**ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ ПОВЕДЕНИЯ ГРУНТОВ РАЗЛИЧНОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ В ПРЕДЕЛАХ КРИОЛИТОЗОНЫ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ**

**В.И. Джурик**, д-р геол. –минерал. наук

(ИЗК СО РАН)

**С.П. Серебренников**, канд. геол. –минерал. наук

(ИЗК СО РАН)

**Е.В. Брыжак,** канд. геол. –минерал. наук

(ИЗК СО РАН)

**А.Ю. Ескин**, геол. –минерал. наук

(ИЗК СО РАН)

**Аннотация.** Обобщены результаты исследований сейсмических свойств скальных и рыхлых грунтов, находящихся в различных температурно-влажностных режимах для мерзлого, воздушно-сухого и водонасыщенного состояния приповерхностных слоев земной корыв пределах криолитозоны Восточной Сибири. Обосновывается возможность прогноза изменения динамических параметров расчетного сильного землетрясения при деградации мерзлоты на примере крупной геологической структуры рассматриваемого региона.

**Ключевые слова:** Восточной Сибири, криолитозона, динамические параметры, проявление сейсмичности, максимальные ускорения, спектры, частотные характеристики.

Для территории Восточной Сибири отмечаются значительные вариации, как потенциальной сейсмической опасности региона (от 7 до 10 баллов) [1], так и температурного поля грунтов – от положительных на юге и юго-западе, до минус 4-6º на северо-востоке [7; 8]. Это позволило проводить исследования грунтов в широком диапазоне температур в естественном залегании и получить сравнительные характеристики их поведения при различных физических состояниях. В итоге можно констатировать, что каждый сейсмоактивный район характеризуется определенными климатическими зонами, а, следовательно, и своими особенностями проявления в них сейсмичности. В таком направлении в настоящей работе проводится обобщение выполненных в последнее время и полученных ранее данных по реализации прогноза поведения грунтов различного состояния при сильных землетрясениях в пределах криолитозоны Восточной Сибири.

Обобщены результаты многолетних исследований сейсмических и деформационных свойств скальных и рыхлых грунтов, находящихся в различных температурно-влажностных режимах [2; 5]. Рассмотрены особенности поведения этих грунтов при воздействии на них близких землетрясений. В результате сравнительного анализа, проведенного по прямым и косвенным данным с привлечением расчетных методов, выявлена различная степень реакции талых и мерзлых грунтов на сейсмические воздействия. Показана значительная роль приповерхностных и глубинных неоднородностей на формирование сейсмического волнового поля, регистрируемого на дневной поверхности. Рассмотрена возможность вероятного задания исходного сигнала по записям относительно сильных землетрясений из различных зон ВОЗ [5; 10]. Приведены примеры прогноза поведения при землетрясениях мерзлых грунтов в случае изменения естественного их состояния под воздействием техногенных или природных факторов [3]. Обсуждаются пути дальнейшего развития прогноза сейсмического воздействий для грунтов криолитозоны.

Исследования обосновывают возможность прогноза изменения динамических параметров расчетного сильного землетрясения при деградации мерзлоты в пределах криолитозоны. Представлены обобщенные для различного состава и состояния грунтов северо-востока Байкальской сейсмической зоны средние вероятные частотные характеристики по данным землетрясений и микросейсм, характеризующие увеличение интенсивности сейсмических колебаний верхней частью разреза.

На основе анализа параметров сильных движений грунтов Байкальской рифтовой зоны в интервале магнитуд от 3 до 6 получены эмпирические зависимости основных динамических характеристик ускорений колебаний грунта от магнитуды и расстояния, как для всей Байкальской сейсмической зоны, так и на примере ее южной, центральной и северной части. На основе отобранных записей землетрясений для БРЗ в интервале указанных выше магнитуд рассмотрены характерные частоты спектров ускорений от землетрясений, имеющих различные механизмы очагов. Дан анализ их изменений с изменением энергии этих землетрясений. Показана возможность прогноза записей акселерограмм для различных эпицентральных расстояний и магнитуд. Найдены средние спектры, характеризующие амплитудно-частотный состав сильных землетрясений Байкальской рифтовой зоны [6].

В итоге, используя экспериментальные данные и теоретические расчеты [9], реализован подход к районированию сейсмической опасности крупной геологической структуры северо-востока Байкальского региона – Чарской впадины, который заключается в представлении отдельных территорий набором физических динамических моделей, характеризующих мощность, состав и физические свойства грунтов и в проведении для них расчетов необходимых параметров сейсмических воздействий. В результате в первом приближении реализована технология построения карт-схем районирования параметров сейсмических воздействий Чарской впадины с учетом деградации мерзлоты в результате строительства. Она основана на использовании комплекса существующих инструментальных методов, параметрического задания исходной сейсмической опасности сильных землетрясений, а также разработки новых способов прогнозирования сейсмических воздействий сильных землетрясений на случай деградации мерзлоты.

Тем самым работа направлена на прогноз изменения сейсмического состояния вечной мерзлоты в различных климатических зонах Восточной Сибири и на возможность смягчения их последствий в регионе.

**Литература**

1. Геокриологические условия Забайкалья и Прибайкалья. М.: Наука, 1967. 222 с.
2. Геология и сейсмичность зоны БАМ. Инженерная геология и инженерная сейсмология. Новосибирск: наука, 1985. 190 с.
3. Джурик В.И., Серебренников С.П., Дреннов А.Ф. Динамика сейсмического риска при температурных изменениях в криолитозоне. Криосфера Земли. №4. Т.N9. 2003. С. 37-40.
4. Джурик В.И. Сейсмогеологические, сейсмологические и инженерно-сейсмологические исследования лаборатории инженерной сейсмологии и сейсмогеологии ИЗК СО РАН / Геодинамика и тектонофизика. – 2014, Т.1, №1, С. 135–157.
5. Джурик В.И. Основы и результаты инженерно-сейсмологического прогноза для территорий Восточного фланга Байкальской рифтовой зоны /Материалы международной конференции, г. Нерюнгри. Геологическая среда и разнообразные проявления сейсмичности. – 2015. С. 175-183.
6. Дреннов А.Ф. Джурик В.И., Серебренников С.П., Брыжак Е.В., Дреннова Н.Н. Спектры ускорений колебаний, возбуждаемых землетрясениями юго-западного фланга Байкальской рифтовой зоны // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54, № 2. – С. 292–301.
7. Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации ОСР-97. М.: 1999. 57 с.
8. Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации ОСР-2016. М.: ИФЗ РАН, 2016. 49 с.
9. Расчетные методы в СМР //Методическое руководство по сейсмическому микрорайонированию. М.: Наука, 1988. С. 196-130.
10. РБ-006-98. Определение исходных сейсмических колебаний грунта для проектных основ. М.: Госатомнадзор России. 1998. 63 с.

**References**

1. Geokriologicheskie uslovija Zabajkal'ja i Pribajkal'ja. M.: Nauka, 1967. 222 s.

2. Geologija i sejsmichnost' zony BAM. Inzhenernaja geologija i inzhenernaja sejsmologija. Novosibirsk: nauka, 1985. 190 s.

3. Dzhurik V.I., Serebrennikov S.P., Drennov A.F. Dinamika sejsmicheskogo riska pri temperaturnyh izmenenijah v kriolitozone. Kriosfera Zemli. №4. T.N9. 2003. S. 37-40.

4. Dzhurik V.I. Sejsmogeologicheskie, sejsmologicheskie i inzhenerno-sejsmologicheskie issledovanija laboratorii inzhenernoj sejsmologii i sejsmogeologii IZK SO RAN / Geodinamika i tektonofizika. – 2014, T.1, №1, S. 135–157.

5. Dzhurik V.I. Osnovy i rezul'taty inzhenerno-sejsmologicheskogo prognoza dlja territorij Vostochnogo flanga Bajkal'skoj riftovoj zony /Materialy mezhdunarodnoj konferencii, g. Nerjungri. Geologicheskaja sreda i raznoobraznye projavlenija sejsmichnosti. – 2015. S. 175-183.

6. Drennov A.F. Dzhurik V.I., Serebrennikov S.P., Bryzhak E.V., Drennova N.N. Spektry uskorenij kolebanij, vozbuzhdaemyh zemletrjasenijami jugo-zapadnogo flanga Bajkal'skoj riftovoj zony // Geologija i geofizika. – 2013. – T. 54, № 2. – S. 292–301.

7. Komplekt kart obshhego sejsmicheskogo rajonirovanija territorii Rossijskoj Federacii OSR-97. M.: 1999. 57 s.

8. Komplekt kart obshhego sejsmicheskogo rajonirovanija territorii Rossijskoj Federacii OSR-2016. M.: IFZ RAN, 2016. 49 s.

9. Raschetnye metody v SMR //Metodicheskoe rukovodstvo po sejsmicheskomu mikrorajonirovaniju. M.: Nauka, 1988. S. 196-130.

10. RB-006-98. Opredelenie ishodnyh sejsmicheskih kolebanij grunta dlja proektnyh osnov. M.: Gosatomnadzor Rossii. 1998. 63 s.

**ESTIMATION AND PREDICTION OF THE BEHAVIOR OF SOILS OF DIFFERENT STATES IN STRONG EARTHQUAKES WITHIN THE PERMAFROST ZONE OF EASTERN SIBERIA**

**Dzhurik V.I.** – chief of laboratory, doctor of geology and mineralogy, IEC SB RAS

**Serebrennikov S.P.** – senior researcher, candidate of geology and mineralogy, IEC SB RAS

**Bryzhak E.V.** – researcher, candidate of geology and mineralogy, IEC SB RAS

**Eskin A.Yu.** – researcher, candidate of geology and mineralogy, IEC SB RAS

**Abstract.** The results of studies of seismic properties of rock and soft soils under different temperature and humidity regimes for the frozen, water-unsaturated and water-saturated state of near-surface layers of the earth's crust within the cryolithozone of Eastern Siberia are described. The possibility of predicting of changes in the dynamic parameters of the calculated strong earthquake in the degradation of the permafrost on an example of a large geological structure of the region under consideration.

**Keywords:** Eastern Siberia, cryolithozone, dynamic parameters, seismicity, maximal accelerations, spectra, frequency characteristics.