СТРУКТУРЫ ГРАНИТОВ САЛМИНСКОГО ПЛУТОНА, КАРЕЛИЯ

Войтеховский Ю.Л.^{1,2}, Петров Д.А.¹, Захарова А.А.¹

¹ Санкт-Петербургский Горный университет, Санкт-Петербург,
voytekhovskiy_yul@pers.spmi.ru

² Геологический институт ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты, woyt@geoksc.apatity.ru

В предыдущей статье авторов [3] показано, как математический метод, изложенный в работах [4-6], позволяет однозначно идентифицировать структуру горной породы, в первую очередь для расчленения и картирования гранитоидных интрузий [7]. Рассмотренный пример – граниты массива Акжайляу [1] – может показаться слишком простым, поскольку физиография горной породы сведена к соотношению зёрен кварца и полевых шпатов. Далее рассмотрен пример, более приближённый к действительности – граниты Салминского плутона, Карелия [2], в которых различены пять минеральных фаз (рис. 1, 2): кварц (жёлтый), плагиоклаз (голубой), К-На полевой шпат (красный), биотит (грязно-зелёный) и акцессории (фиолетовый). Для определённости поставим вопрос, различаются ли петрографические структуры в двух данных шлифах?

В обоих случаях матрицы $[P_{ij}]$ вероятностей межзерновых контактов приводятся к диагональному виду, отвечающему структуре S_5^2 . Структурная индикатриса – трёхполостный гиперboloид в пространстве $(m_1, m_2, \dots, m_5)$. Индексы соответствуют строкам и столбцам матриц и означают: 1 – кварц, 2 – плагиоклаз, 3 – К-На полевой шпат, 4 – биотит, 5 – акцессории. Таким образом, оба образца относятся к одному структурному типу, хотя их органи-

Рис. 1. Петрографический шлиф №1. Среднезернистый питеклит, основная масса без порфировых вкрапленников. Раскраска условная, пояснения в тексте. Размер по вертикали 1 см.

Рис. 2. Петрографический шлиф №2. Порфировидный микроклин-альбитовый гранит, основная масса без вкрапленников. Размер по вертикали 1 см.

зация, фиксируемая всей совокупностью вероятностей p_{ij} межзерновых контактов, несколько различна.

$$\begin{bmatrix} 164 & 87.5 & 106.5 & 7 & 10.5 \\ 87.5 & 35 & 49.5 & 2.5 & 3.5 \\ 106.5 & 49.5 & 46 & 1.5 & 3.5 \\ 7 & 2.5 & 1.5 & 1 & 3.5 \\ 10.5 & 3.5 & 3.5 & 3.5 & 2 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} + & & & & \\ & + & & & \\ & & - & & \\ & & & - & \\ & & & & - \end{bmatrix} \rightarrow S_5^2$$

$$\begin{bmatrix} 148 & 98 & 182 & 21.5 & 4.5 \\ 98 & 53 & 102.5 & 15 & 2 \\ 182 & 102.5 & 105 & 17.5 & 2.5 \\ 21.5 & 15 & 17.5 & 5 & 2.5 \\ 4.5 & 2 & 2.5 & 2.5 & 0 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} + & & & & \\ & + & & & \\ & & - & & \\ & & & - & \\ & & & & - \end{bmatrix} \rightarrow S_5^2$$

Анализ шлифов может быть продолжен, поскольку акцессории и биотит составляют в граните весьма малую долю. Применим метод вычитания акцессориев [6], поочерёдно удаляя их из рассмотрения, т.е. убирая соответствующие строки и столбцы из матриц $[P_{ij}]$. Без акцессориев в обоих случаях получаем тип структуры S_4^2 . Индикатриса – двуполостный гиперboloид в пространстве (m_1, m_4, m_3, m_4) .

$$\begin{bmatrix} 164 & 87.5 & 106.5 & 7 \\ 87.5 & 35 & 49.5 & 2.5 \\ 106.5 & 49.5 & 46 & 1.5 \\ 7 & 2.5 & 1.5 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} + & & & \\ & + & & \\ & & - & \\ & & & - \end{bmatrix} \rightarrow S_4^2$$

$$\begin{bmatrix} 148 & 98 & 182 & 21.5 \\ 98 & 53 & 102.5 & 15 \\ 182 & 102.5 & 105 & 17.5 \\ 21.5 & 15 & 17.5 & 5 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} + & & & \\ & + & & \\ & & - & \\ & & & - \end{bmatrix} \rightarrow S_4^2$$

Без биотита получаем структуры S_4^1 и S_4^2 . Индикатрисы – трёхполостный и двуполостный гиперboloиды в пространстве (m_1, m_4, m_3, m_4) . Вместе с предыдущим результатом это означает, что в петрографическом шлифе №1 акцессории и биотит образуют статистически эквивалентные срастания, а в шлифе №2 – разные.

$$\begin{bmatrix} 164 & 87.5 & 106.5 & 10.5 \\ 87.5 & 35 & 49.5 & 3.5 \\ 106.5 & 49.5 & 46 & 3.5 \\ 10.5 & 3.5 & 3.5 & 2 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} + & & & \\ & + & & \\ & & - & \\ & & & - \end{bmatrix} \rightarrow S_4^2$$

$$\begin{bmatrix} 148 & 98 & 182 & 4.5 \\ 98 & 53 & 102.5 & 2 \\ 182 & 102.5 & 105 & 2.5 \\ 4.5 & 2 & 2.5 & 0 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} + & & & \\ & - & & \\ & & - & \\ & & & - \end{bmatrix} \rightarrow S_4^1$$

Без акцессориев и биотита основная (каркасообразующая) часть изучаемых гранитов имеет структуру S_3^1 . Индикатриса – двуполостный гиперboloид в пространстве (m_1, m_2, m_3) .

$$\begin{bmatrix} 164 & 87.5 & 106.5 \\ 87.5 & 35 & 49.5 \\ 106.5 & 49.5 & 46 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} + & & \\ & - & \\ & & - \end{bmatrix} \rightarrow S_3^1$$

$$\begin{bmatrix} 148 & 98 & 182 \\ 98 & 53 & 102.5 \\ 182 & 102.5 & 105 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} + & & \\ & - & \\ & & - \end{bmatrix} \rightarrow S_3^1$$

Таким образом, предложенный ранее математический метод типизации петрографических структур по статистикам межзерновых срастаний позволяет выявлять даже тонкие особенности организации горных пород. Это позволяет применять его для расчленения и картирования гранитоидных интрузий. Рутинные алгебраические операции с как угодно большими матрицами компьютеризованны [8].

Список литературы

1. Бескин С.М., Ларин В.Н., Марин Ю.Б. Редкометалльные гранитовые формации. Л.: Недра. 1979. 280 с.
2. Бескин С.М., Лишневский Э.Н., Диденко М.И. Строение Питкярантского гранитного массива в Северном Приладожье, Карелия // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1983. № 3. С. 19-26.
3. Войтеховский Ю.Л., Захарова А.А. Структура гранита массива Акжай-ляу, Казахстан // Наст. сборник.
4. Войтеховский Ю.Л. К проблеме организации горных пород // Изв. ВУЗов. Геол. и разведка. 1991. № 10. С. 34-39.
5. Войтеховский Ю.Л. Приложение теории квадратичных форм к проблеме классификации структур полиминеральных горных пород // Изв. ВУЗов. Геол. и разведка. 1995. № 1. С. 32-42.
6. Войтеховский Ю.Л. Количественный анализ петрографических структур: метод структурной индикатрисы и метод вычитания аксессуариев // Изв. вузов. Геол. и разведка. 2000. № 1. С. 50-54.
7. Добрецов Г.Л., Марин Ю.Б., Бескин С.М., Лесков С.А. Принципы расчленения и картирования гранитоидных интрузий и выделения петролого-металлогенических вариантов гранитидных серий. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ. 2007. 80 с.
8. <http://www.wolframalpha.com/examples/mathematics/linear-algebra/>