с помощта на компютър (CAI). Посочва се специализираното геолошко списание Journal of Geological Education и системата PLATO, в която се съдържат повече от 50 000 урока.

5b. „Хуманоидни“ компютри в геологията: изкуствен интелект (AI) и експертни системи. Отбелязва се използването на езика PROLOG и се споменава системата PROSPECTOR.

Част 2. Поведение на числата: елементарни статистики (54 стр., 4 глави).

Глава 6. Скали на измерване и използване на числата в геологията. Разглеждат се шест скали на измерване: дихотомна, номинална, ординална (порядкова), интервална, скала на отношение и т. нар. ъглови (ориентирани) данни.

Глава 7. Някои важни определения и различия.

7a. Някои различия между важни, но неясно определени термини. Сравняват се: променлива с признак, свойство; обект с елемент, единица; категория (т. нар. entity); данни с информация; извадка, група от данни с популация; статистики с параметри и т. н.

7b. Параметрични с непараметрични методи. Посочва се, че непараметричните методи са много подходящи при работа с геоложки данни. По-нататък се дават някои сведения за едномерните, двумерните и многомерните методи; Q-mode с R-mode техники и т. н.

Глава 8. Описание на разпределенията, характерни за геоложките данни. Разглеждат се някои теоретични разпределения — нормално, логнормално, поасоново и др. Сериозно внимание е отделено на непараметричните статистики. Кратко са описани т. нар. Exploratory Data Analysis (EDA) и проблемът за смес от разпределения.

Глава 9. Оценка на вариационността, грешките и екстремите в геоложките данни: опробване, прецизност и точност. Разглеждани са следните въпроси:

1. Проблемите при подбора на геоложките данни. Отбелязва се, че в геологията има място т. нар. пасивен експеримент;

2. Вариабилност, породена от грешки в геоложките данни, и концепцията за „entities“ (entity — геоложка единица, в рамките на която вариабилността на даден параметър може да се приеме за нула);

3. Отделяне и минимизиране на източниците за грешки. Статистически и графически методи за оценка на грешките;

4. Доверителни интервали, аномални значения. Видове аномалност — истинска, лъжлива и особена;

5. Видове геоложки данни: концепцията за хомогенност на данните. Две страни на хомогенността — геоложка и статистическа.

Част 3. Едномерна статистика (48 стр., 3 глави). В глави 10 и 11 подробно са разглеждани критериите за сравняване на две и повече групи от едномерни данни. Тук са дадени и голям брой непараметрични критерии. В глава 12 се описва ANOVA — Analysis of Variance (една процедура на дисперсионния анализ), и GLM — General Linear Model (обобщен линеен модел).

Част 4. Данни с две променливи — двумерни статистики (32 стр., 2 глави).

Глава 13. Тестване на зависимостта между две и повече променливи: корелация и съответствие. Разглеждат се различните видове коефициенти на корелация; на Pearson, на Spearman, на Kendall, бисериални и др. Кратко се описват т. нар. характеристичен анализ — метод, чрез който се изследва зависимостта между дихотомни променливи, и корелационното отношение — мярка за нелинейна зависимост. Подчертава се, че трябва внимателно да се изследва корелационната зависимост, и в тая връзка се разглеждат случайна и илюзорна корелация: случайна корелация — статистически значима, но геоложки не е обоснована; илюзорна корелация — дължи се на трета променлива.

Глава 14. Регресия. Тук се разглеждат следните въпроси:

1. Класическа параметрична регресия; апроксимация по метода на най-малките квадрати; значимост на регресията; проверка на регресионния модел за дефекти; доверителни интервали на регресионната линия;

2. Некласическа (structural) регресия — Пирсонова главна ос и редуцирана главна ос (RMA);

3. Непараметрична регресия;

4. Нелинейна регресия.

Част 5. Някои специални типове геоложки данни (45 стр., 3 глави).

Глава 15. Проблеми при работа с някои типове геоложки данни:

1. Геоложки отношения;

2. Геоложки проценти и пропорции с постоянна сума (т. нар. затворени данни);

3. Проблемът за липсващи данни;

4. Проблемът за главни и разсеяни елементи.

Глава 16. Анализ на едномерни геоложки последователности в пространството и времето.

1. Проверка, дали една последователност е случайна, или се забелязва някакъв тренд или периодичност. Разглеждани са различни видове параметрични и непараметрични критерии, като например проверка с помощта на λ -квадрат за

цикличност в последователност от номинални данни (AUTO-ASSOCIATION), търсене на периодичност в последователност от т. нар. ratio data (химически състави и др.) — AUTOCORRELATION, сравняване на две последователности от номинални данни — CROSS-ASSOCIATION, сравняване на две последователности от ratio data — CROSS-CORRELATION и др.

2. Преценяване на влиянието на предшествуващи геоложки събития върху последващите:

1. Преценяване, дали последователностите имат „памет“ — Марковски вериги и процеси.

2. Анализ на тенденцията за заместване на един състояния с други — SUBSTITUTABILITY ANALYSIS.

3. Последователности като комбинации от вълни — спектрален (Фурье) анализ.

4. Отделяне на „шума“ от „сигнала“: филтриране, сплайни, временни трендове.

Глава 17. Геоложки ориентирани данни: ази-мути, наклони и посоки.

1. Специфика на ориентирани (ъглови) данни. Сравняват се ориентировка в двумерно пространство (кръгови диаграми) с ориентировка в тримерно пространство (сферична ориентировка) и аксиално ориентирани данни с данни, чиято ориентировка е по направление.

2. Разпределения и критерии при двумерно ориентирани данни — разпределение на фон Мизес, параметрични и непараметрични критерии и др.

3. Ориентировка в тримерно пространство — разпределение на Фишер, разпределение на Bingham, на Dimroth—Watson, сравняване на групи от тримерно ориентирани данни — различни критерии.

Част 6. Напредничави техники (82 стр., 6 глави). Глава 18. Числово моделиране на геоложки процеси.

1. Едномерни модели на магмени процеси. Тук се разглеждат модели, свързани с валовите коефициенти на разпределение — фракционна кристализация (Rayleigh crystallization), равновесна кристализация, смеси и т. н.

2. Многомерни модели на смесване, реакции и проблемът родоначална и дъщерна магма (parent-daughter problem). Разглеждат се прост модел на смесване и обобщен модел на смесване. При неизвестен брой на фазите може да се приложи Q-mode факторен анализ.

Глава 19. Анализ на зависимостите при повече от две променливи.

1. Коефициенти на частна корелация.

2. Многомерна регресия — линейна, стъпкова, непараметрична и др.

3. Канонична корелация.

Глава 20. Анализ на пространствено разпределени данни: шлифи, карти, полезни изкопаеми и др. под.

1. Петрографски модален анализ.

2. Анализ на пространственото разпределение на точки от карта, методи на оконтурване, тренд анализ и др.

3. Геостатистика и крайгинг.

Глава 21. Класификации.

1. Мерки за сходство между многомерни обекти.

2. Йерархична кластеризация — дендрограми. Тук са разгледани и различните методи на свързване.

3. „FUZZY“ — кластери: нейерархична кластеризация. Изтъква се, че тази кластеризация много добре се съгласува с естеството на геоложките данни.

4. Многомерно скалиране (MDS). Описват се Principal Coordinates Analysis и Non-linear Mapping (NLM).

Глава 22. Дискриминантен анализ и сходни методи. Разграничени са две разновидности — за две групи и за повече от две групи.

Глава 23. Проучване на структурата, разкриване на тенденциите. Редукция на многомерните данни.

1. Компонентен анализ (методът на главните компоненти) — разкрива структурата на многомерните данни.

2. Факторен анализ. При R-mode факторния анализ се търсят геоложките причини за ва-

риациите на многомерните данни. Q-mode факторният анализ тук се разглежда като метод за анализиране на серии и смеси в термините на крайните членове. Дадено е кратко описание и на кореспондентния анализ като комбинация между Q и R модификациите.

От краткото изложение на съдържанието на книгата се вижда, че тя обхваща почти всички аспекти на приложението на компютрите в геологията. Разбира се, във всяка книга от подобен характер могат да се открият някои непълноти. Вероятно повечето геолози ще забележат, че е отделено сравнително малко място за графичните методи. Библиографията след 1980 г. не е пълна.

Книгата е необходима за всеки геолог и с нея се запълва една празнина в геоложката литература.

А. Андреев

Геологически институт при БАН

Седиментология на глините

През 1989 г. издателство „Springer Verlag“ пусна в продажба книгата на проф. д-р Ерве Шамлей от университета в Лил, Франция¹. Книгата е озаглавена „Седиментология на глините“ и е публикувана на английски език в обем от 623 стр.

В литературата съществува огромен брой публикации, засягащи различни аспекти от изследването на седиментните глини. Освен това е направен и опит за библиографска систематика на водещи научни направления, какъвто е том 50 на Американския институт по геоложка библиография, рефериращ 1110 заглавия в „Минералогия на глините“, 1986; 117 заглавия през 1987 г. и др. Но ако се отметне книгата на проф. Жорж Мило „Геология на глините“ (1964, 1970), която и досега е запазила стойността си на основа на изследването им, новата публикация на проф. Шамлей е единствената по рода си работа, която обхваща всеотрасно всички аспекти, засягащи седиментните глини. Материалът е подреден в 20 глави без уводните бележки, заключението, литературата и предметния указател, а в зависимост от проблематиката си въпросите са обединени в 6 части.

В първата част („Глинести минерали и изветряне“) са представени основните теоретични положения, залегнали в съвременното разбиране за структурата на глинестите минерали. Разгледани са и главните глинести минерали и асоцииращите с тях неглинести компоненти. Ударението в раздела пада върху изветрител-

ните процеси и свързаното с тях почвообразуване и глинесто съдържание с отчитане на многостранното влияние на основните фактори — температура и климат. Факторът време е илюстриран чрез проследяване на основните минераложки вариации в глините в петте периода от геоложкото развитие на Земята.

Втората част („Глинеста седиментация на сушата“) разглежда образуването на глините във водните басейни на сушата и главните източници на материал, каквито са пустините, ледниците и реките. Отчетено е минераложкото им разнообразие при различната физико-химична обстановка на езерните водоими. Ценни са палеогеографските реконструкции, които авторът привежда в подкрепа на теригенното им начало или автогенното им образуване по литературни данни.

В третата част на книгата („От сушата към морето“) са разгледани произходът и поведението на глинестите минерали и съпровождащите ги компоненти в преходната обстановка на седиментация, каквато предлагат естуариите и делтите. Разгледана е връзката между състава на глинестите утайки и този на прилежащите континентални части, изградени от различни почви и скални комплекси. Значително място е отделено на катонния обмен и химическите преобразувания на границата „сладководна маса — морска вода“; на механизма на транспорт и отлагане при контрола на споменатата граница. Засегнати са и въпросите на сортировка в съвременните и древните глинести утайки, механизма на еоличен транспорт, състава на еоличните маси, както и ролята на теригения привнос от глина в океаните, контролиран от

¹ Chamley, Hervé. 1989. *Clay Sedimentology*. Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Springer Verlag. 623 p.