

Около 2,1 млрд лет назад земная кора БПП находилась в области влияния суперплюма, расположенного под восточной частью Фенноскандинавского щита и ответственного за формирование ятулийских платобазальтов и роев мафических даек Карельского архейского кратона, а также даек коронитовых габбро БПП.

В период примерно с 2,0 до 1,85 млрд лет БПП вовлекается в коллизионные и позднеколлизионные процессы, связанные с формированием Лапландско-Кольского орогена [1]. Позднесвекофеннские (1,85-1,74 млрд лет) термальные события в БПП могут быть связаны с позднеколлизионными процессами лапландской и свекофеннской орогении.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 06-05-64876).

ЛИТЕРАТУРА

1. Балаганский В.В. Главные этапы тектонического развития северо-востока Балтийского щита в палеопротерозое. Автореф. докт. ...геол.-мин. наук. СПб. 2002. 32 с.
2. Глебовицкий В.А., Миллер Ю.В., Другова Г.М. и др. Структура и метаморфизм Беломоро-Лапландской коллизионной зоны // Геотектоника. 1996. № 1. С. 63–75.
3. Миллер Ю.В. Структура архейских зеленокаменных поясов. Л.: Наука. 1988. 144 с.
4. Миллер Ю.В. Тектоника области сочленения Беломорского подвижного пояса и Карельского кратона // Геотектоника. 2002. № 4. С. 14–25.
5. Миллер Ю.В., Мыскова Т.А., Милькевич Р.И. Супракrustальные образования тектонических окон краевой части Карельского кратона (Северо-западное Беломорье) // Геотектоника. 2002. № 1. С. 13–28.
6. Миллер Ю.В., Милькевич Р.И. Покровно-складчатая структура Беломорской зоны и ее соотношение с Карельской гранит-зеленокаменной областью // Геотектоника. 1995. № 6. С. 80–93.
7. Минц М.В., Берзин Р.Г., Заможняя Н.Г. и др. Строение и эволюция коры и верхней мантии восточной части Балтийского щита: геологическая интерпретация сейсморазведочных материалов по профилю 4В // Глубинное строение и эволюция земной коры восточной части Фенноскандинавского щита: профиль Кемь-Калевала. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. С. 157–190.
8. Минц М.В., Сулейманов А.К., Заможняя Н.Г., Ступак В.М. Объемная модель глубинного строения Карело-Беломорской области Фенноскандинавского щита: профили 1-ЕВ, 4В, FIRE-1 // Модели земной коры и верхней мантии. Материалы Межд. науч.-практ. семинара. СПб.: ВСЕГЕИ, 2007. С. 115–119.
9. Самсонов А.В., Берзин Р.Г., Заможняя Н.Г. и др. Процессы формирования раннедокембрийской коры Северо-Западной Карелии, Балтийский щит: результаты геологических, петрологических и глубинных сейсмических (профиль 4В) исследований // Глубинное строение и эволюция земной коры восточной части Фенноскандинавского щита: профиль Кемь – Калевала. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. С. 109–143.
10. Сибелев О.С., Травин В.В., Степанова А.В. Котозерская зона тектонического меланжа (Беломорский подвижный пояс) // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2002. Вып. 5. С. 27–40.
11. Сибелев О.С., Кушкова Н.С., Анисимов П.Н. Тектонометаморфиты зон меланжа Беломорского подвижного пояса (на примере структуры р-на оз. Коржино) // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 9. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. С. 23–36.
12. Слабунов А.И. Геология и геодинамика Беломорского подвижного пояса Фенноскандинавского щита. Автореф. докт. дисс. М.: ГИН РАН. 2005. 46 с.
13. Сыстра Ю.И. Структурная эволюция Беломорид Западного Беломорья. Л.: Наука. 1978. 168 с.
14. Травин В.В. Котозерская тектоническая зона – сместитель позднеархейских покровов Беломорского подвижного пояса // Проблемы геодинамики и минерализации Восточно-Европейской платформы. Мат-лы межд. конф. Воронеж, 2002. С. 100–103.
15. Шарков Е.В., Богатиков О.А., Красивская И.С. Роль мантийных плюмов в тектонике раннего докембрия восточной части Балтийского щита // Геотектоника. 2000. № 2. С. 3–25.

ФОРМУЛЫ ШЛЕФЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА ЗАКОНОВ ОРГАНИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ПОРОД

Смирнова Н.Л.

Московский государственный университет, г. Москва, snl194@mail.ru

Поскольку все системы подчиняются единым законам организации, то закономерности, проявляющиеся явно в одной системе могут быть выявлены в другой системе, где они проявляются латентно. Рассмотрение одних и тех же разномасштабных признаков, исследуемых разными дисциплинами, позволяет глубже изучить общность и различие явлений и фактов. Поверхность – универсальный признак. В частности поверхность природных объектов может быть полигональной. Более того, поверхность из точек может быть преобразова-

на в полигональную в результате построения разбиений Дирихле-Вороного (ДВ) [1, 2, 3 и др.]. Для разбиений ДВ можно построить дуальные полигональные разбиения (Кеплера-Лавеса), Делоне (РД), и наоборот.

Для природных полигональных поверхностей покрытых точками – вершинами можно также построить разбиения ДВ и РД. Но эти разбиения отнюдь не обязательно будут соответствовать природным полигональным поверхностям. Ранее нами были изучены природные поверхности разнообразных геологических объектов: гипсометрической карты, кливажа, кальдеры, фрустума, внешних форм минералов, сетчатые сечения и проекции кристаллических структур, а также биологических, молекулярных структур, разбиений ДВ, Розы, Пенроуза и других полигональных структур [4, 5, 6, 7 и др.]. Проведен анализ регулярных и нерегулярных структур для выявления закономерностей их строения. Установлена координация вершин, n -гонов (универсальная характеристика графов, которыми являются все полигональные поверхности).

Полигональные поверхности состоят из n -гонов (многоугольников, вершинников, тайлов, петель) и представляя собой графы-сети – разбиения административные, Блатова-Сережкина, Войтеховского-Степенщикова, Грюнбаума-Шеффера, Даамса-Вилларда, Делоне, Дирихле-Воронова, Кеплера-Лавеса, Кретенхердта, природные, Смирновой, транспортные, Шубникова и другие. Координационные сферы вершин, n -гонов называются короной, в частности звездой векторов смежности, звездой Делоне. Вершины, ребра, n -гоны примыкающие к центру короны называются лигандами, а число вершин, число ребер, число n -гонов примыкающих к центру называется координационным числом (полусинонимы КЧ, степень, связность, поделенность). Короны, в том числе звезды Делоне, можно отобразить формулами Шлефли. Эти формулы состоят из последовательности цифр. Цифры означают n n -гонов примыкающих к вершине (формулы Вг). Нами формулы Шлефли использованы для анализа любых корон. Помимо формул Вг нами введены также формулы Вв (цифры означают КЧ вершин последовательно примыкающих к центру), формулы Гр (цифры означают n последовательности n -гонов примыкающих к центральному n -гону по ребрам), формулы Гв (цифры означают КЧ вершин центрального n -гона). Формулы Шлефли нами модифицированы. В прямых скобках приводятся разные смежные лиганды в виде последовательностей цифр или соответствующих букв (формулы пб), а в угловых – последовательности чисел идентичных смежных лигандов (наборы коэффициентов) – формулы пк. Введены также формулы пбк и ФГ (ВВ, ВГ, ГВ, ГР) состоящие из разных цифр – лигандов следующих от меньшего значения к большему.

В [3] получены индексы звезд Делоне для разных типов гранита. Для этого были рассмотрены зарисовки образцов ведущих фаз гранита. Системы точек разбиения Делоне заданы центрами отдельно расположенных субагрегатов кварца. Позиции центров вычислены с помощью встроенной функции программной среды. Для вершин полигональной поверхности образованной центрами определены индексы звезд Делоне и приуроченность их встречаемости к различным типам гранитов. Индексы звезд Делоне: 333, 3333, 33333, 333333, 3333333, 33333333, 334, 3334, 3344, 33334, 33344, 333334, 333344, 3333334, 33333334, 333333334, 33335, 3333345, 3434, 33434, 333434, 3333434, 3334334. Не трудно видеть, что индексы звезд Делоне – это формулы Шлефли. Приводим эти индексы в виде наших модифицированных формул: **Вг** |а|<3, 4, 5, 6, 7, 8>|3|, |аb|<21, 31, 22, 41, 32, 51, 42, 61, 71, 81>|34|, |аb|<21>|43|, |аb|<41>|35|, |аbc|<511>|345|, |аbab|<1111, 2111, 3111, 4111, 3121>|3434|,

Для одного из образцов (рис. а) из [3] нами определены формулы Вг и дополнительно также формулы Вв, Гв, Гр, ГФ (ВГ, ВВ, ГВ, ГР), пб., пбк, пк.

Вв: **3** – |аbс|<111>|478|, **4** – |а|<4>|6|, |аb|<31>|58, 68, 76|, |аb|<22>|67|, |аbс|<211>|579, 654, 657, 658, 678, 756, 758, 759|, |аbab|<1111>|6767|, |аbac|<1111>|5654, 5657, 5759|, |абcd|<1111>|3687, 5678, 5768|, **5** – |аb|<41>|56, 67, 68|, |аb|<32>|56, 65|, |аbс|<311>|564, 568, 658, 678, 746, 749|, |аbс|<221>|564, 567, 576, 586|, |аbab|<2111>|5656, 6565|, |аbac|<2111>|5658, 6567|, |аbac|<1211>|5654, 5756, 6567, 6568|, |абcd|<2111>|5478, 5496, 5648, 5678, 6475, 6749, 7468, 7568, 7648, 8467, 8476|, |аbabс|<11111>|56567, 57578, 74746|, |абacd|<11111>|56548, 65647, 65678, 68647, 68657, 74756, 75768|, |абcde|<11111>|47568|,

6 – |а|<6>|6|, |аb|<51>|58, 65|, |аb|<42>|58, 65|, |аbс|<411>|568, 658|, |аbс|<321>|567, 578, 654/11/, 657, 658, 675|, |аbab|<2211>|5656|, |аbac|<3111>|6465, 6467, 6568|, |аbac|<1311>|4647, 5654, 5657, 8684|, |аbac|<2211>|6567, 6568, 6768, 7574|, |аbac|<2121>|6568, 7476|, |абcd|<3111>|6458, 6485|, |абcd|<2211>|4568, 5643, 5674, 6748|, |аbabс|<21111>|67675|, |абacd|<21111>|65647, 65687|, |абacd|<12111>|45486, 56574, 56579, 75746, 76745|, |абacd|<11121>|54576, 57568, 68675|, |абcde|<21111>|74658, 76485|,

7 – |аbс|<511>|647|, |аbac|<3211>|5856|, |аbabс|<21121>|65657|, |абacd|<31111>|56594|, |абacd|<13111>|85834|, |абacd|<21211>|65678|, |абacd|<21121>|79764|, |аbabac|<121111>|656567, 757578|, |аbabcd|<121111>|474789|, |аbacbd|<211111>|565467, 575974|, |аbacdc|<211111>|797454|, |абcabd|<121111>|567568, 756758|, |абcade|<211111>|657684|, |аbabacd|<1111111> (новая) |6565647|, |аbacabd|<1111111>|6567654|, |аbacade|<1111111>|6465697|, |аbacbde|<1111111>|5456487|, |аbacbdc|<1111111>|6467547, 7576456|, |аbacdec|<1111111>|5856476, 7974864|,

8 – |аbс|<521>|584|, |абcd|<4211>|65573|, |абcd|<3221>|7465|, |абacd|<13121>|56584|, |аbacde|<121211>|585647|, |абcabс|<311111>|657657|, |аbabacd|<1111121>|6565679|, |аbabacd|<2111111>|5656857|, |аbacbde|<2111111>|5685467|, |аbacabec|<11111111>|56745687|,

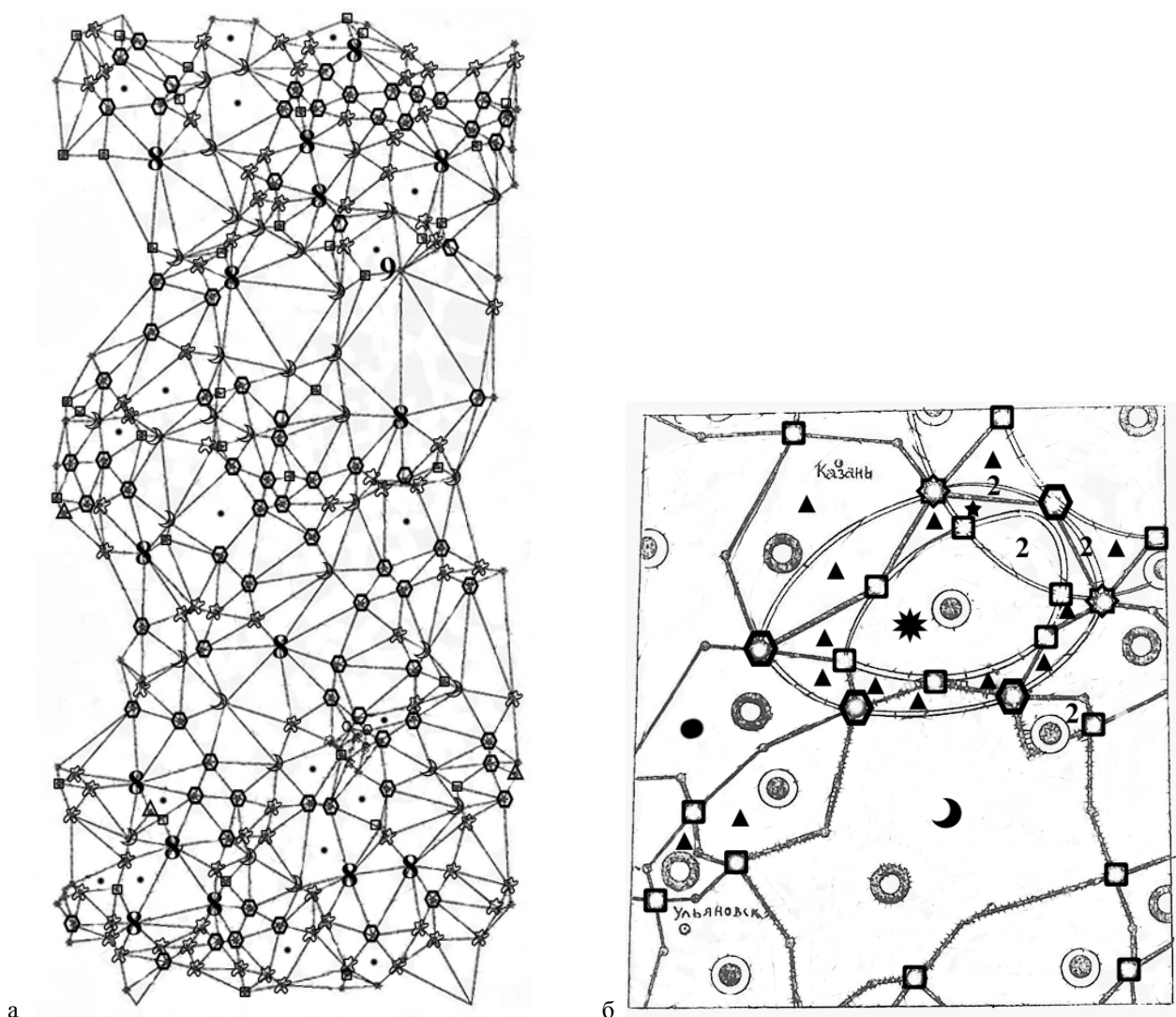


Рис. а. Фрагмент структуры Выборгского гранита рапакиви по [3] с дополнением. б. Геодиполи (полярные блоки) по [8] с дополнением. Мелкие сектора не показаны.

Обозначения. КЧ 3 – 3-гон, 4 – квадрат (вершина), точка (п-гон), 5 – 5-гон (вершина), 6 – 6-гон (вершина), солнце (п-гон), 7 – месяц (вершина, п-гон), 8, 9 – цифра, 8-гон (вершина)

9 – $[abacd|<11151>|54576|]$, $[ababcdc|<3111111>|5656474|]$, 10 – $[ababcede|<111111111>|5656874574|]$,

пб $[a, ab, abc, abab, abac, abcd, ababc, abacd, abcde, ababac, ababcd, abacad, abacbd, abacdc, abacde, abcabc, abcabd, abcade, ababacd, ababcad, ababcdc, abacabd, abacade, abacbde, abacbd, abacdec, abcadbe, abcdabec, ababcdeade|]$,

пбк $[a|<4>, |ab|<21, 31, 22, 41, 32, 51, 42>, |abc|<111, 211, 311, 221, 411, 321, 511, 521>, |abab|<1111, 2111, 2211, 3211>, |abac|<1111, 2111, 1211, 3111, 1311, 2211, 2121>, |abcd|<1111, 2111, 3111, 2211, 4211, 3221>, |ababc|<11111, 21111, 21121>, |abacd|<11111, 21111, 12111, 11121, 31111, 13111, 21211, 21121, 31211, 11115>, |abcde|<11111, 21111>, |ababac|<111111, 121111>, |ababcd|<121111>, |abacad|<111111>, |abacbd|<111111, 211111>, |abacdc|<211111>, |abacde|<121211>, |abcabc|<311111>, |abcabd|<121111>, |abcade|<211111>, |ababacd|<1111111, 1111121>, |ababcad|<2111111>, |ababcdc|<3111111>, |abacabd|<1111111>, |abacade|<1111111>, |abacbde|<1111111>, |abacdb|<1111111>, |abacdec|<1111111>, |abcadbe|<2111111>, |abcdabec|<11111111>, |ababcdeade|<111111111>,$

пк $<21, 31, 22, 41, 32, 51, 42, 33, 43, 111, 211, 311, 221, 411, 321, 511, 421, 331, 521, 1111, 2111, 3111, 2211, 3211, 4211, 3221, 11111, 21111, 31111, 22111, 51111, 32111, 111111, 211111, 311111, 221111, 1111111, 2111111, 11111111, 111111111>$,

ВВ $[6, 56, 58, 67, 68, 456, 457, 458, 467, 468, 479, 567, 568, 578, 579, 678, 3456, 3458, 3567, 3678, 4567, 4568, 4569, 4578, 4579, 4678, 4679, 4789, 5678, 5679, 45678, 45679, 46789|]$,

Вг: 3 – $|ab|<21>|34|$, 4 – $|a|<4>|3|$, $|ab|<31>|34|$, $|ab|<22>|34|$, 5 – $|a|<5>|3|$, $|ab|<41>|34|$, $|ab|<32>|34|$, $|abab|<2111>|3434|$, 6 – $|a|<6>|3|$, $|ab|<51>|34|$, $|abab|<3111>|3434|$, 7 – $|a|<7>|3|$, $|ab|<61>|34|$, $|abab|<4111>|3434|$, $|abab|<3121>|3434|$, 8 – $|a|<8>|3|$, $|ab|<71>|34|$, 9 – $|ab|<81>|34|$,

пб $|a, ab, abab|$, **пбк** $|a|<4, 5, 6, 7>$, $|ab|<21, 31, 22, 41, 32, 51, 61, 71, 81>$, $|abab|<2111, 3111, 4111, 3121>$, **пк** $<4, 5, 6, 7, 21, 31, 22, 41, 32, 51, 61, 71, 81, 2111, 3111, 4111, 3211>$, **ВГ** $|3, 34, 3434|$,

Гв: 3 – $|a|<3>|5, 6, 7, 8|$, $|ab|<21>|56, 57, 58, 64, 65, 67, 68, 75, 76, 78, 79, 85, 86, 87|$, $|abc|<111>|378, 456, 457, 458, 459, 467, 468, 478, 479, 567, 568, 569, 578, 579, 678, 679, 689, 789|$, 4 – $|ab|<31>|56, 63, 65, 76|$, $|ab|<22>|56|$, $|abc|<211>|678, 845|$, $|abac|<1111>|5758, 6465|$, $|abcd|<1111>|3468, 4576|$,

пб $|a, ab, abc, abac, abcd|$, **пбк** $|a|<3>$, $|ab|<21, 31, 22>$, $|abc|<111, 211>$, $|abac|<1111>$, $|abcd|<1111>$, **пк** $<3, 21, 31, 22, 111, 211, 1111>$, **ГВ** $|5, 6, 7, 8, 36, 46, 56, 57, 58, 64, 65, 67, 68, 75, 76, 78, 79, 85, 86, 87, 378, 456, 457, 458, 459, 467, 468, 478, 479, 567, 568, 569, 578, 579, 678, 679, 689, 789, 3468, 4567|$,

Гр: 3 – $|a|<3>|3|$, $|ab|<21>|34, 43|$, 4 – $|a|<4>|3|$, $|ab|<31>|34|$, **пб** $|a, ab|$, **пбк** $|a|<3, 4>$, $|ab|<21, 31>$, **пк** $<3, 4, 21, 31>$, **ГР** $|3, 34|$,

При исследовании плотностных блоков Земли и геодиполей в [8] приведена схема секторов. Эта схема представляет собой граф. На рис 16 приводим этот граф без указания мелких секторов и выделяем КЧ вершин и п-гонов. Вершины петель обозначаем знаком плюс (4+4).

Вв: 4 – $|ab|<31>|36, 4+4.4.8|$, $|ab|<22>|46|$, $|abc|<211>|468|$, 6 – $|ab|<42>|8+8.8+8.4.4|$, $|abab|<2121>|4646|$, $|abac|<2121>|4.4.6.4+4.8|$,

Вг: 4 – $|ab|<31>|36|$, $|abcd|<1111>|2536|$, 6 – $|abac|<3111>|3437|$,

Гр: 2 – $|ab|<11>|35, 56|$, 3 – $|a|<3>|3|$, $|ab|<21>|34, 36, 37|$, $|abc|<111>|347, 356|$, 5 – $|abab|<2111>|2323|$, 6 – $|ab|<51>|32|$

Гв: 2 – $|a|<2>|4|$, $|ab|<11>|46, 68|$, 3 – $|a|<3>|4|$, $|ab|<21>|46, 48, 64|$, $|abc|<111>|468|$, 5 – $|abac|<1211>|8486|$, 6 – $|a|<6>|4|$,

Вв, Вг, Гв, Гр: **пб:** $|a, ab, abc, abab, abac, abcd|$, **пбк** – $|a|<2, 3, 4, 6>$, $|ab|<11, 21, 22, 31, 51, 42>$, $|abc|<111, 211>$, $|abab|<2111, 2121>$, $|abac|<1211, 3111, 2121>$, $|abcd|<1111>$, **пк** $<2, 3, 4, 6, 11, 21, 31, 51, 42, 111, 211, 1111, 2111, 3111, 2121>$, **ВВ, ВГ, ГВ, ГР:** $|3, 4, 23, 34, 35, 36, 37, 46, 48, 56, 68, 347, 356, 468, 2356|$.

Для КЧ 1-7 ранее нами установлена система из 41 возможной формулы пб, 155 формул пбк, для лигандов 3-8-63 формулы ГФ. Для коэффициентов 1-8 установлено 66 формул пк при следовании коэффициентов от большего к меньшему. Все полученные здесь формулы вкладываются в эти системы. Для КЧ 8 и более нами выделены только реализованные формулы. Установленные здесь формулы для КЧ 8 и более – новые, но закономерно дополняют системы формул с КЧ 7 и менее. В формулах корон вершин Вг содержится не более 4 разных лигандов, а в остальных формулах корон это число увеличивается до пяти. При этом формулы пб содержащие букву f – не установлены, что подтверждает закон малых целых чисел.

В [3] указывается большое значение применения формул Шлефли для характеристики гранитов. Не меньшее значение имеет применение этих формул для характеристики любых природных полигональных поверхностей, а также для любых n-мерных графов, разбиений в науке и технике с применением компьютерных программ. Это тем более важно, что применение разбиений ДВ настолько широко, что им посвящаются специальные конференции [9].

Схема из [8] вскрывает соотношения между поверхностными и глубинными структурами Земли. Формулы Шлефли позволяют анализировать с единых позиций как поверхностные, так и глубинные структуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Blatov V.A., Delgado-Friedrichs O., O'Keeffe M., Proserpio D.M. Three-periodic nets and tilings: natural tilings for nets // *Acta crystallogr.* 2007. A163. № 5. P. 418-425.
2. Kumar V.S., Kumaran V. Voronoi neighbor statistics of hard-disks and hard-spheres // *J. Chem. Phys.* 2005. V. 127. № 7. 074502/1-074502/10.
3. Кобзева Ю.В. Качественное изучение минеральных агрегатов на основе анализа их комбинаторно-топологического подобия // *Труды III Всероссийской научной школы. Математические исследования в кристаллографии, минералогии и петрографии.* /Сост. и ред. Ю.Л. Войтеховский/. Апатиты: Изд-во К&М, 2007. С. 126-135.
4. Смирнова Н.Л. О месторождении, агрегате, кристалле и разбиении Рози. // *Роль минералогии в познании процессов рудообразования. Материалы Годичной сессии МО РМО. М.: 2007. С. 295-300.*
5. Смирнова Н.Л. О формулах ассоциаций. // *Материалы конференции «Геодинамика, магматизм, седиментогенез и минералогия Северо-Запада России».* Петрозаводск; Институт Геологии КарНЦ РАН, 2007. С 375-379.
6. Смирнова Н.Л. О подтверждении закономерностей. // *Проблемы геологии рудных месторождений, минерологии, петрологии и геохимии. Материалы годичной сессии МО РМО. М.: 2008. С. 195-198*
7. Смирнова Н.Л. Идентичность и разнообразие разномасштабных поверхностей и сечений. // *Минералогические исследования и минерально-сырьевые ресурсы России. Труды годичного собрания РМО. М.: 2007. С. 121-124.*

8. Евзикова Н.З. Общие принципы структурной организации геологических тел. // Фундаментальные проблемы естествознания. Труды конгресса-98. 2000. Т. II. С. 24-38.

9. 4th international symposium on Voronoi diagrams in science and engineering (ISVD 2007), University of Glamorgan, Wales, UK.

НОВЫЙ ЭТАП В ИЗУЧЕНИИ СВЯЗИ ГРОВОЙ АКТИВНОСТИ С ОСОБЕННОСТЯМИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ КАРЕЛИИ

Соколов С.Я.¹, Куликов В.С.¹, Снегуров В.С.², Снегуров А.В.²

¹Институт геологии Карельского НЦ РАН. г. Петрозаводск, sokolov@krc.karelia.ru

²ГГО им. А.И. Воейкова отдел атмосферного электричества; ООО «Алвес», г. Санкт-Петербург, snegurov@yandex.ru

Разряды молний в Карелии наносят немалый экономический ущерб объектам энергетики, связи, кабельным магистралям (КМ), системам сигнализации на железных дорогах, вызывают пожары в лесах. При проектировании и строительстве этих объектов нормативами не предусматривается детальное изучение геологии, и грозозащита рассчитывается по усредненным данным грозовой активности по республике. Карты грозовой активности различных масштабов, построенные в Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова (ГГО) [1,2,3], дают нам представление о распределении грозовой активности с учетом атмосферной циркуляции, рельефа, влажностно-температурных характеристик. Составлены они по данным гидрометеостанций (ГМС), на которых в основном использовался визуально – слуховой метод наблюдения за грозовыми фронтами. Согласно этим данным на территории Карелии число дней с грозой составляет от 5 до 10 в год, со средней суммарной продолжительностью гроз от 10 до 50 часов за год, при этом с увеличением широты уменьшается грозовая активность. Сотрудники Института геологии КарНЦ РАН по договорам с ТЦУМС-23 и «Карелэнерго» активно занимались изучением эффективности грозозащиты КМ и линий электропередач (ЛЭП) с 1982 по 1998 год, в том числе с учетом геологического фактора. По всем КМ в Карелии и на трассе ЛЭП Кемь – Костомукша проведены исследования по выявлению причин, обуславливающих повышенную и избирательную грозопоражаемость отдельных участков этих объектов: пройдены геологические маршруты, выполнены геофизические работы (магниторазведка, метод сопротивлений, вертикальное электрическое зондирование). За весь период эксплуатации КМ и ЛЭП изучена производственная информация по отключению и повреждению объектов от ударов молнии, выявлены места, наиболее часто повреждаемые их разрядами. Кроме того, вдоль КМ и ЛЭП были собраны данные о грозовой активности с ближайших гидрометеостанций (ГМС), и как оказалось они весьма существенно отличаются от значений, принятых в руководствах по защите объектов. Тогда было принято решение о сборе дополнительной информации о грозах, рассчитаны 8 характеризующих их параметров (количество гроз за год: максимальное, среднее, минимальное; средняя продолжительность одной грозы; число дней с грозой, грозовая активность за год: максимальная, средняя, минимальная) по всем 50 ГМС Карелии за 48 лет. Составлены 8 схем распределения грозовых параметров для территории Карельской АССР масштаба 1: 1 000 000. В 1982 году Соколовым С.Я. и Лукашовым А.Д. впервые выявлено влияние региональной геологии на частоту поражаемости молнией объектов связи и ЛЭП. Геологические образования, обуславливающие повышенную молниепоражаемость земной поверхности, были названы природными молниеприемниками. Тогда же были сформулированы три степени грозоопасности участков земной поверхности в зависимости от геологической ситуации для Карело-Кольского региона [4, 5]:

– участки первой степени – мощные зоны тектонических нарушений, перекрытые низкоомными четвертичными отложениями небольшой мощности (соизмеримой с глубиной прокладки кабельной магистрали), которые подстилаются породами с более высоким сопротивлением. В местах, где КМ пересекают эти зоны, кабели оборудуются максимально возможной грозозащитой (кабель повышенной грозостойкости, трос, разрядники на всем протяжении от одного до другого усилительного пункта);

– участки второй степени – места пересечения КМ с локальными зонами развития низкоомных озерно-ледниковых отложений (глин, суглинков, супесей), а также с маломощными тектоническими зонами. В таких местах участки КМ защищаются посредством прокладки троса на одну – три строительных длины кабеля;

– участки третьей степени – глинистые берега рек, ручьев, места выхода минерализованных вод и радиоактивных газов – торона и родона, зоны графитизации, оруденения. Такие участки КМ следует защищать разрядниками, а в случаях повторных ударов производить дополнительную защиту тросом.

Для ЛЭП также применимы эти три степени грозоопасности. Специфика здесь заключается в том, что над линией ЛЭП есть грозотрос, но далеко не все опоры имеют соответствующее нормам переходное сопротивление заземления, которое трудно обеспечить в условиях нашего региона. Поэтому были предложены следующие рекомендации: заземлять контура заземлений в зоны тектоники; объединять контура заземлений соседних опор параллельных ЛЭП; делать площадные заземлители с использованием отходов от дробления шунгитовых или других низкоомных пород.