

ПРОГНОЗ ПАРАМЕТРОВ СИЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ГРУНТА НА ПЛАТО ШИЛЛОНГ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЯХ (СЕВЕРО-ВОСТОЧНАЯ ИНДИЯ)

О.О. Эртелева¹, Ф.Ф. Аптикаев¹, Саураб Баруа², Сантану Баруа², Раджиб Бисвас², Адитиа Калита², Саджал Деб³, Джан Р. Кайал⁴

¹*Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия*

²*Совет по науке и технологии, Северо-Восточный институт науки и технологии, Джорхат, Ассам, Индия*

³*Отделение гражданского строительства, Индийский технологический институт, Гуахати, Ассам, Индия*

⁴*Школа океанографических исследований, Университет г. Джадабпура, Колката, Индия*

Аннотация. Статья посвящена прогнозной оценке параметров сильных движений грунта на плато Шиллонг и прилегающих территориях. Для разработки корреляционных эмпирических соотношений были использованы записи локальной сети сильных движений. Рассмотрены особенности сильных движений на исследуемой территории. Полученные результаты могут быть использованы при оценке сейсмических воздействий в исследуемом районе. В качестве примера рассчитан сейсмический эффект от ожидаемого землетрясения на территории г. Гуахати, столицы штата Ассам в Северо-Восточной Индии. Оценены основные параметры ожидаемого землетрясения. Построены спектр реакции с 67%-ным уровнем доверия и синтетическая акселерограмма для ожидаемого землетрясения в этом районе. На территории города сейсмический эффект в течение 50 лет составляет 9.3 балла с вероятностью 0.05. Полученные результаты могут быть использованы в инженерных расчетах при возведении сооружений в рассматриваемом районе.

Ключевые слова: плато Шиллонг, параметры движения грунта, магнитуда, интенсивность, закон затухания ускорений, спектр реакции, акселерограмма.

ЛИТЕРАТУРА

- Аптикаев Ф.Ф. Оценки параметров сейсмических колебаний при сейсмическом районировании // Экспериментальная сейсмология. М.: Наука, 1983. С. 173–180.
- Аптикаев Ф.Ф. Параметризация записей сейсмических колебаний // Вопросы инженерной сейсмологии. 1981. Вып. 21. С. 3–8.
- Аптикаев Ф.Ф., Эртелева О.О. Метод задания регионального спектра реакции для строительного проектирования // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2001. № 4. С. 4–7.
- Аптикаев Ф.Ф., Эртелева О.О. Генерирование искусственных акселерограмм методом масштабирования реальных записей // Физика Земли. 2002. № 7. С. 39–45.
- Аптикаев Ф.Ф., Эртелева О.О. Параметры спектров реакции // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2008. № 5. С. 23–25.
- Махдавиан А., Аптикаев Ф.Ф., Эртелева О.О. Параметры сильных движений грунта в сейсмически активных зонах Ирана // Физика Земли. 2005. № 2. С. 23–29.
- Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций. НП-031-01. М.: Госатомнадзор России, 2001. 38 с.
- Определение исходных сейсмических колебаний грунта для проектных основ. РБ-006-98. М.: Госатомнадзор России, 2000. 76 с.
- Строительство в сейсмических районах. СНиП II-7-81*. М.: Госстрой России, 2000. 45 с.
- Эртелева О.О. Прогноз уровня вертикальной компоненты // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2011. № 1. С. 52–55.
- Ambraseys N. Reappraisal of north Indian earthquakes at the turn of the 20th century // Current Science. 2000. N 79. P. 101–114.
- Ambraseys N.N., Srbulov M. Attenuation of earthquake-induced ground displacements // Earthquake Engineering and Structural Dynamics. 1994. V. 23.
- Ambraseys N., Bilham R. Reevaluated intensities for the Great Assam Earthquake of 12 June 1897, Shillong, India // Bull. Seismol. Soc. Amer. 2003, V. 93. P. 655–673.
- Aptikaev F.F., Erteleva O.O. Some problems of the synthetic accelerograms generation / International conference on earthquake engineering «EE-21C» to mark 40 years of IZIIS – Skopje, 27 August – 1 September. Skopje; Ohrid, 2005. CD.
- Aptikaev F.F., Erteleva O.O., Sacks M. Properties of response spectra // Proc. XXIV IUGG General Assembly, 2–13 July, 2007, Perugia, Italy. <http://www.iugg2007perugia.it/webbook/presentation6387>
- Aptikaev F.F., Erteleva O.O. Design of specific site response spectrum // Proc. XIV WCEE, 2008. CD, ID 08-02-0021.
- ASCE-4-98. IAEA, Vienna, 1998.
- Atlas of Indian strong ground motion records / Ed. Manish Shrikhande. Department of Earthquake Engineering, IIT Roorkee, December, 2001.
- Baruah S., Hazarika D. A GIS based tectonic map of Northeastern India // Current Science. 2008, V. 95. P. 176–177.
- Bhattacharya P.M., Majumdar R.K., Kayal J.R. Fractal dimension and b-value mapping in northeast India // Curr. Sci. 2002. V. 82. P. 1486–1491.
- Bilham R., England P. Plateau 'pop up' in the great 1897 Assam earthquake // Nature. 2001. V. 410. P. 806–809.
- Bilham R. Earthquakes in India and the Himalaya: tectonics, geodesy and history // Ann. Geophys. 2004. V. 47, N 2/3. P. 839 – 858.

- Bilham R., Gaur V.K., Molnar P. Earthquakes: Himalayan seismic hazard // *Science*. 2001. N 293. P. 1442 – 1444.
- Campbell K.W. An empirical analysis of peak horizontal acceleration for the Loma Prieta, California, earthquake of 18 October 1989 // *Bull. Seismol. Soc. Amer.* 1991. V. 81. P. 1838–1858.
- Campbell K.W. Near-source attenuation of peak horizontal acceleration // *Bull. Seismol. Soc. Amer.* 1981. V. 71. P. 2039–2070.
- Chandrasekaran A.R., Das J.D. Strong motion arrays in India and analysis of data from Shillong array // *Current Sci.* 1992. V. 62. P. 233–250.
- Chen W.P., Molnar P. Source parameters of earthquakes and intraplate deformation beneath the Shillong Plateau and northern Indo-Burma ranges // *J. Geophys. Res.* 1990. V. 95. P. 12.527–12.552.
- Report on seismic microzonation of Guwahati region. Govt. India Publ., DST, 2007. 204 p.
- Erteleva O.O., Aptikaev F.F. Vertical component problem for seismic hazard analysis // *Seismology and engineering seismology* /Eds. Mirko Acic, Draco Trkulja. International conference on earthquake engineering (2009; Banja Luka). Banja Luka, Republic of Srpska, B&H: N.I.G.D. Nezavisne novine, d.o.o., 2009. P. 77–86.
- Etna. High dynamic range strong motion accelerograph. 2008. <http://www.kinemetrics.com/>
- Evans P. The tectonic framework of Assam // *J. Geol. Soc. India*. 1964. N 5. P. 80–96.
- Holt W.E., Ni J.F., Wallace T.C., Haines A.J. The active tectonics of the eastern Himalayan syntaxis and surrounding regions // *J. Geophys. Res.* 1991. V. 96. P. 14.595–14.632.
- Kayal J.R., Arefiev S.S. Barua S., Hazarika D., Gogoi N., Kumar A., Chowdhury S.N., Kalita S. Shillong plateau earthquakes in northeast India region: complex tectonic model // *Current Science*. 10 July 2006. V. 91, N 1. P. 109–114.
- Joyner W.B., Boore D.M. Peak horizontal acceleration and velocity from strong-motion records including records from the 1979 Imperial Valley, California, earthquake // *BSSA*. 1981. V. 71, N 6. P. 2011–2058.
- Kayal J.R., De R. Microseismicity and tectonics in northeast India // *Bull. Seismol. Soc. Amer.* 1991. V. 81. P. 131–138.
- Kayal J.R. Microearthquake Seismology and Seismotectonics of South Asia. New Delhi: Capital Publ. Company, 2008. 503 p.
- Kayal J.R. Earthquake source processes in northeast India: a review // *J. Himalayan Geol.* 1996. V. 17. P. 53–69.
- Kayal J.R. Microearthquake activity in some parts of the Himalaya and the tectonic model // *Tectonophysics*. 2001. V. 339. P. 331–351.
- Mc Guire R.K., Barnhard T.P. The usefulness of ground motion duration in predicting the severity of seismic shaking: Preprint. 1979. 17 p.
- Mikhailova N.N., Aptikaev F.F. Some correlation relations between parameters of seismic motions // *J. Earthq. Pred. Res. Moscow; Beijing*. 1996. V. 5, N 2. P. 257–267.
- Nandy D.R. Geodynamics of North Eastern India and the Adjoining Regions. Kolkata, India: ACB Publ., 2001. 209 p.
- Nayak G.K., Rao V.K., Rambabu H.V., Kayal J.R. Pop-up tectonics of the Shillong Plateau in the great 1897 earthquake (Ms 8.7): Insights from the gravity in conjunction with the recent seismological results // *Tectonics*. 2008. V. 27. TC1018, doi:10.1029/2006TC002027.
- Nersesov I.L., Aptikaev F.F. Urban development in relation to earthquakes, landslides, and unstable ground // *Proc. Internat. Cent. Symp. USGS, USA*, 1976. P. 266– 272.
- Oldham R.D. Report of the great earthquake of 12th June, 1897 // *Mem. Geol. Surv. Ind.* 1899. V. 29. P. 1–379.
- Parvez I.A., Gusev A.A., Panza G.F., Petukhin A.G. Preliminary determination of the interdependence among strong-motion amplitude, earthquake magnitude and hypocentral distance for the Himalayan region // *Geophys. J. Int.* 2001. V. 144. P. 577–596.

Poddar M.C. A short note on the Assam earthquake of 15th August 1950 // Compilation of papers on the Assam Earthquake / Ed. M.B. Ramachandra Rao. Central Board of Geophysics, Calcutta, 1950. N 1. P. 38–42.

Rajendran C.P., Rajendran K., Duara B.P., Bama S., Earnest A. Interpreting the style of faulting and paleoseismicity associated with the 1897 Shillong, Northeast India, earthquake; implications for regional tectonism // *Tectonics*. 2004, V. 23. TC 4009, doi: 10.1029/2003 TC 001605.

Richter C.F. *Elementary seismology*. San Francisco: W.H. Freeman and Company Inc., 1958.

Seeber L., Armbruster J. Great detachment earthquakes along the Himalayan arc and longterm forecasts // *Earthquake prediction* / Eds. D. Simpson, M. Richards. Ewing Ser. N 4. Amer. Geophys. Union, Washington DC, 1981. P. 259–277.

Seismic Zoning map of India. Bureau Indian Standard publication. New Delhi, India, 2004.

Seismic microzonation atlas of Guwahati city, DST report. New Delhi, 2007.

Seismological research letters. 1997. V. 68, N 1. 227 p.

Seismotectonic atlas of India and its environs / Eds. P.L. Narula, S.K. Acharya, J. Banerjee. Geological Survey of India. Sp. Publ., 2000. 86 p.

Tandon A.N. A study of Assam earthquake of August 1950 and its aftershocks // *Indian J. Meteorol. Geophys.* 1954. N 5. P. 95–137.

Trifunac M.D. Preliminary analysis of the peaks strong earthquake ground motion – dependence of peaks on earthquake magnitude, Epicentral distance, and recording site conditions // *BSSA*. 1976. N 1. P. 189–219.

Vulnerability Atlas of India. First revision. BMTPC, India, 2006.

Wells D.L., Coppersmith K.J. New empirical relationships among magnitude, rupture length rupture width, rupture area, and surface displacement // *BSSA*. 1994. V. 84, N 4. P. 974–1002.