

## АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ КРУГОВИХ СТРУКТУРНИХ ДІАГРАМ, РЕАЛІЗОВАНИЙ У СЕРЕДОВИЩІ ГІС

© Н.В. Шафранська, 2011

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Clock-diagrams are used in structural geology for graphic representation of results from statistical manipulation of structural attitude measurements. Special software module was developed for the diagram plotting. A clock-diagram is plotted on the base of vector image. This module optimizes the plotting procedure and gives additional potentials to select diagram characteristics and format it.

**Keywords:** structural clock-diagrams, software module, GIS.

**Вступ.** Кругові (азимутальні) діаграми мають широке застосування, зокрема в структурній геології, де часто використовують статистичну обробку замірів елементів залягання тріщин та їх графічне зображення. Суть графічного способу сумарного зображення елементів залягання тріщин полягає у складанні того чи іншого типу діаграм.

Найбільш поширеними та інформативними вважають стереографічні проєкції (або кругові діаграми в ізолініях) [1]. Вони виявляють переважне простягання тріщин та кількісні співвідношення тріщин з різним падінням.

Під час складання діаграм тріщинуватості у прямокутній системі координат можна показувати залежність між кількістю тріщин (по осі ординат) та якимось одним з елементів їхнього залягання (по осі абсцис). Діаграма виглядає як ламана лінія з піками, що відображають найбільшу кількість тріщин того чи іншого елемента залягання [1].

Ці самі дані можуть бути подані у вигляді кругових діаграм. Принцип їх побудови полягає у тому, що кожен замір тріщини відкладають у вигляді відрізка певної довжини від центра діаграми у напрямку простягання тріщини. Проте зазвичай на діаграмі відкладають не довжину окремих тріщин, а класи тріщин певного простягання. Всі виконані заміри розподіляють на 36 класів з інтервалом у  $5^\circ$  або на 18 класів з інтервалом у  $10^\circ$  і т. д. Для цього обчислюють кількість тріщин, що належать до кожного з ви-

ділених класів. Далі обирають відповідний масштаб і кількість тріщин, що припадає на кожен клас у вибраному масштабі [2]. При цьому промені своєю довжиною можуть відображати кількість замірів елементів залягання, кількість тріщин у кожному секторі (в абсолютних або відносних величинах), а також загальну довжину тріщин у секторі [3].

**Постановка проблеми.** На простій променевій діаграмі промені зображають у вигляді ліній різної довжини (рис. 1, а). Іноді промені показують не лінією, а вузьким сектором, ширина якого дорівнює одному поділу кола (рис. 1, б). На розі-діаграмі кінці променів послідовно з'єднують прямими лініями [1] (рис. 1, в).

За допомогою описаних діаграм зазвичай подають результати статистичної обробки структур, для яких відомий лише один з елементів залягання (кут падіння або азимут простягання). Наприклад, у разі використання результатів дешифрування аерофотознімків падіння структур не може бути визначено [3]. Крім того, такі діаграми (звичайно у вигляді півкола) можна використовувати для зображення структур, кут падіння яких визначають за розрізами.

Слід зауважити, що описані діаграми застосовують у структурній геології для відображення елементів залягання не лише тріщин, а й розломів, осей складок ([4] та ін.), а також лінійних геологічних тіл, що заповнюють розривні порушення (дайок, жил, тіл метасоматитів, рудних тіл) [5, 6]. Оскільки розломи часто відрізняють-

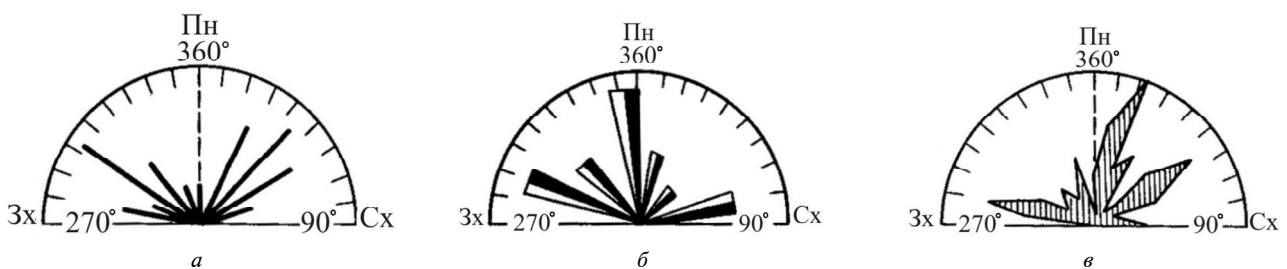


Рис. 1. Типи кругових структурних діаграм, за [1]: а, б – променеві, в – роза-діаграма

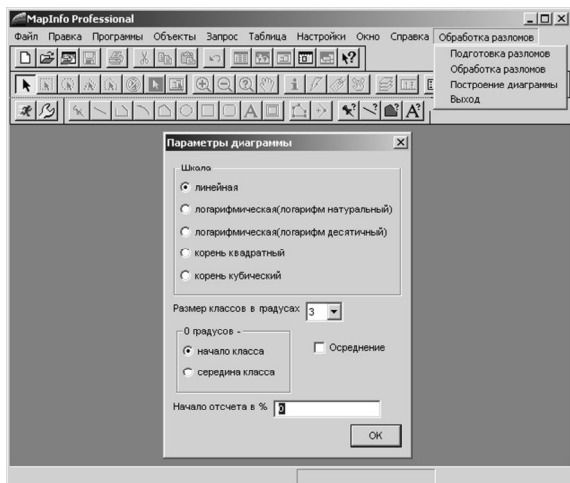


Рис. 2. Интерфейс программного модуля для побудови кругових структурних діаграм

ся від тріщин своєю криволінійністю та неправильною формою, то зазвичай на діаграмі відкладають не їхню кількість, а кількість або довжину прямолінійних одиничних відрізків, з яких вони складаються.

Більшість програмних пакетів (у тім числі Excel) використовують як вихідні дані кількість (суми довжин) об'єктів по інтервалах і виконують лише їхню візуалізацію. В свою чергу, отримання таких даних є окремим завданням під час побудови діаграм.

**Результати.** Для виконання повного циклу операцій в процесі побудови кругових структурних діаграм в ГІС-середовищі на мові MapBasic було написано відповідний програмний модуль, що з'являється у вигляді пункту меню MapInfo (рис. 2).

Для застосування цього модуля як вихідні дані використовують векторне зображення відповідних

(полі)лінійних об'єктів. Послідовність обробки даних можна подати у такому вигляді [7] (рис. 3).

1. Підпрограма "Підготовка розломів". На основі лінійних об'єктів, що зображені у векторному вигляді, створюють файл проміжних результатів, який містить прямолінійні відрізки; для кожного з відрізків обчислюють координати початку та кінця лінії, їхню довжину (абсолютну та відносну), азимут простягання. Якщо у вихідному векторі наявні полілінійні об'єкти, їх автоматично розбивають на складові відрізки та піддають описаній процедурі.
2. Підпрограма "Обробка розломів". На основі даних, що містяться у файлі проміжних результатів, визначають суму відносних довжин лінійних об'єктів для кожного інтервалу, виділеного за азимутами простягання. Розмір інтервалів (зазвичай 5 або 10°) задається користувачем.

Серед іншого, розмір інтервалів залежить від розміру та показності вибірки вихідних даних (чим менш якісна вибірка, тим більший потрібен розмір інтервалу і, відповідно, схематичнішою буде діаграма).

3. Підпрограма "Побудова діаграми". За отриманими даними будують азимутальну діаграму. Для впевненого виявлення характерних "діагностичних" особливостей діаграми суттєвим є вибір не лише розміру інтервалу, а й шкали відображення даних [8]. Крім лінійної та логарифмічної шкали (на основі натурального та десяткового логарифмів) існує можливість побудов у шкалах з використанням квадратного та кубічного кореня (див. рис. 2).

Якщо на діаграмі не всі максимуми виділяються досить чітко, менш розвинуті з них "випа-



Рис. 3. Принципова схема алгоритму, покладеного в основу програмного модуля для побудови кругових структурних діаграм

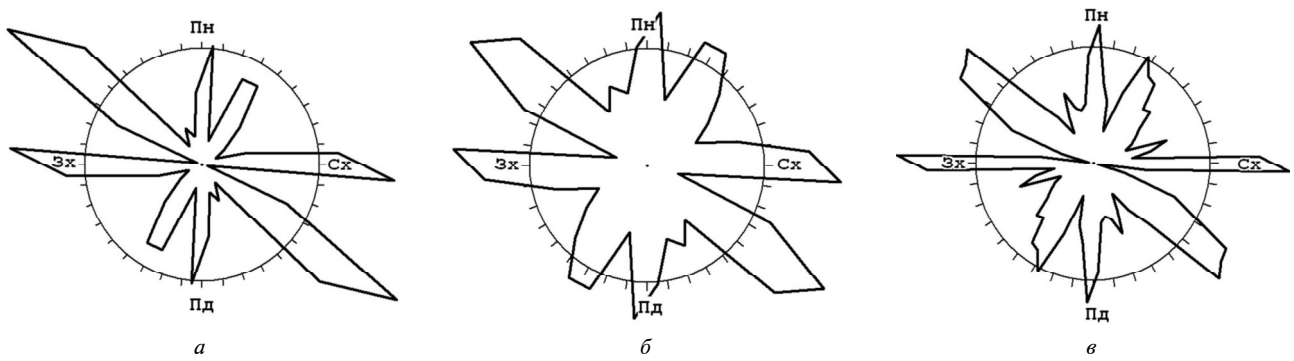


Рис. 4. Підбір параметрів діаграми на прикладі діаграми простягання розломів Вовчанського виступу Приазовського блока Українського щита: *a* – шкала лінійна, інтервал об’єднання даних 10°; *б* – шкала корінь квадратний, інтервал об’єднання даних 10°; *в* – шкала корінь квадратний, інтервал об’єднання даних 5°

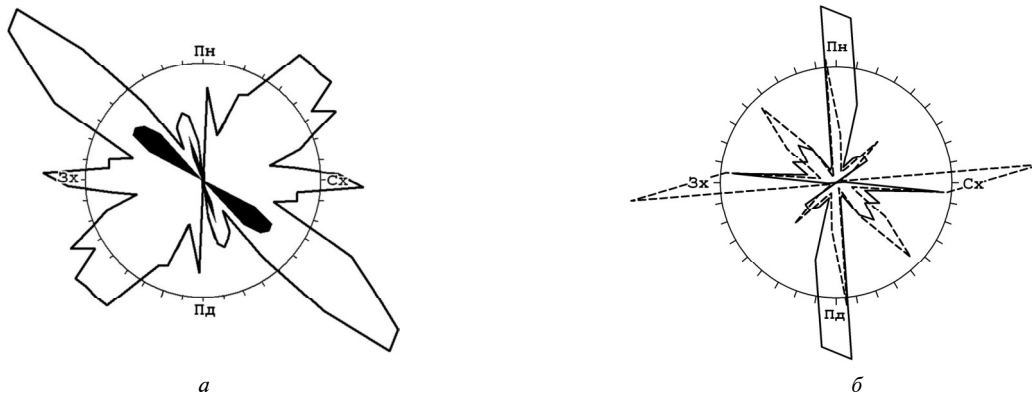


Рис. 5. Порівняння діаграм за суміщенням: *a* – на прикладі діаграм простягання розломів і дайок Вовчанського виступу Приазовського блока Українського щита; *б* – на прикладі діаграм простягання розломів Західноінгулецької зони щита, побудовані на основі карт різних авторів

дають з поля зору”. Використання нелінійних шкал дає змогу “виявляти” такі максимуми на азимутальній діаграмі. Приклад підбору параметрів діаграми (розмір інтервалів, шкала) показано на рис. 4.

Необхідно пам’ятати, що за використання будь-якої шкали, крім лінійної, довжина променів (максимумів) діаграми не пропорційна довжині структур відповідного напрямку. Важливо також зауважити, що точність відображення максимумів діаграми залежить від точності її побудови – розміру інтервалів. Це слід враховувати під час аналізу (інтерпретації) діаграми.

Власне діаграма відображається у новому вікні карти і є доступною для редагування. Можна змінювати будь-які її атрибути (шрифти, стилі та

колір ліній, їхню товщину тощо). Крім того, можна порівнювати різні діаграми (діаграми, побудовані за різними картами, діаграми простягання розломів і дайок, діаграми природних об’єктів з модельними діаграмами та ін.) за їхнім суміщенням (рис. 5).

Оскільки проміжні результати записують у спеціальні тимчасові файли, то, за потреби, можна виконувати не всю процедуру побудови діаграми поетапно, а лише необхідну частину: будувати діаграму за вже виконаними розрахунками, порівняти результати розрахунків у числовому вигляді, візуалізувати результати за допомогою інших програмних пакетів (Excel, STATISTICA та ін.) (рис. 6, 7).

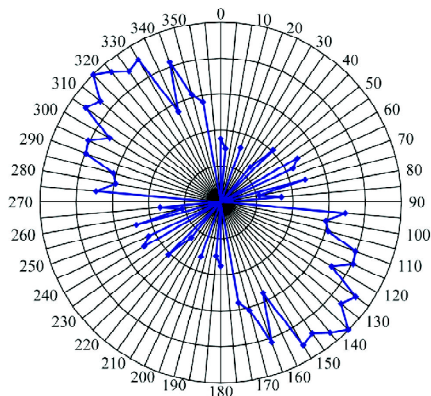


Рис. 6. Діаграма, побудована в пакеті Excel за розрахунками, виконаними в програмі MapInfo (на прикладі простягання розломів валу, западина Андрусєва Чорного моря)

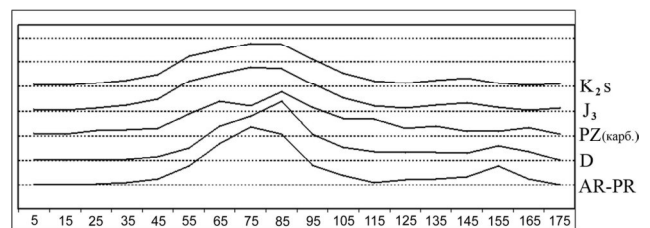


Рис. 7. Гістограми простягання розломів окремих структурних ярусів північно-західного шельфу Чорного моря, побудовані в пакеті Excel за розрахунками, виконаними в програмі MapInfo. По осі абсцис – азимут простягання розломів (у кутових градусах), по осі ординат – їх відносна довжина (у відсотках від загальної довжини розломів вибірки)

Створений програмний модуль є зручним і сучасним інструментом побудови кругових структурних діаграм і може вивести на новий якісний рівень за оперативністю та трудомісткістю дослідження, що включають побудову діаграм.

Алгоритм, покладений в основу описаного модуля, дає додаткові можливості щодо підбору параметрів діаграми та її оформлення порівняно зі стандартними програмними пакетами.

1. *Павлинов В.Н.* Трещиноватость горных пород. Графическое изображение результатов статистической обработки замеров элементов залегания трещин // Структурная геология и геологическое картирование с основами геотектоники. Ч. 1. Структурная геология. – М.: Недра, 1979. – 216–227.
2. *Ажгирей Г.Д.* Делимость и трещиноватость горных пород. Обработка материалов по трещинной тектонике // Структурная геология. – М.: Изд-во Моск. унта, 1956. – С. 268–272.
3. *Хиллс Е.Ш.* Плоскостные, линейные и трещинные структуры. Региональная геометрия структур. Стати-

стическое изучение // Элементы структурной геологии. – М., 1967. – С. 141–148.

4. *Уткин В.П.* Сдвиговые дислокации, магматизм и рудообразование. – М.: Наука, 1989. – 166 с.
5. *Михальченко І.І., Шафранська Н.В.* Розломна будова північно-східної частини Софіївсько-Компаніївської зони Українського щита // Зб. наук. праць Ін-ту геол. наук НАН України. – 2009. – Вип. 2. – С. 34–37.
6. *Занкевич Б.О.* Структурні критерії протоактивізації Середньопридніпровського блока Українського щита // Вісн. Київ. нац. ун-ту ім. Т. Шевченка. Геологія. – 2004. – № 32. – С. 44–47.
7. *Шафранська Н.В.* Структурно-парагенетичний аналіз тектонічних структур в середовищі ГІС // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – К., 2009. – С. 299–306.
8. *Шафранская Н.В.* Методики построения и использования диаграмм в структурно-парагенетическом анализе (на примере вала Андрусова Черноморской впадины) // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2008. – № 2. – С. 140–150.

*Надійшла до редакції 17.03.2010 р.*

*Н.В. Шафранська*

#### **АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ КРУГОВИХ СТРУКТУРНИХ ДІАГРАМ, РЕАЛІЗОВАНИЙ У СЕРЕДОВИЩІ ГІС**

Кругові (азимутальні) діаграми використовують у структурній геології для графічного відображення результатів статистичної обробки замірів елементів залегання структур. Для побудови таких діаграм створено спеціальний програмний модуль, що на основі векторного зображення структур здійснює побудову кругової діаграми в автоматичному режимі. Його використання оптимізує процес побудови, а також дає додаткові можливості з підбору параметрів діаграми та її оформлення.

**Ключові слова:** кругові структурні діаграми, програмний модуль, ГІС.

*Н.В. Шафранская*

#### **АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ КРУГОВЫХ СТРУКТУРНЫХ ДИАГРАММ, РЕАЛИЗОВАННЫЙ В ГИС-СРЕДЕ**

Круговые (азимутальные) диаграммы используются в структурной геологии для графического отображения результатов статистической обработки замеров элементов залегания структур. Для построения таких диаграмм создан специальный программный модуль, который на основе векторного изображения структур осуществляет построение круговой диаграммы в автоматическом режиме. Его использование оптимизирует процесс построения, а также дает дополнительные возможности по подбору параметров диаграммы и ее оформлению.

**Ключевые слова:** круговые структурные диаграммы, программный модуль, ГИС.