**РАЙОНИРОВАНИЕ В ПРЕДЕЛАХ КРИОЛИТОЗОНЫ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ КРУПНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ ПО ВЕРОЯТНЫМ СЕЙСМОГРУНТОВЫМ МОДЕЛЯМ**

**ZONING WITHIN THE PERMAFROST ZONE OF THE SEISMIC HAZARD OF LARGE**

**GEOLOGICAL STRUCTURES OF EASTERN SIBERIA ACCORDING TO PROBABLE SEISMIC**

**SOIL MODELS.**

**Джурик В.И.**

 д.г.-м.н., заведующий лабораторией инженерной сейсмологии и сейсмогеологии, ФБГУН ИЗК СО РАН

**Брыжак Е.В.**

к.г.-м.н., старший научный сотрудник, ФБГУН ИЗК СО РАН

**Серебренников С.П.**

 к.г.-м.н., старший научный сотрудник, ФБГУН ИЗК СО РАН

**Ескин А.Ю.**

к.г.-м.н., научный сотрудник, ФБГУН ИЗК СО РАН

**Dzhurik V.I.**

Doctor of Geology and Mineralogy, Head of the Laboratory of Engineering Seismology and Seismic Geology, Institute of the Earth's crust SB RAS

**Bryzhak E.V**.

Candidate of Geology and Mineralogy, Senior Researcher, Institute of the Earth's crust SB RAS

**Serebrennikov S.P.**

Candidate of Geology and Mineralogy, Senior Researcher, Institute of the Earth's crust SB RAS

**Eskin A.Yu.**

Candidate of Geology and Mineralogy, Researcher, Institute of the Earth's crust SB RAS

**Аннотация.** Реализуется подход, основанный на районировании крупных геологических структур по сейсмо-грунтовым моделям, для которых с помощью экспериментальных и расчетных данных проведена оценка набора параметров сейсмических воздействий, необходимых для проектирования сейсмостойких сооружений. Такой подход наиболее экономичен для сейсмически активных северных районов Восточной Сибири. Он позволяет использовать полученные данные на стадии выбора трасс линейных сооружений, железных дорог, трубопроводов и площадок строительства ответственных промышленных и гражданских сооружений.

**Abstract.** An approach is being implemented based on the zoning of large geological structures using seismic soil models, for which, using experimental and calculated data, a set of seismic impact parameters necessary for designing seismic resistant structures has been stimated. This approach is most economical for seismically active northern regions of Eastern Siberia. It allows to use the data obtained at the stage of choosing the routes of linear structures, railways, pipelines and construction sites of responsible industrial and civil structures.

**DOI 10.37153/2686-0045-2019-13-124-126**

Расширение масштабов и темпов строительства на обширных территориях Восточной Сибири, вовлечение в промышленную разработку новых месторождений полезных ископаемых предполагает, при планировании строительства учитывать, экстремальные природно-климатические факторы, таких как высокая сейсмичность и повсеместное развитие островной и многолетней мерзлоты. Это требует внедрения новых экспрессных методик инженерно-сейсмологического прогноза, к числу которых относится весь спектр средств мало- и средне глубинной геофизики. Последние позволяют изучить состояние приповерхностных слоев через совокупность инструментально измеренных электрических, акустических, температурных и других петрофизических параметров,

которые в зависимости от режима и характера деструкции мерзлотного разреза при его оттаивании дают возможность осуществлять прогноз и следить за трансформациями прочностных свойств грунтов, эволюцией их сейсмологических характеристик и реакцией на землетрясения.

В отмеченном направлении проведены исследования крупной геологической структуры северо-востока Байкальской сейсмической зоны – Чарской впадины. Она вытянута с Ю-З на С-В на 120 км, имеет ширину до 30 км, относится к районам сплошного распространения вечномерзлых грунтов их мощность достигает 100 и более метров, температура до -40С и ниже - в горных сооружениях, обрамляющих впадину. Талики встречаются под руслами крупных рек и озер. Исходная сейсмичность оценивается, в зависимости от вероятности превышения ожидаемых событий, в 8, 9 и 10 баллов.

В методическом отношении, для оценки параметров сейсмических воздействий сильных землетрясений**,** реализовано для территории Чарской впадины: изучение скоростной неоднородности грунтов верхней зоны разреза до коренных «эталонных» грунтов, задание исходного сигнала (с учетом зон ВОЗ) и параметров очага, построение необходимого числа сейсмических моделей **для их естественного и прогнозируемого состояния и проведение теоретических расчетов.**

Кроме того, решение поставленных задач требует краткого обобщения имеющихся сведений по характеристикам и параметрам сейсмических и мерзлотных особенностей для исследуемой территории с возможностью построения расчетных сейсмических моделей для естественного и прогнозируемых состояний мерзлых грунтов. Они представляются на основе составленных схем мерзлотного и инженерно-геологического районирования Чарской впадины с учетом комплексных инструментальных сейсмологических наблюдений, выполненных ранее и в последние годы. В большей степени использовались данные полученные на временных полигонах, где выполнялся практически весь комплекс инструментальных измерений (регистрация землетрясений, микросейсм и изучение физических параметров грунтов от глубинной до мало- и средне глубинной геофизикой)

Для решения основной задачи, изучения закономерностей изменения динамических параметров мерзлых грунтов, при их возможной деградации, были построены три типа моделей, различающихся по используемой общей мощности. Условно это три уровня моделей, в большей степени отвечающих задачам районирования сейсмической опасности по степени детальности. Сами модели представляются слоями рыхлых отложений до относительно сохранных коренных пород, с учетом их состояния, а также ожидаемых техногенных изменений грунтов. Для построения обобщенных моделей использовался весь объем имеющихся измерений петрофизических характеристик грунтов на исследуемой территории с помощью геофизических методов. Для прогноза скоростей продольных и поперечных волн при изменении состояния грунтов предпочтение отдавалось установленным ранее и уточненным для северо-востока БСЗ переходным экспериментальным уравнениям.

В итоге для сформированных моделей рассчитан набор параметров сейсмических воздействий, проведено их районирование и построены карты–схемы их распределения по площади для естественного и прогнозируемого состояния мерзлоты. По данным экспериментальных методов для принятой исходной сейсмичности равной 9 баллам, впадина разделяется для естественного (мерзлого) состояния грунтов на участки 8-9 баллов и для прогнозируемого талого состояния – на участки 8, 9 и 10 баллов.

По значениям расчетных динамических параметров сейсмических воздействий для наиболее вероятных сейсмических моделей, отвечающих за проявление сейсмичности получено, что для естественного (мерзлого) состояния грунтов максимальные ускорения прогнозируются в интервале от 180 до 392 см/с2 *–* для горизонтальной компоненты и 91-181 см/с2 – для вертикальной. Для максимальных сейсмических воздействий на грунты

прогнозируемого (талого) состояния, эти величины имеют значения от 196 до 808 см/с2 – для горизонтальной компоненты и от 91 до 336 см/с2 – для вертикальной.

Несмотря на то, что полученные результаты теоретических расчетов, выполнены в предположении, когда вся энергия колебаний приходится на упругие деформации направленность их изменений, согласно расчетным значениям сейсмической опасности в баллах и максимальным ускорениям, согласуется с экспериментальными и макросейсмическими данными и приводят к увеличению сейсмической опасности при деградации мерзлоты. Амплитудный уровень колебаний и их частотный состав могут контролироваться предложенными методическими подходами, реализованными для исследуемой территории.