

Т. Н. Чимитдоржиев, М. О. Лейбман, М. Е. Быков // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса : материалы X Всерос. конф. (12–16 ноября 2012, г. Москва). С. 396–396.

References

1. Briskin V. M., Philatov A. V., Evtushkin A. V. Journal of Radio electronics, 2012, no.6, pp. 1.
2. Darizhapov D. D., Kirbizhekova I. I., Leonov A. S. Bulletin ESSTU, 2010, no. 3, pp. 5–9.

3. Leibman M. O., Kizyakov A. I. Cryogenic landslides Yamal Peninsula and the Ugra. Typography Rosselkhozacademia, Moscow, 2007, 206 p.

4. Tatkov G. I., Chimitdorzhiev T. N., Bikov M. E. [etc.] Engineering survey, 2012, no. 9, pp. 28–34.

5. Chimitdorzhiev T. N., Zakharov T. I., Tatkov G. I. [etc.] Issledovaniya Zemli iz kosmosa, 2011, no. 5, pp. 58–63.

6. Kirbizhekova I. I., Chimitdorzhiev T. N., Leibman M. O., Bikov M. E. All-Russian X Conference «Modern problems of remote sensing of the earth from space», Moscow, IKI RAS, 2012, pp. 396–396.

© Чимитдоржиев Т. Н., Быков М. Е., Лейбман М. О., Дагуров П. Н., Кирбижекова И. И., Дворников Ю. А., Бердников Н. М., 2013

УДК 551.24.03

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОЙ ПОДВИЖНОСТИ (ДИНАМИКИ) ГЕОБЛОКОВ И РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ БАЙКАЛЬСКОГО РИФТА МЕТОДАМИ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

Ц. А. Тубанов¹, Г. И. Татков¹, Т. Н. Чимитдоржиев²

¹Геологический институт Сибирского отделения Российской академии наук
670047, Россия, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6а. E-mail: gin@gin.bscnet.ru

²Институт физического материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук
670047, Россия, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6. E-mail: tchimit@ipms.bscnet.ru

Рассматриваются интерферометрические изображения, полученные по спутниковым данным. Вертикальные движения земной поверхности сопоставлены с кайнозойскими разломами, системой впадин и горстов сухопутного участка рифтовой ступени Среднего Байкала. Тема работы заключается в изучении косейсмических движений связанных с очаговыми структурами Байкальского рифта и примыкающих территорий.

Ключевые слова: радарные спутниковые изображения, землетрясение, Байкальский рифт, неотектонические движения.

ASSESSMENT OF MODERN MOBILITY (DYNAMICS) OF GEOBLOCKS AND FAULTS OF BAIKAL RIFT BY METHODS OF RADAR INTERFEROMETRY

Ts. A. Tubanov¹, G. I. Tatkov¹, T. N. Chimitdorgiev²

¹Geological Institute of Russian Academy of Science, Siberian Branch
6a Sakhyanova st., Ulan-Ude, 670047, Russia. E-mail: gin@gin.bscnet.ru

²Institute of Physical Materials Science of Russian Academy of Science, Siberian Branch
8 Sakhyanova st., Ulan-Ude, 670047, Russia. E-mail: tchimit@ipms.bscnet.ru

Interferometric images obtained on satellite data are considered. Vertical movements of the Earth surface are compared with Cainozoic faults, system of depressions and horsts of onshore of Middle Baikal rift stage. Theme of work is to study the co-seismic movements associated with focal structures of Baikal rift and adjacent areas.

Keywords: radar satellite images, earthquake, Baikal rift, neotectonic movements.

Данные по катастрофическому японскому землетрясению Тохоку (2011 г.) свидетельствуют о том, что спутниковые измерения являются практически единственным источником прямой информации о косейсмических движениях земной поверхности. Оценка современной подвижности геоблоков и разрывных

нарушений методами радиолокационной интерферометрии на территории Байкальской рифтовой зоны осложняется расположением эпицентров землетрясений непосредственно в акватории озера Байкал. Все известные землетрясения в районе Среднего Байкала (26 мая 1939 г. MLH = 6,0, 4 июня 1939 г. MLH = 5,0,

6 мая 1949 г. $M_L = 5,8$, 6 октября 1960 г. $M_L = 5,5$, а также 28 октября 1961 г. $M_L = 5,5$) располагаются в пределах разрывных нарушений замаскированных водой.

16 июля 2011 г. ($M_w = 5,3$) было зарегистрировано сильное землетрясение в горном массиве хр. Улан-Бургасы. Разрывные структуры, с которыми возможно связано сейсмическое событие, расположены в юго-западной части Баргузинской ветви Байкальской рифтовой зоны. Структурно район относится к краевой рифтовой ступени и имеет блоковое строение. Кайнозойская разломная сеть установлена по материалам дешифрирования аэро- и космодоматериалов, привлечения опубликованных и фотодокументов [1]. Система разрывов района является древней и довольно сложной. Докайнозойские дизъюнктивные нарушения имеют широкое распространение на исследованной площади и сыграли существенную роль в формировании тектонических структур. Несомненно, что многие разрывные нарушения заложены в архей-протерозойское время, обновлялись в последующие эпохи и, особенно, в мезозойское и кайнозойское время. Установлено, что для Баргузинского рифта и его горного обрамления характерна диагональная ориентировка древних главных разломов по отношению к кайнозойским морфоструктурам I порядка [2]. Морфоструктуры II порядка ориентированы субпараллельно древним системам разломов.

Характерной особенностью территории является мелкоблоковое строение. В целом, выделяются два крупных сегмента земной поверхности с разной интенсивностью неотектонических движений, разделенных долиной Турки – северный и южный.

Северный сегмент расположен между Усть-Баргузинской впадиной и долиной Турки. Здесь преобладают разломы северо-восточной ориентировки, ограничивающие узкие протяженные блоки и имеющие в плане «клавишный» рисунок, созданный горными массивами хр. Безымянный, Черная Грива и Голондинский, разделенных Безымянско-Максимихинской, Налимовско-Братской и Пазухо-Левом-Максимихинской впадинами. По данным [3], плоскости сместителей сбросов хр. Черная Грива падают на северо-запад, а в хр. Безымянном – на юго-восток. Рассматриваемые разломы были заложены в раннепалеозойское время и в последующем неоднократно обновлялись. Окончательное оформление их связано, вероятно, с формированием впадин байкальского типа.

Южный сегмент рассматриваемой площади имеет мозаичный рельеф, ступенчато повышающийся в юго-восточном направлении к водоразделу хр. Улан-Бургасы. Мозаичность рельефа обусловлена густой сетью разломов-блокоразделов нескольких направлений, с зонами надразломных опусканий вдоль отдельных из них. Здесь большую рельефообразующую роль играют разломы северо-западной ориентировки. Установлено, что на участках их сближения и в разломных узлах отмечаются блоки земной коры, проявляющие тенденцию к опусканию с амплитудами от 100 до 400 м.

Для вычислений деформаций поверхности рельефа использовались данные со спутника ALOS (Японское аэрокосмическое агентство JAXA), оснащенного радаром L-диапазона (PALSAR). Радар предназначен для круглосуточного и всепогодного наблюдения Земли и позволяет, в зависимости от режима сканирования (FBS, FBD, SkanSAR, PLR и прямая передача данных) получать изображения с пространственным разрешением от 10 до 100 м в полосе съемки шириной от 40–70 км до 250–350 км. Основным преимуществом радара PALSAR перед получаемыми ранее данными с ERS-1,2 является длина зондирующей волны, соответствующая L диапазону, что в большинстве случаев решает проблему временной декорреляции интерферометрических пар изображений, вызванной изменениями растительного и снежного покровов, флуктуацией свойств атмосферы. При этом режим съемки PALSAR PLR (полная поляризация излучения) дополнительно повышает когерентность и оптимизирует интерферограмму за счет использования полной поляризационной матрицы. В свою очередь, данные ALOS PALSAR FBS (однополяризационный – HH или VV режим съемки) характеризуются высоким пространственным разрешением – 7 м, что позволяет получить более точную картину смещений геоблоков. В результате, интерферометрические данные ALOS PALSAR имеют относительно высокую когерентность.

Временной интервал между двумя последовательными съемками составил 414 сут (21.06.2008–09.08.2009) и характеризует динамику земной поверхности между двумя последовательными сейсмическими активизациями в этом районе [4]. Общий размах перемещений составил 5,5 см. Интерферограмма по интенсивности вертикальных движений районирована на четыре зоны, отличающихся направлением и величиной смещений. Зоны подъема амплитудой 3 см расположены в восточной части участка в верховьях р. Турка. Зона, выбранная за условно стабильную (относительный ноль), простирается широкой полосой в северо-восточном направлении, зоны опускания земной поверхности (выделены две зоны –1,5 и 2–2,5 см) приурочены к максимихинско-безымянской системе горстов и впадин.

Библиографические ссылки

1. Будаев Р. Ц., Татьков Г. И., Коломиец В. Л. Тектоническое и литологическое строение юго-западной ветви Баргузинского рифта для оценки риска возникновения опасных природных процессов в Восточном Прибайкалье // Известия Самар. науч. центра РАН. 2012. Т. 14, № 1 (8). С. 2036–2039.
2. Соотношение древней и кайнозойской структур в Байкальской рифтовой зоне / Замираев С. М. и др. Новосибирск : Наука, 1979.
3. Геологическая карта СССР. Лист N-49-XXV. Объяснительная записка. Составитель В. И. Давыдов. М., 1983.
4. Особенности развития сейсмических активизаций в районе Среднего Байкала в 2008–2011 гг. /

Н. А. Гилева, В. И. Мельникова, Я. Б. Радзиминович, Ц. А. Тубанов // Современная геодинамика Центральной Азии : материалы Всерос. совещания. 2012. Т. 2. С. 22–25.

References

1. Budaev R. Ts., Tatkov G. I., Kolomiets V. L. Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAN, 2012, vol. 14, № 1 (8), pp. 2036–2039.
2. Zamaraev S. M. et al. Sootnoshenie drevnei i kainozoiskoi struktur v Baikal'skoi riftovoi zone (The ratio

of the ancient and Cenozoic structures in the Baikal rift zone). Novosibirsk, Nauka, 1979. 126 p.

3. Geologicheskaja karta SSSR. List N-49-XXV (Geological map of the USSR. Sheet N-49-XXV). The explanatory note. Compiler V.I. Davydov. M., 1983. 95 p.

4. Gileva N. A., Melnikova V. I., Radziminovich Ja. B., Tubanov Ts. A. Materialy Vserossiiskogo soveshanija «Sovremennaja geodinamika Central'noi Azii...» (Proceedings of All-Russia. Meeting "Modern geodynamics of Central Asia ..."). 2012, vol. 2, pp. 22–25.

© Тубанов Ц. А., Гатьков Г. И., Чимитдоржиев Т. Н., 2013

УДК 537.871.5 530.1:528.871.6

КОМБИНИРОВАНИЕ МЕТОДОВ СПУТНИКОВОЙ РАДИОЛОКАЦИИ И СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ*

Т. Н. Чимитдоржиев¹, А. М. Гармаев², И. И. Кирбижекова¹,
К. С. Емельянов³, М. А. Гусев³, А. В. Базаров¹

¹Институт физического материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук
Россия, 670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6. E-mail: tchimit@ipms.bsnet.ru

²Бурятский филиал ФГУП «Рослесинфорг»
Россия, 670034, Улан-Удэ, ул. Тобольская, 63. E-mail: kingartur@mail.ru

³НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»
Россия, 127490, г. Москва, ул. Декабристов, 51/25. E-mail: gusev_ma@ntsomz.ru

На базе двух тестовых лесничеств Республики Бурятия разработана методика комбинирования мультиспектральных и радиолокационных данных высокого разрешения для картографирования лесов.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, радарная поляриметрия, мультиспектральный анализ, картография лесов.

COMBINATION OF METHODS OF SATELLITE RADAR AND SPECTRAL ANALYSIS FOR RESEARCH OF FOREST RESOURCES OF REPUBLIC OF BURYATIA

T. N. Chimitdorzhiev¹, A. M. Garmaev², I. I. Kirbizhekova¹,
K. S. Emelyanov³, M. A. Gusev³, A. V. Bazarov¹

¹Institute of Physics Materials Science of Russian academy of Sciences, Siberian Branch
6 Sakhyanova st., Ulan-Ude, 670047, Russia. E-mail: tchimit@ipms.bsnet.ru

²Buryat Branch of the Federal State Unitary Enterprise "Roslesinform"
63 Tobolskaya st., Ulan-Ude, 670047, Russia. E-mail: kingartur@mail.ru

³Earth Operative Monitoring of JSC "Russian Space Systems"
51/25 Decabristov st., Moscow, 127490, Russia. E-mail: gusev_ma@ntsomz.ru

On the basis of two test forestry of Republic of Buryatia it was developed a technique combining high-resolution multispectral and radar data for forests mapping.

Keywords: remote sensing, radar polarimetry, multispectral analysis, forests mapping.

* Исследования выполнены при поддержке ОКР «Архив – ИФМ-12» и ОКР «Архив-Рослесинфорг – 2012».