

УДК 551.24:550.34(571.56)

ОТРАЖЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛЯ СЕЙСМИЧНОСТИ ВО ФРАКТАЛЬНЫХ МОДЕЛЯХ РЕЧНОЙ СЕТИ ОЛЕКМО-СТАНОВОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

© 2012 В.Е. Маршалова, С.В. Трофименко, Н.Н. Гриб

Технический институт (филиал) Северо-Восточного федерального
университета, г. Нерюнгри

Поступила в редакцию 12.05.2012

Рассматривается поле рассеянной сейсмичности, положение эпицентров сильных землетрясений и выявленных дислокаций Олекмо-Становой сейсмической зоны (ОСЗ). Пространственное распределение очагов землетрясений сопоставлено с основными структурными элементами зоны сочленения Станового хребта и Алданского щита и изрезанностью речной сети. Для центральной части ОСЗ показано, что эпицентры сильных землетрясений укладываются в максимумы фрактальной размерности гидросети. По данным модельным факторам выделена асейсмичная в настоящее время область в районе Эльгинского месторождения угля, как зона возможных сильных землетрясений.

Ключевые слова: *Олекмо-Становая зона, Эльгинское месторождение угля, блоковая структура земной коры, фрактальная размерность, сейсмичность*

В основу моделирования пространственной структуры сейсмичности положен подход к анализу связей сейсмичности с некоторыми структурными элементами изучаемой области (модельными факторами), основанный на допущении, что землетрясения, приуроченные к определенным структурам, являются следствием длительного развития самих структур. Следовательно, области эпицентров сильных землетрясений и рассеянной сейсмичности должны иметь место некоторые признаки, отличающие их от смежных областей. С другой стороны, наличие данных признаков в асейсмичных в настоящее время участках сейсмоактивной зоны, может свидетельствовать о генерации в них сейсмической энергии в прошлом и о возможности аналогичных явлений в будущем.

В последние годы в самых разных прикладных задачах с успехом применяются методы фрактального анализа, по результатам которого возможно определить современное состояние природных объектов, обусловленность их развития геолого-геоморфологическими

особенностями территории. Достоинство фрактального анализа состоит в том, что он дает возможность получать числовые характеристики природных структур различного генезиса и соответственно сравнивать их между собой. Таким образом, фрактальный анализ может служить одним из инструментов моделирования объектов или процессов [1].

Объект исследования – система линий речной сети Олекмо-Становой сейсмической зоны (ОСЗ), которая протягивается полосой шириной до 200 км от среднего течения р. Олекма до Удской губы Охотского моря и продолжает к востоку Байкальскую рифтовую зону, образуя единый Байколо-Становой сейсмический пояс [2]. За 40 лет инструментальных наблюдений здесь зарегистрировано более 16 тысяч подземных толчков с энергией более 10^7 Дж. Вопросы изучения природы сейсмичности ОСЗ рассматривались с различных точек зрения на протяжении всего инструментального периода наблюдений за сейсмичностью Южной Якутии. Традиционный путь решения проблемы заключается в анализе корреляционных связей тектонических, геологических и геофизических признаков с пространственным распределением очагов землетрясений [3].

В данной работе для сопоставления пространственного распределения поля сейсмичности с модельными факторами рассматриваются фрактальная размерность участков гидросети, определенная в квадратах размером $1^0 \times 1^0$. Для расчетов размерности исследуемая зона была разбита на 45 квадратов от 116^0 до 130^0 ВД и от

Маршалова Вера Евгеньевна, старший преподаватель кафедры математики и информатики. E-mail: vera.marshalova@gmail.com

Трофименко Сергей Владимирович, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры математики и информатики. E-mail: urovsky@yandex.ru

Гриб Николай Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры горного дела. E-mail: grib@nfygu.ru

55 до 58° СШ. Фрактальная размерность элементов гидросети рассчитывалась по специально разработанной программе [3]. Результаты расчетов показали, что максимумы фрактальной размерности совпадают с пространственным положением афтершоковых полей распределений

вследствие сильных землетрясений Южной Якутии (рис. 1). Детальное рассмотрение результатов сейсмических исследований авторов [2, 3] ОСЗ показало, что распределение эпицентров землетрясений по площади ОСЗ не равномерно и имеет ряд закономерных распределений.

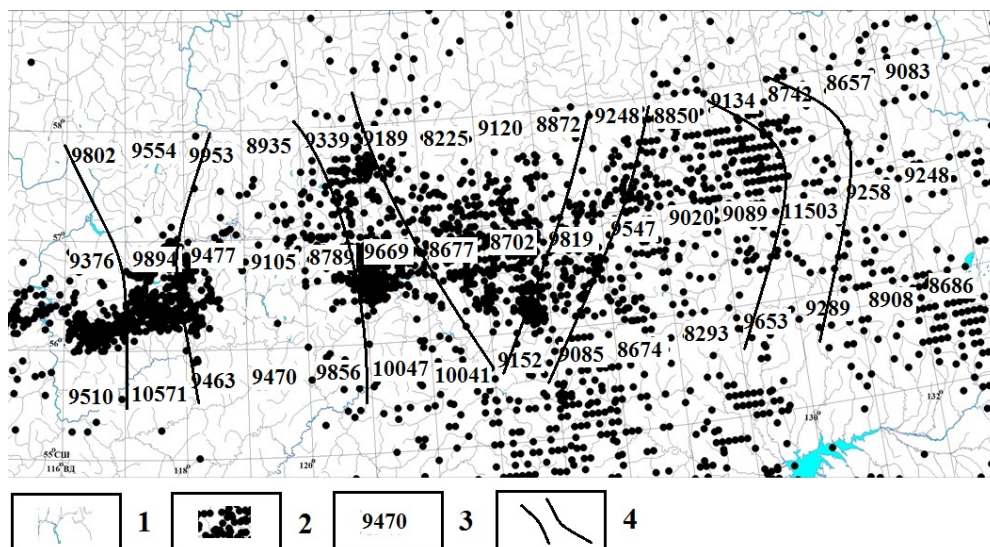


Рис. 1. Распределение фрактальной размерности в пределах Олекмо-Становой сейсмической зоны: 1 – элементы речной сети; 2 – эпицентры землетрясений; 3 – относительное значение фрактальной размерности речной сети; 4 – области максимумов фрактальной размерности

Центральная часть ОСЗ имеет отличный характер распределения эпицентров землетрясений. Для участка расположенного севернее Южно-Становой зоны разломов характерны широтные поля распределений эпицентров слабых землетрясений, параллельные активизированным структурам. В тоже время в более мелком масштабе вся область эпицентров имеет субмеридиональное простирание, т.е. ортогональное активизированным структурам. Восточнее 124 ВД ориентировка области сгущения эпицентров слабых землетрясений подворачивается на восток, оставаясь, тем не менее, ортогональной системе активных разломов. Восточная часть представленной области по распределению плотности очагов землетрясений формируется под действием активных тектонических разломов северо-западной и северо-восточной ориентировок, согласных по простиранию морфоструктур (рис. 2). Данные закономерности отражают тот факт, что простирание современных морфоструктур, сформированных в период новейших тектонических активизаций, контролируют пространственное распределений землетрясений.

В западной части ОСЗ локальные максимумы фрактальной размерности имеют северо-западное простирание. Здесь они (максимумы) захватывают по широте всю исследуемую зону от 55° до 58° СШ, и в плане совпадают с пересечением Олекминской и Северо-Становой систем разломов, к которым приурочены сильные Тас-

Юряхское ($M=7$), Тас-Мелиинское ($M=4,5$), Южно-Якутское землетрясения ($M=6,6$). Следующий максимум на широте 56° охватывает кряж Зверева и центральную часть Становика. На южных границах данного блока произошло Ларбинское землетрясение ($M=5,9$). В восточной части исследуемой территории максимум фрактальной размерности находится в пограничной зоне, разделяющей структуры северо-западного простирания (правые притоки р. Тимптон) и широтные структуры Становой складчатой системы. Здесь зарегистрировано землетрясение с $M=4,9$. Таким образом, формальный подход к анализу пространственного поля сейсмичности позволил выявить закономерности в распределении фрактальной размерности в виде относительного увеличения в областях, приуроченных к очагам сильных землетрясений. Наличие дислокаций в данных областях [2] свидетельствует о непрерывности и об унаследованности сейсмического процесса ОСЗ.

Для проверки качественных характеристик и установления тесноты связи «фрактал-сейсмичность» были проведены расчеты коэффициентов корреляции размерности с количеством землетрясений на одноградусных площадках. На рис. 3 показаны графики пространственных вариаций исследуемых величин. При линейной регрессии коэффициент корреляции «фрактальная размерность – количество землетрясений» равен 0,7.

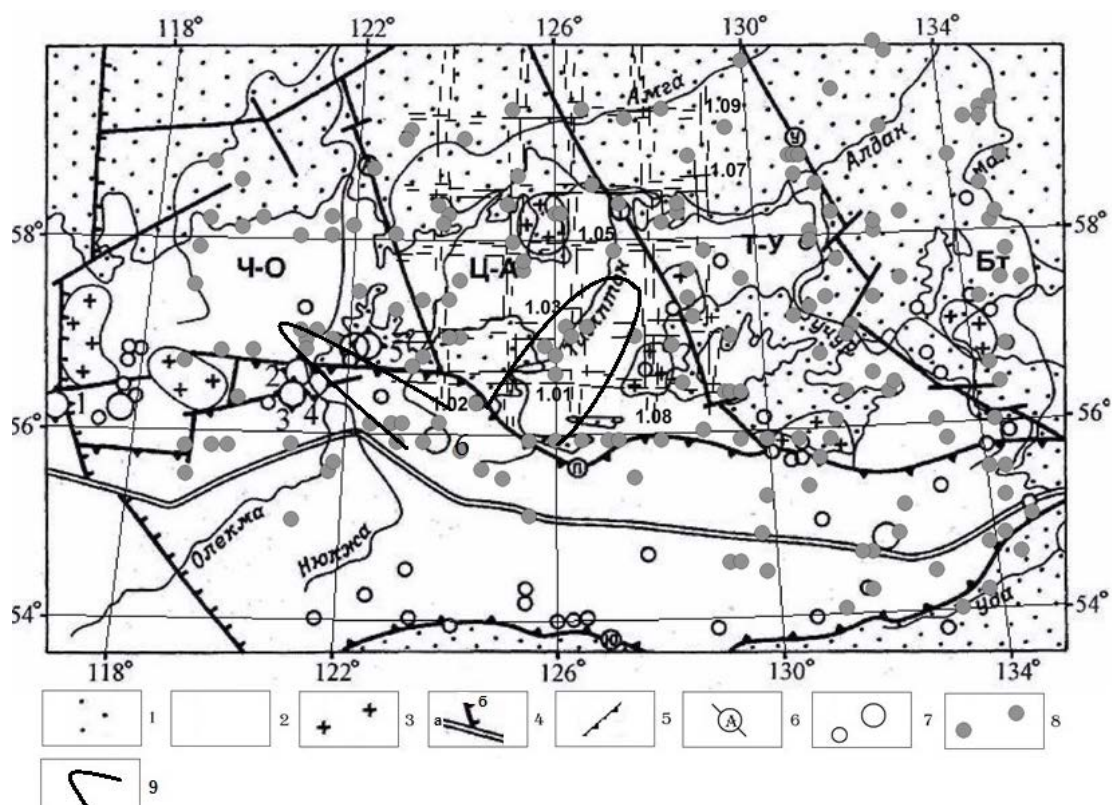


Рис. 2. Распределение максимумов фрактальной размерности речной сети и максимумов плотности аномалий геофизических полей Алдано-Станового геоблока

Блоки I порядка Алданского мегаблока: Ч-О – Чаро-Олекминский, Ц-А – Центрально-Алданский, Т-У – Тимптоно-Учурский, Бт – Батомгский: 1 – протерозой-фанерозойские терригенно-карбонатные отложения; 2 – раннедокембрийские метаморфические образования; 3 – гранитогнейсовые купола по данным интерпретации геофизических материалов; 4 – (а) – проекция межплитного Каларо-Чогарского разлома; (б) – Западноалданский межгеоблоковый разлом; 5 – системы надвигов, ограничивающие Становой мегаблок (П – Предстановая, Ю – Южностановая); 6 – межблоковые разломы (А – Амгинский, Т – Тыркандинский, У – Учурский); 7 – эпицентры землетрясений различной магнитуды М: (1 – Муйское, 2 – Нюкжинское, 3 – Тас-Юряхское, 4 – Олекминское, 5 – Южно-Якутское, 6 – Ларбинское); 8 – узлы систем ортогональных зон аномалий геофизических полей; 9 – зоны максимумов фрактальной размерности речной сети



Рис. 3. Распределение фрактальных размерностей элементов гидросети в пределах 119° 131° ВД на различных широтах с вариациями количества землетрясений на широте 56°-57° СШ

Выводы: относительные максимумы фрактальных размерностей на западном фланге Олекмо-Становой сейсмической зоны в плане совпадают с очагами сильных землетрясений. Сделано предположение, что данные области являются активными на всем интервале времени формирования современных форм рельефа. На восточном фланге исследуемого участка ОСЗ максимумы фрактальной размерности в плане очерчивают асейсмическую область, которая включает Эльгинское месторождение каменных углей. Из принципа подобия можно предположить высокий сейсмический потенциал данной области, которая может считаться одним из вероятных мест разрядки тектонических напряжений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Гладков, А.С.* Фрактальный анализ тектонической трещиноватости и речной сети Прибайкалья
2. *Имаев, В.С.* Разломная тектоника и геодинамика в моделях очаговых зон сильных землетрясений Южной Якутии. Монография / *В.С. Имаев, С.В. Трофименко, Н.Н. Гриб*. – Томск: Изд-во Томского университета, 2007. 274 с.
3. *Трофименко, С.В.* Тектоническая интерпретация статистической модели распределений азимутов аномалий гравимагнитных полей Алданского щита // *Тихоокеанская геология*. 2010. Том 29, №3. С. 64-77.
4. *Маршалова (Морозова), В.Е.* Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010614298. Программа расчета фрактальной размерности геометрических объектов методом клеточного анализа с абсолютным масштабированием. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 5 июля 2010 г.

REFLECTION OF SEISMICITY SPACE FIELD IN FRACTAL MODELS OF RIVER NETWORK OF OLEKMO-STANOVAYA SEISMIC ZONE

© 2012 V.E. Marshalovas, S.V. Trofimenko, N.N. Grib

Technical Institute (Branch) of Northeast Federal University, Neryungri

The field of dispelled seismicity, location of strong earthquakes epicenters and revealed dislocations of Olekmo-Stanovaya seismic zone (OSZ) is considered. The spatial distribution of earthquakes centers is compared with the basic structural elements of joint zone of Stanovoy Ridge and Aldan Shield and fractal dimension of river network. For the central part of OSZ it is shown that strong earthquakes epicenters keep within maxima of fractal dimension of hydronetwork. On these model factors the area around Elgin-skiy coalfield, as a zone of possible strong earthquakes, is allocated aseismic now.

Key words: *Olekmo-Stanovaya zone, Elginsky coalfield, block structure of crust, fractal dimension, seismicity*

Vera Marshalova, Senior Teacher at the Department of Mathematics and Computer Science. E-mail: vera.marshalova@gmail.com

Sergey Trofimenko, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor at the Department of Mathematics and Computer Science. E-mail: urovsky@yandex.ru

Nikolay Grib, Doctor of Technical Sciences, Professor at the Mining Department. E-mail: grib@nfygu.ru