

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ КУРИЛО-КАМЧАТСКОЙ ЗОНЫ СУБДУКЦИИ

А. А. Остапчук¹, И. И. Нугманов^{1,2,*}, К. Г. Морозова¹, О. В. Бергаль-Кувикас^{3,4}

¹Институт динамики геосфер имени академика М. А. Садовского Российской академии наук, Москва, Россия

²Университет Иннополис, Иннополис, Россия

³Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия

⁴Камчатский государственный университет им. В. Беринга, Петропавловск-Камчатский, Россия

*E-mail: i.nugmanov@innopolis.ru

Эволюция тектонических разломов и локализация очагов сильнейших землетрясений определяются конфигурацией тектонических зацепов (зоны асперити): участков интерфейса с высокой фрикционной прочностью. В работе на основе анализа региональных (Камчатский филиал ФИЦ ЕГС РАН) и глобальных (каталог Геологической службы США NEIC) сейсмических данных за период 1990–2025 гг. проведено уточнение структурной модели Курило-Камчатской зоны субдукции (ККЗС). Для картирования структуры межплитного контакта применен алгоритм SPAD, выделяющий сейсмогенные пятна (сейсмопятна): топологически плотные пространственные группы фоновой сейсмичности. В пределах ККЗС идентифицированы устойчивые конфигурации сейсмопятен размером 150–350 км. Установлено, что пространственная локализация этих структур часто коррелирует с геометрическими неоднородностями слэба, трансформными разломами (клавишно-блоковая модель) погружающейся Тихоокеанской плиты. Эволюционная динамика охарактеризована с привлечением сведений по триггерным изменениям параметров сейсмичности: проведен расчет и анализ корреляционной размерности, учитывающей локализацию связанных событий; скейлингового параметра; амплитуды смещения, реализуемого на отдельном сейсмопятне согласно эмпирической связи с величиной кумулятивного сейсмического момента. Кроме того, проведено сопоставление полученной конфигурации сейсмопятен, полученных исключительно в результате анализа сейсмических каталогов с результатами численного моделирования смещений и сейсмического момента по результатам инверсии волновых форм, данных геодезических сетей и космической радарной интерферометрии. Обобщение данных по Камчатскому и Курильскому сегментам позволяет сформировать уточненную сегментацию зоны субдукции. Предложенный подход доказывает, что анализ мезоструктуры фоновой сейсмичности позволяет выявлять зоны концентрации напряжений без использования априорных данных о сильных событиях, что критически важно для оценки сейсмической опасности и понимания механизмов перехода от медленного накопления деформаций к динамическому разрыву.

*Работа выполнена в рамках темы государственного задания № 125012700824-4
"Деформационные процессы, локализованные на границах тектонических блоков разных иерархических уровней – физические механизмы, предвестники, методы контроля и предупреждения"*

USING SEISMOLOGICAL DATA TO REFINE THE STRUCTURAL MODEL OF THE KURIL-KAMCHATKA SUBDUCTION ZONE

A. A. Ostapchuk¹, I. I. Nugmanov^{1,2,*}, K. G. Morozova¹, O. V. Bergal-Kuvikas^{3,4}

¹*Sadovsky Institute of Geospheres Dynamics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

²*Innopolis University, Innopolis, Russia*

³*Institute of Volcanology and Seismology, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia*

⁴*Vitus Bering Kamchatka State University, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia*

* *E-mail: i.nugmanov@innopolis.ru*

The evolution of tectonic faults and the localization of the sources of the strongest earthquakes are determined by the configuration of tectonic asperities: interface patches with high frictional strength. In this study, the structural model of the Kuril-Kamchatka subduction zone (KKSZ) was refined based on the analysis of regional (Kamchatka Branch of the Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences) and global (USGS NEIC) seismic data for the period 1990–2025. To map the structure of the interplate contact, the SPAD algorithm was applied, which detects seismogenic patches: topologically dense spatial clusters of background seismicity. Within the KKSZ, stable configurations of seismogenic patches ranging in size from 150 to 350 km have been identified. It has been established that the spatial localization of these structures often correlates with the geometric heterogeneities of the slab and transform faults (the key-block model) of the subducting Pacific plate. The evolutionary dynamics are characterized by incorporating data on triggered changes in seismicity parameters. We calculated and analyzed the correlation dimension, taking into account the localization of clustered events; the scaling parameter (b-value); and the slip amplitude realized on an individual seismogenic patch according to its empirical relationship with the cumulative seismic moment. Furthermore, the configuration of seismogenic patches, obtained exclusively through the analysis of seismic catalogs, was compared with the results of numerical modeling of displacements and seismic moment based on waveform inversion, geodetic network data, and spaceborne radar interferometry (InSAR). The generalization of data on the Kamchatka and Kuril segments allows for the formulation of a refined segmentation of the subduction zone. The proposed approach proves that the analysis of the mesostructure of background seismicity makes it possible to identify stress concentration zones without relying on a priori data on strong events. This is critically important for seismic hazard assessment and for understanding the mechanisms of the transition from slow strain accumulation to dynamic rupture.