

ЖЕСТКИЕ СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗЕМНОЙ КОРЫ ЮГО-ЗАПАДА БАЙКАЛЬСКОГО РИФТА ПО ДАННЫМ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ*

Пётр Георгиевич Дядьков

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: DyadkovPG@ipgg.sbras.ru; Новосибирский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, доцент

Марина Петровна Козлова

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, научный сотрудник, e-mail: KozlovaMP@ipgg.sbras.ru

Леонид Валерьевич Цибизов

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, инженер, e-mail: TsibizovLV@ipgg.sbras.ru; Новосибирский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, аспирант

Анна Владленовна Михеева

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник, e-mail: anna@omzg.sccc.ru

Юлия Михайловна Романенко

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, научный сотрудник, e-mail: Romanenko-YM@ipgg.sbras.ru

Разработана методика выделения жестких структурных элементов в литосфере на основе расчета пространственного распределения сейсмической активности. Для выделения этих структурных элементов использовалась геоинформационная система EEDB (Expert Database of Earthquakes). Выполненный анализ показал, что эпицентры сильных землетрясений в большинстве случаев расположены вблизи жестких тектонических структур. Два жестких блока с размерами $\sim (130 \text{ км} \times 55 \text{ км})$ и $\sim (40 \text{ км} \times 20 \text{ км})$ выделены вблизи юго-западного окончания Байкальской впадины. Эти блоки асейсмичны и обнаружены на основе анализа сейсмической активности А8 и выделяемой сейсмической энергии.

Ключевые слова: жесткие структуры в земной коре, сейсмическая активность, сильные землетрясения, геоинформационная система EEDB.

* Работа выполнена при частичной поддержке проекта VIII.70.2.3 Программы ФНИ, гранта РФФИ 14-05-00688а и Программы 18 Президиума РАН.

RIDGID CRUSTAL STRUCTURAL ELEMENTS ON THE SOUTH-WEST PART OF BAIKAL RIFT BASED ON SEISMIC ACTIVITY

Petr G. Dyadkov

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptuyug Prospect, Ph. D., Leading Research Scientist, e-mail: DyadkovPG@ipgg.sbras.ru; Novosibirsk State University, 630090, Russia, Novosibirsk, Pirogova Str. 2, Associate Professor

Marina P. Kozlova

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptuyug Prospect, Research Scientist, e-mail: KozlovaMP@ipgg.sbras.ru

Leonid V. Tsibizov

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, Koptuyug Prospect 3, Engineer, e-mail: TsibizovLV@ipgg.sbras.ru; Novosibirsk State University, 630090, Russia, Novosibirsk, Pirogova Str. 2, Postgraduate Student

Anna V. Mikheeva

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptuyug Prospect, Ph. D., Research Scientist, e-mail: anna@omzg.sssc.ru

Yuliya M. Romanenko

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptuyug Prospect, Research Scientist, e-mail: RomanenkoYM@ipgg.sbras.ru

The method of finding of rigid structural elements in lithosphere has been developed on the basis of calculation of spatial distribution of seismic process intensity. Software for analyses of seismological information EEDB (Expert Database of Earthquakes) was used to find these structural elements. Epicentres of strong earthquakes are in most cases located near the rigid tectonic structures. Two rigid blocks were found in the Earth crust near south-western end of the Baikal basin. These blocks are aseismic structural elements and its were found on the base of analyses seismic activity A8 and released seismic energy.

Key words: rigid crustal blocks, seismic activity, strong earthquakes, geoinformation system EEDB.

Реологическая неоднородность земной коры и литосферы в целом во многом определяет характер пространственно-временного развития сейсмического процесса и процессов подготовки сильных землетрясений. Несомненно, что пространственная неоднородность распределения сейсмической активности в земной коре зависит от прочностных свойств тех или иных составляющих ее структурных элементов. Актуальность разработки методов выделения жестких структур также определяется необходимостью построения близких к реальности геомеханических моделей сейсмогенной среды, что существенно расширяет возможности исследования геодинамических и сейсмических процессов методами численного моделирования.

Ряд методов анализа сейсмического режима был включен нами в геоинформационную систему EEDB [1] и использован в ряде работ для выделения структурных элементов литосферы, например, в некоторых районах Централь-

ной Азии [2]. В данной работе объектом исследования выбран район юго-западного фланга Байкальской рифтовой системы, включающий юг Байкальской впадины, Тункинскую впадину и прилегающие к ним территории. Выбор этого района определяется, во-первых, необходимостью построения геомеханической и тектономагнитной моделей этого участка земной коры для интерпретации результатов комплексного геофизического и геодезического мониторинга, в том числе тектономагнитных наблюдений, выполняемых в этом районе. Во-вторых, важным представляется необходимость определения геодинамических причин и особенностей подготовки Култукского землетрясения 2008 г. с $M=6.3$, наиболее сильного события в Байкальской впадине за последние пятьдесят лет.

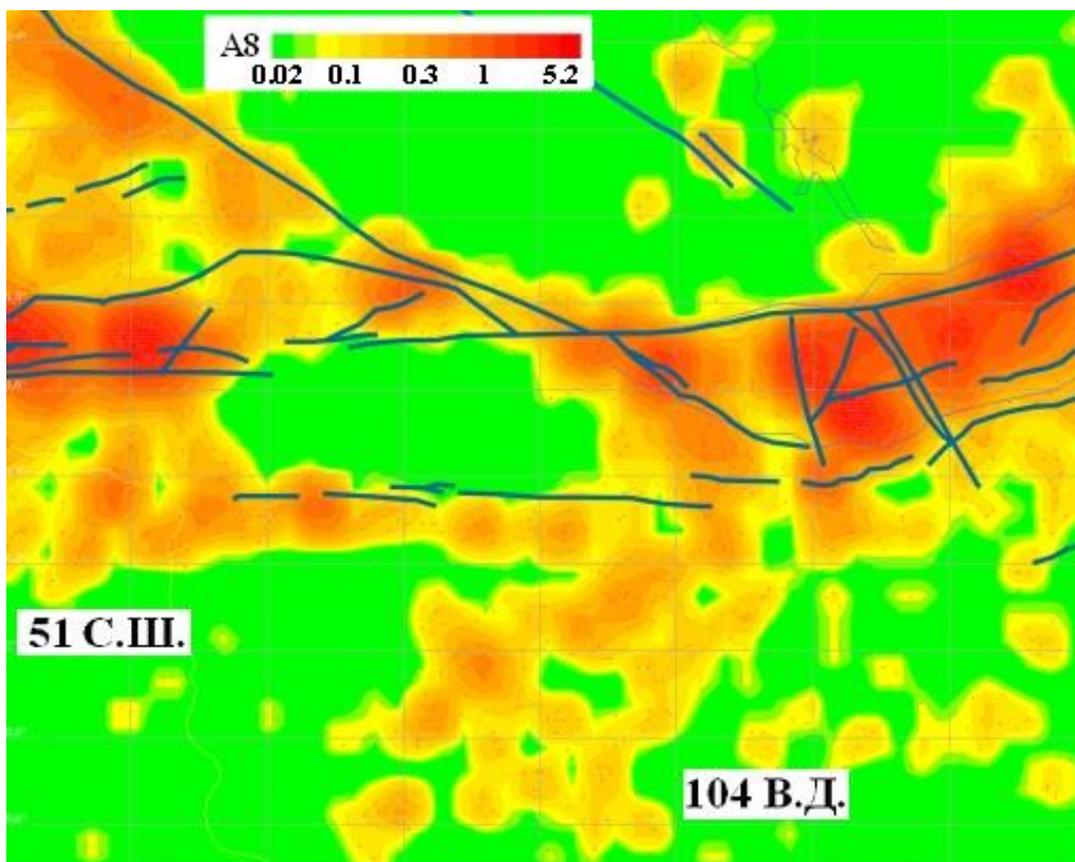


Рис. 1. Аномалии параметра сейсмической активности A_8 , рассчитанной для района юго-западного фланга Байкальской рифтовой системы. Сейсмогенерирующие разломы с потенциалом генерации землетрясений с $M>5.5$ приведены по работе [3]

Существуют различные способы выделения асейсмичных областей: от визуального анализа пространственного распределения эпицентров землетрясений до анализа количественных значений параметров сейсмического режима – плотность эпицентров землетрясений, выделяемая энергия на единицу площади или объема.

В данном случае мы иллюстрируем 2 подхода. В первом случае использовали расчет сейсмической активности A_8 , который характеризуется количеством землетрясений с $K=8$ на площади 1000 км^2 ($\sim 33 \times 33 \text{ км}^2$) за годовой интервал времени. Как и в случае подобных исследований для ряда районов Центральной Азии (Алтай, Джунгария, Тянь-Шань) [2], применение этого параметра позволило выделить асейсмичный блок размером $\sim 120 \text{ км} \times 55 \text{ км}$, примыкающий к юго-западному окончанию оз. Байкал, который с севера ограничен Тункинским разломом, а с юга – Хамардабанской системой разломов (рис. 1). Вместо параметра A_{10} , обычно используемого для расчета сейсмической активности континентальной части российской территории Евразии, был применен параметр A_8 , что позволило получить более детальную информацию о слабосейсмичных областях.

Второй подход иллюстрирует выделение более локальной структуры с размерами $\sim 40 \text{ км} \times 20 \text{ км}$, расположенной в пределах акватории оз. Байкал (рис. 2). В этом случае для выделения асейсмичных областей рассчитывалось значение выделяемой сейсмической энергии за год на площади 1 км^2 (см. врезку на рис. 2). Алгоритм отрисовки таких карт позволяет задавать нижний предел выделяемой сейсмической энергии, нормированной на площадь и время, при этом участки земной коры с выделяемой энергией ниже этого предела могут считаться слабосейсмичными или условно «жесткими». Например, в данном случае значение выделяемой нормированной энергии в пределах прямоугольного блока (рис. 2) на 3–5 порядков ниже, чем в соседних областях.

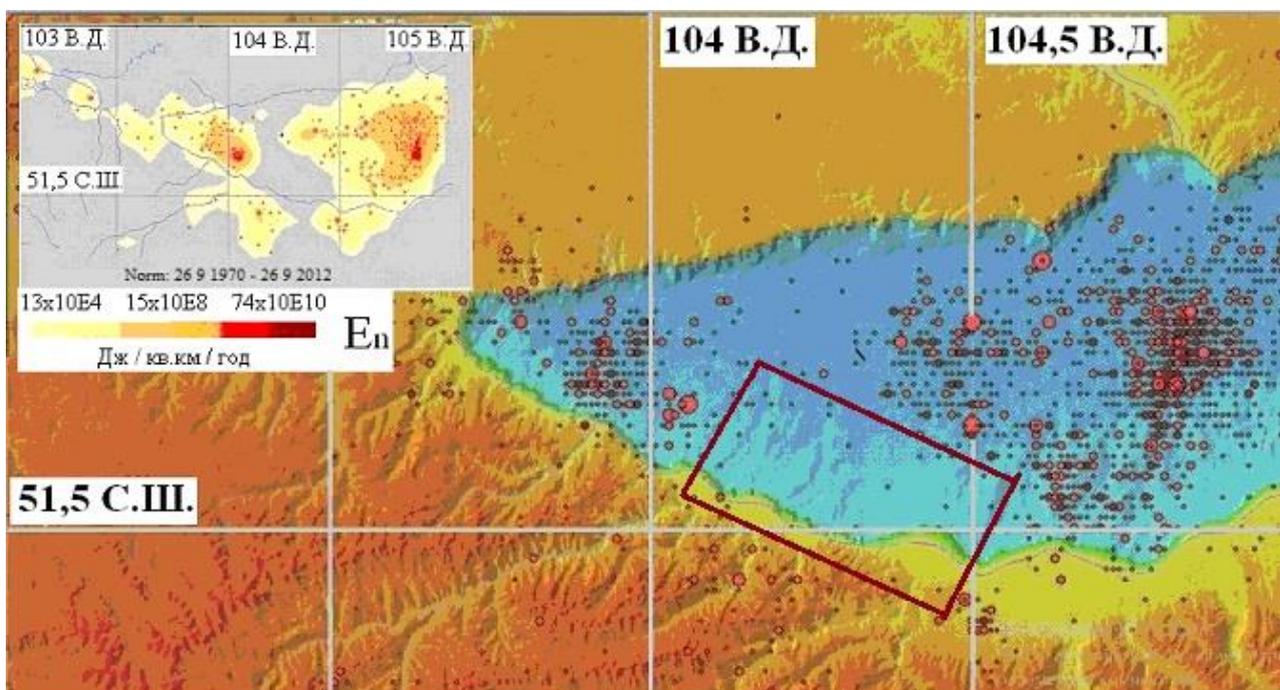


Рис. 2. Эпицентры землетрясений с $M > 1.5$ в южной части Байкальской впадины и схема жестких структур в этом районе (серый тон на врезке вверху слева). Серым цветом закрашены области, в которых уровень выделяемой сейсмической энергии равен или меньше $13 \times 10^4 \text{ Дж} / \text{км}^2 / \text{год}$

Важным геодинамическим или, скорее, сейсмогеодинамическим следствием обнаружения этого жесткого блока является возможность объяснения пространственного развития афтершокового процесса Култукского землетрясения 2008 г., $M=6.3$. Землетрясение произошло у северо-западной границы этого блока, но из-за наличия жесткой структуры на юго-востоке афтершоковый процесс развивался исключительно в северо-западном направлении от эпицентра главного толчка.

Дополнительными сведениями о состоянии сейсмогенной среды на границах или в сейсмоактивных областях, примыкающих к выделяемым жестким блокам, могут служить данные о параметрах графика повторяемости в случае достаточности данных для их расчета. При этом информативными являются как параметр a , так и параметр b , поскольку первый характеризует интенсивность сейсмического процесса, а второй может зависеть от реологии сейсмогенной среды.

Сопоставление активных в настоящее время разломов, представленных в работе [3, 4], позволяет отметить, что в основном наблюдается совпадение главных разломных структур с аномалиями сейсмической активности. Тем не менее в ряде случаев наши результаты позволяют уточнить некоторые особенности современной разломной тектоники и, в частности, обеспечить выделение блочной структуры.

В этой работе рассмотрены только методы анализа сейсмологической информации, применяемые для выделения жестких структур в земной коре, но существует ряд геофизических и геологических методов (сейсмические и электромагнитные зондирования, анализ аномалий магнитного и гравитационного полей, изучение геологического строения и др.), применение которых может существенно повысить как достоверность выделения таких структур, так и возможность получения новой информации об их физических свойствах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Dyadkov P.G., Mikheeva A.V. The expert earthquake database (EEDB) for seismic-geodynamic reseach // Bulletin of the Novosibirsk computing center Mathematical Modeling in Geophysics. - 2010. - N. 13. - P. 15–30.
2. Новиков И.С., Дядьков П.Г., Козлова М.П., Мамедов Г.М., Михеева А.В., Черкас О.В. Неотектоника и сейсмичность западной части Алтае-Саянской горной области, Джунгарской впадины и Китайского Тянь-Шаня // Геология и геофизика. - 2014. - Т. 55 - С. 1802–1814.
3. Лунина О.В., Гладков А.С., Гладков А.А. Систематизация активных разломов для оценки сейсмической опасности // Тихоокеанская геология. - 2012. - Т. 31, №1. - С. 49–60.
4. Парфеевец А.В., Саньков В.А. Напряженное состояние земной коры и геодинамика юго-западной части Байкальской рифтовой системы. Новосибирск, 2006. - 151 с.

© П. Г. Дядьков, М. П. Козлова, Л. В. Цибизов,
А. В. Михеева, Ю. М. Романенко, 2015