

Геолого-геофизические особенности мест сильнейших землетрясений Тихоокеанского сейсмического пояса и Яванского желоба.

Geological and geophysical features of the sites of the strongest earthquakes in the Pacific seismic belt and the Java Trench

Семка М.А., Горшков А.И.
Semka M.A., Gorshkov A.I.
ИТПЗ РАН

Абстракт

Рассматриваются сильнейшие землетрясения Тихоокеанского сейсмического пояса и Яванского желоба за период с 1900 -2020 гг. Целью исследования является определение характерных морфологических и геофизических признаков мест сильнейших землетрясений зон субдукции Тихого океана и Яванского желоба в Индийском океане. Характерные признаки определялись для окрестностей сильнейших землетрясений, которые произошли за период с 1900 -2020 гг. Землетрясения выбраны из каталога NEIC и по магнитуде были разделены на две группы. В первую группу вошло 15 землетрясений с $M \geq 8.5$, а во вторую - 58 землетрясений с $M = 8.0-8.4$. Объектами исследования служили круги радиусом 100 км и 300 км, построенные вокруг эпицентров рассматриваемых землетрясений. В пределах этих кругов были определены значения морфологических, геофизических параметров, а также параметры, характеризующие геометрию зон субдукции. С помощью алгоритма распознавания Кора 3 определены характерные морфологические и геофизические признаки.

The strongest earthquakes of the Pacific seismic belt and the Java Trench for the period from 1900 to 2020 are considered. The purpose of the study is to determine the characteristic morphological and geophysical features of the sites of the strongest earthquakes in the subduction zones of the Pacific Ocean and the Java Trench in the Indian Ocean. Characteristic features were determined for the vicinity of the strongest earthquakes that occurred during the period from 1900 to 2020. Earthquakes were selected from the NEIC catalog and were divided into two groups based on magnitude. The first group included 15 earthquakes with $M \geq 8.5$, and the second group included 58 earthquakes with $M = 8.0-8.4$. The objects of the study were circles with a radius of 100 km and 300 km, built around the epicenters of the earthquakes under consideration. Within these circles, the values of morphological, geophysical parameters, as well as parameters characterizing the geometry of subduction zones were determined.

Abstract

Параметры	Пороги дискретизации в круге радиуса 100км	Пороги дискретизации в круге радиуса 300км
Минимальное значение аномалии Бугэ, MinG, мГл	91; 198	35; 137
Максимальное значение аномалии Бугэ, MaxG, мГл	424	488; 566
Градиент аномалии Бугэ, dG, мГл	267	382; 479
Минимальное значение магнитной аномалии, MinM, нТ	-120	-298; -197
Максимальное значение магнитной аномалии, MaxM, нТ	89; 240	195; 390
Градиент магнитной аномалии, dM, нТ	215; 418	544
Минимальная высота рельефа, MinH, м	-5436	-7642; -6000
Максимальная высота рельефа, MaxH, м	293; 1667	2068
Размах высот, dH, м	6628	8619; 10417
Угол гакорна сейсмофокальной зоны, UголZ, градус	38	38
Максимальная глубина зоны субдукции, HmaxZ, км	258	258

Регионы исследований и параметры, используемые при распознавании

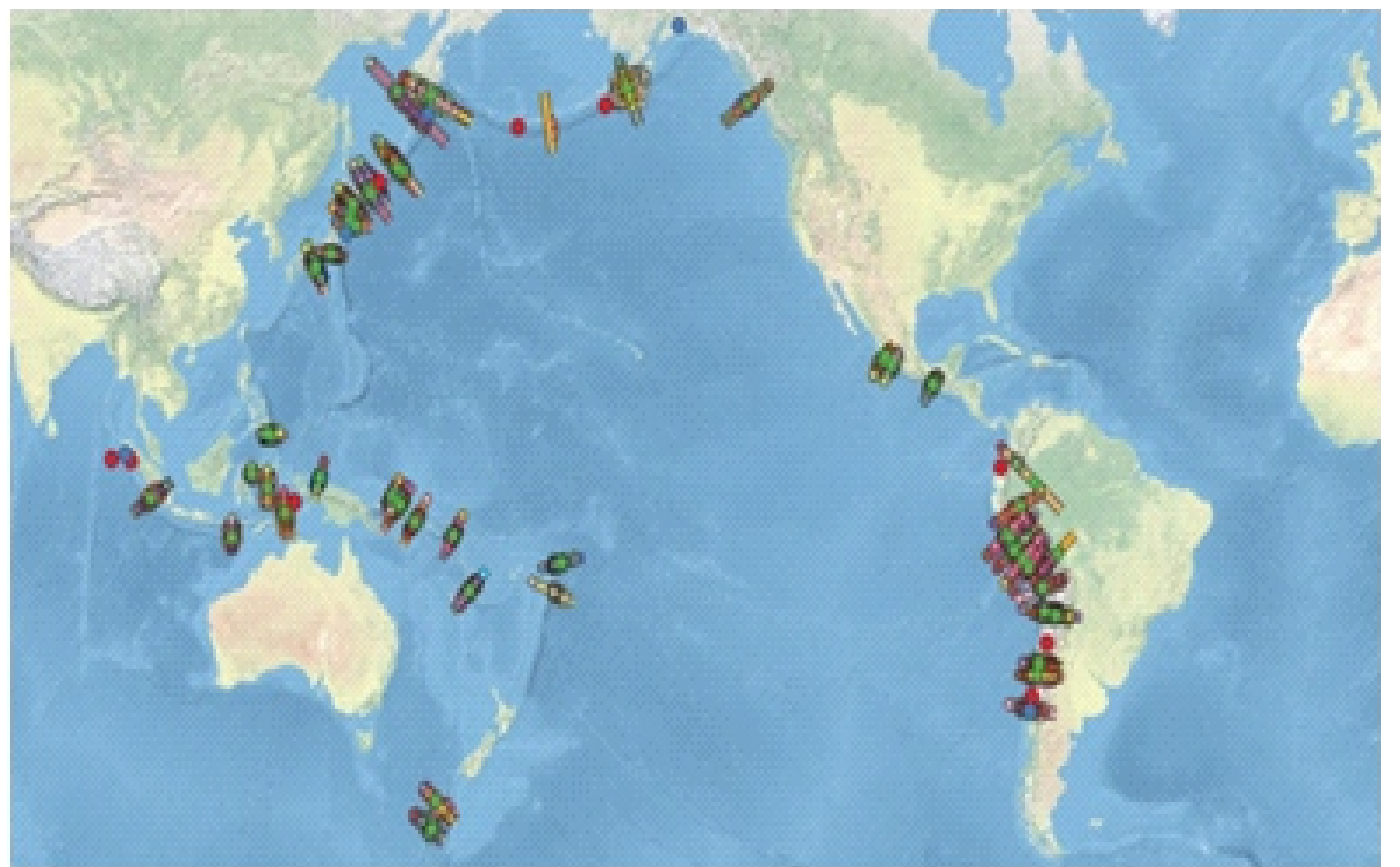


Рис. 1. Эпицентры землетрясений с M8+ и положение профилей, в пределах которых строились сейсмофокальные разрезы.

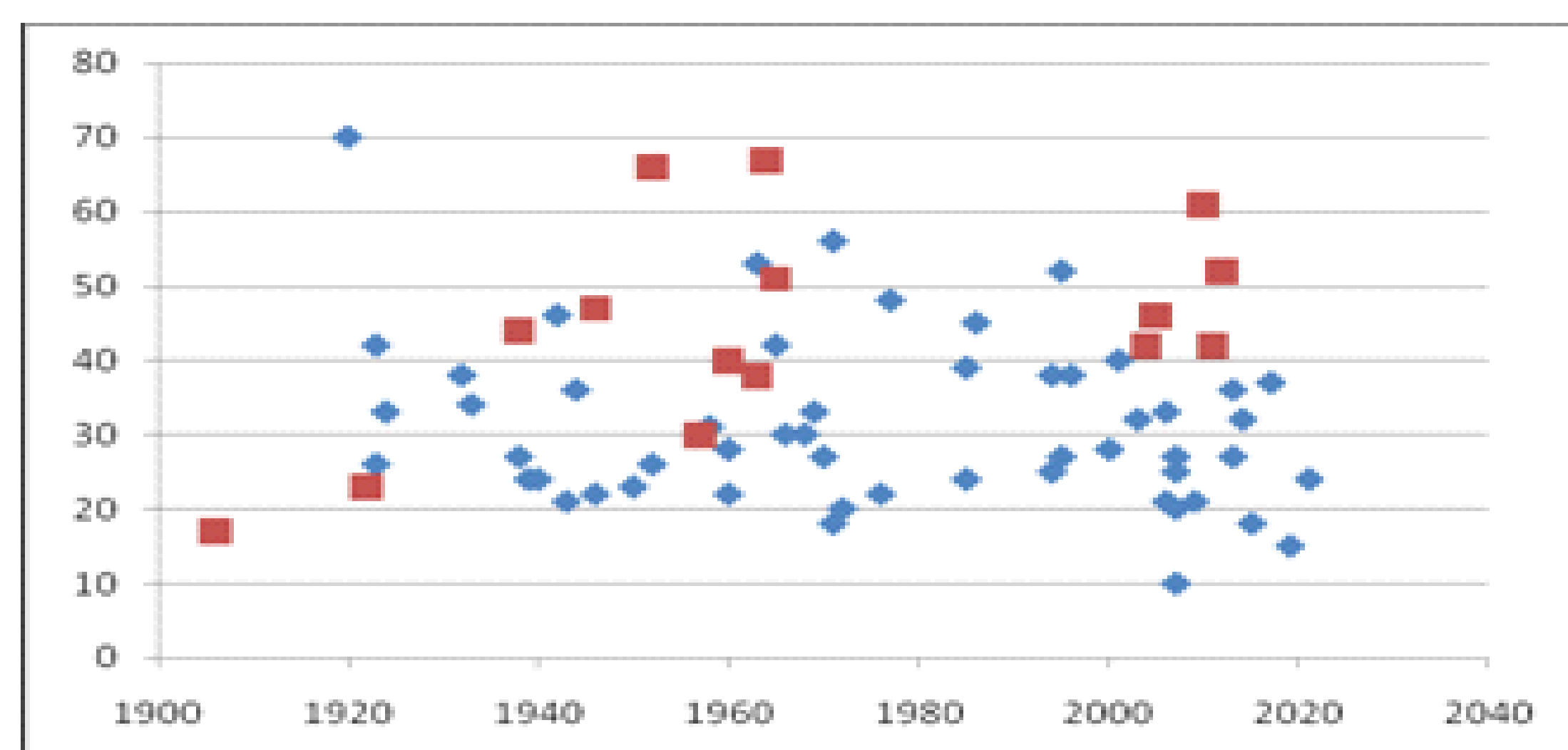


Рис. 2. Распределение землетрясений по углу наклона сейсмофокальных разрезов. Красные квадраты - M8.5+, синие - M=8.0-8.49. Вертикальная ось - угол наклона сейсмофокальных разрезов.

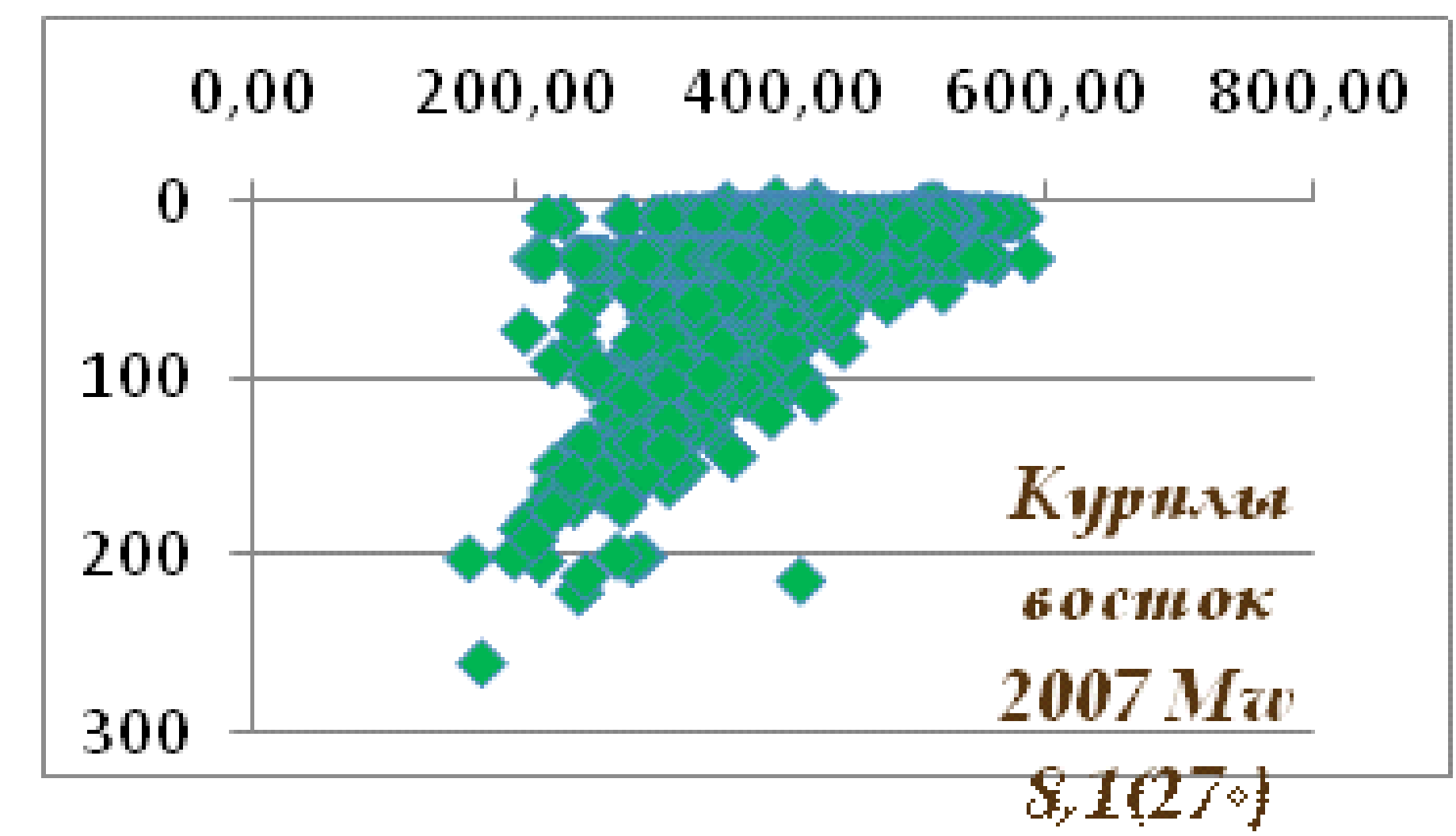
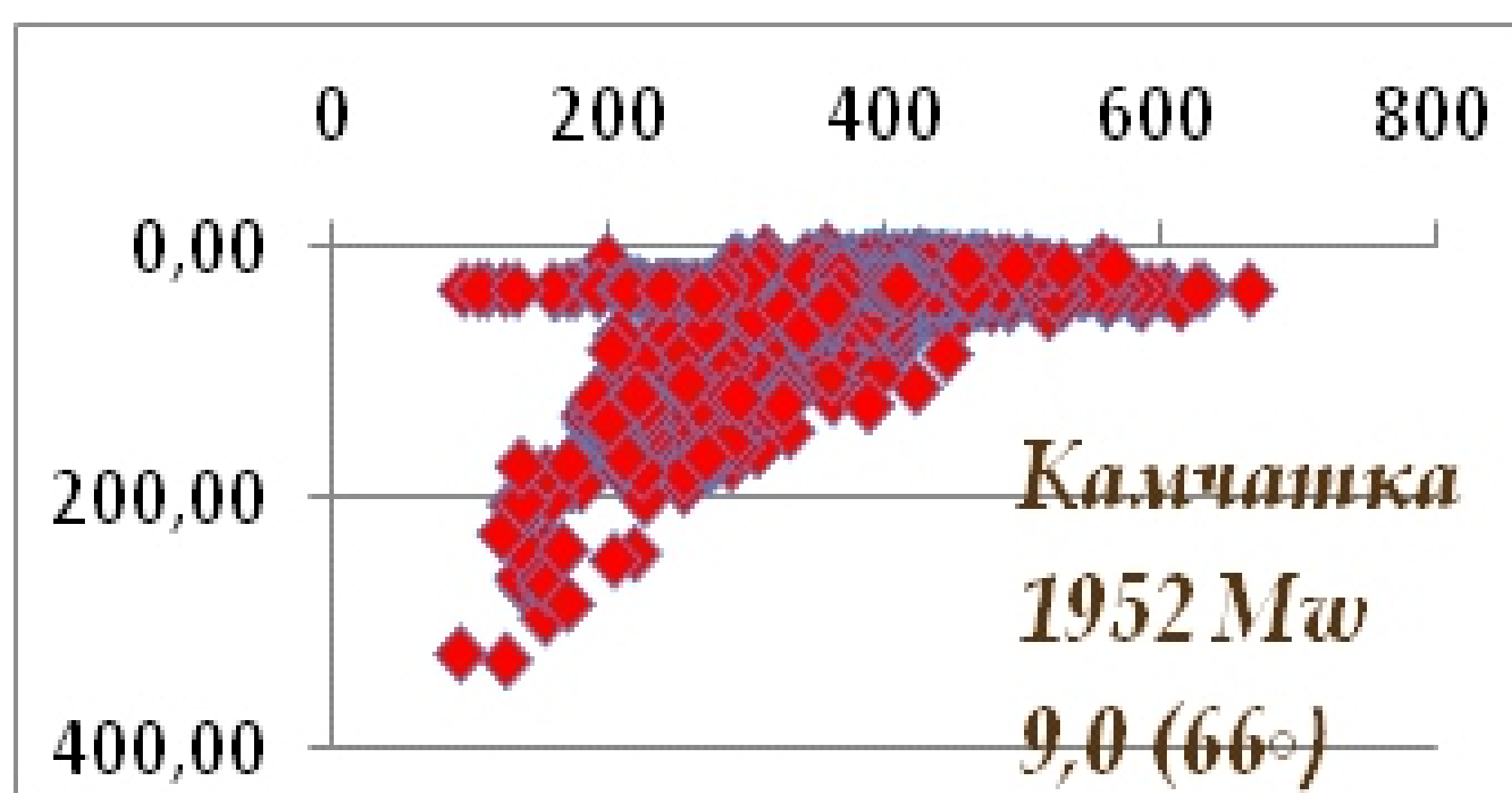


Рис.3. Примеры вертикальных сейсмофокальных разрезов.

№	Параметры								
	MaxG	dG	MinM	MaxM	MinH	MaxH	dH	UголZ	HmaxZ
	мГл	мГл	нТ	нТ	м	м	м	градус	км
Характерные признаки мест землетрясений M8.5+									
1						>1667	≤6628		≤258
2			≤89				≤6628		≤258
3				>-5436		≤299			≤258
4			>-120	>240					≤258
5	≤267					>1667		>38	
6			>-120			≤1667		>38	
7				>240	≤-5436			>38	
8	≤424	≤267					>6628		
9			>-120	>89	>-5436				
Характерные признаки мест землетрясений M8.0-8.49									
1				≤240				≤38	>258
2				≤240		≤1667		≤38	
3	>424							≤38	
4		>267				>293	>6628		
5		>267		0		>293			
6	>424.4					>293			
7		>267	≤-120						

Характерные признаки или критерии сейсмичности, представленные в Табл. 2 отражают особенности рельефа и глубинного строения в 100-км окрестностях землетрясений с M8.5+ и M=8.0-8.49. Отчетливо видно, что наиболее существенную роль в разделении землетрясений M8.5+ и M8.0-8.49 играет угол наклона сейсмофокальной зоны и мощности зоны субдукции. Для обоих масштабов рассмотрены сильнейшие M8+ события. Характеризуются углом наклона превышающем 38 град. и одновременно "малой" мощностью зоны субдукции. В гравитационном поле окрестности событий M8+ характеризуются "малыми" значениями градиента аномалии Бугэ, тогда как для землетрясений M8.0-8.49 оказались свойственны "большие" значения этого градиента. Существенна также роль магнитных аномалий для разделения двух групп землетрясений. Для Событий с M8.5+ характерны "большие" значения максимальной магнитной аномалии, а для окрестностей событий M8.0-8.49 типичны "малые" значения этого параметра. В рельефе окрестности землетрясений с M8.5+ характеризуются "большими" значениями минимальной высоты.

Заключение

Были рассмотрены 73 сильнейших землетрясения (M8+), зафиксированных в период с 1900 -2020 гг. в Тихоокеанском сейсмическом поясе и Яванском желобе. С целью поиска морфометрических и геофизических факторов, контролирующих локализацию и силу этих землетрясений, эти события были разделены на две группы разных интервалов магнитуд: события с M8.5+ и события в интервале M=8.0-8.49. Был разработан набор параметров для описания мест локализации сильнейших землетрясений. Эти параметры включали морфометрические параметры, а также характеристики гравитационного и магнитного полей. Поскольку рассматриваемые землетрясения связаны с зонами субдукции, сделана попытка рассмотреть некоторые характеристики зон субдукции, которые могут обуславливать местоположение и магнитуду сильнейших землетрясений. В частности, были рассмотрены угол наклона погружающихся плит и мощность зоны субдукции. Угол погружения океанических плит оценен по вертикальным сейсмофокальным разрезам, которые были построены для областей всех 73-х землетрясений. Мощность зоны субдукции оценивалась по максимальной глубине гипоцентров. Распределение всех событий с M8+ относительно угла наклона сейсмофокальных зон показало четкое разделение всех событий с M8+ на две группы. Установлено, что в окрестностях 12-ти из 15-ти (или 80%) землетрясений с M≥8.5 угол наклона погружающейся плиты равен или превышает примерно 40 градусов. Тогда как для абсолютного большинства (83%) мест землетрясений с M=8.0-8.49 угол наклона сейсмофокальной зоны меньше 40 градусов. При сравнении двух групп землетрясений с помощью алгоритма распознавания Кора-3 в пространстве всех использованных параметров высокая информативность параметра "угол наклона сейсмофокальной зоны" была подтверждена. Алгоритм определил для этого параметра значение порога, относительно которого события с M8.5+ отделяются от землетрясений с M8.0-8.49, в 38 градусов. Таким образом, 33

угол наклона сейсмофокальной зоны в районе 38-40 градусов может рассматриваться достаточно перспективным критерием для идентификации возможных мест наиболее сильных землетрясений (мегаземлетрясений) с M8.5+. На основе более широкого круга параметров с помощью алгоритма Кора-3 определены характерные признаки (критерии сейсмичности), которые позволяют отделять места локализации событий с M8.5+ от землетрясений с M8.0-8.49. Эти критерии могут применяться для идентификации мест потенциальных очагов сильнейших землетрясений с M8+ вдоль всего Тихоокеанского сейсмического пояса, а также в зонах субдукции Индийского океана. Результаты работы вносят вклад в изучение геолого-геофизических параметров, контролирующих локализацию и магнитуду сильнейших землетрясений. В дальнейших исследованиях планируется провести более глубокую интерпретацию найденных критериев сейсмичности, а также включить в рассмотрение параметры, характеризующие состояние среды и геодинамические аспекты районов сильнейших землетрясений такие как тепловой поток, показатели напряженного состояния, данные GPS

Литература

- Горшков А.И. Распознавание мест сильных землетрясений в Альпийско-Гималайском поясе. М.: КРАСАНД, 2010. 472с
Ando, M., 1975. Source mechanisms and tectonic significance of historical earthquakes along the Nankai Trough, Japan. Tectonophysics, 27, 119–140.
Goes, S., 1996. Irregular recurrence of large earthquakes: An analysis of historic and paleoseismic catalogs. J. Geophys. Res., 101, 5739–5749.
Gorshkov, A. I. and A. A. Soloviev (2021), Recognition of earthquake-prone areas in the Altai-Sayan-Baikal region based on the morphostructural zoning, Russ. J. Earth Sci., 21, ES1005, doi:10.2205/2020ES000751
Lay, T., Kanamori, H., Ammon, C.J., et al., 2005. The Great Sumatra-Andaman earthquake of 26 December 2004. Science 308, 1127–1133.
Tichelaar, B.W., and Ruff, L.J., 1993. Depth of seismic coupling along subduction zones. J. Geophys. Res. 98, 2017–2037.