ВАРИАЦИИ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ИОНОСФЕРЫ В ПЕРИОД ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ В РАЙОНЕ ИГИЛЬ 8 СЕНТЯБРЯ 2023 ГОДА

Рябова С.А.^{1,2}

¹*Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук,
г. Москва*

²*Институт динамики геосфер им. академика М.А. Садовского
Российской академии наук, г. Москва
riabovasa@mail.ru*

Марокко находится недалеко от границы между Африканской и Евразийской плитами, трансформного разлома Азорские острова – Гибралтар. Эта зона правостороннего сдвига становится транс-прессионной на своем восточном конце, с развитием крупных надвиговых разломов. К востоку от Гибралтарского пролива, в море Альборан, граница приобретает коллизионный характер. Большая часть сейсмичности в Марокко связана с движением на границе этой плиты, причём наибольшая сейсмическая опасность наблюдается на севере страны, вблизи границы.

8 сентября 2023 года в Марокко произошло землетрясение. Его эпицентр находился в районе Игиль, расположенном в провинции Эль-Хауз, которая входит в регион Марракеш-Сафи. Землетрясение также ощущалось в Испании, Португалии, Алжире и других странах.

По данным Геологической службы США землетрясение имело механизм очага, указывающий на образование наклонно-надвигового разлома под Высоким Атласом. Очаг землетрясения располагался на глубине 18,5 км. Магнитуда составила 6,8, став самой сильной в этом районе за последние 123 года (другие источники оценивают магнитуду в 6,9 и 7,2). Повторный толчок магнитудой 4,9 произошел через 19 минут после основного толчка землетрясения.

Несмотря на имеющиеся данные [1, 2], недостаточно наблюдательного материала, основываясь на котором можно адекватно представлять сложную структуру ионосферного эффекта земле-

трясений, что необходимо для разработки концептуальных, теоретических и феноменологических моделей, описывающих в полном объеме последствия сильных сейсмических явлений.

Цель настоящих исследований заключалась в анализе отклика полного электронного содержания ионосферы в ближней зоне на сильное землетрясение в районе Игиль.

В настоящей работе использовались данные спутников GPS, позволяющие определять вариации полного электронного содержания ионосферы в ближней зоне. Вариации полного электронного содержания ионосферы с периодами от нескольких минут до первых десятков минут, наблюдаемые несколькими навигационными спутниками, ионосферные проекции трасс которых расположены в ближней зоне, могут быть обусловлены как сейсмическими процессами, так и другими причинами, например, возмущенным состоянием геомагнитного поля, солнечной активностью. Для снижения влияния упомянутых факторов и исследования ионосферного отклика только в акустическом диапазоне была применена полосовая фильтрация Баттерворта 7-го порядка.

Для приемной станции Рабат из 32 спутников GPS был выделены спутники, которые (за 5 мин до и 15 мин после события) находились на расстоянии меньше 500 км от эпицентра землетрясения.

В вариациях полного электронного содержания после землетрясения в ближней зоне наблюдается характерный для ударных волн сигнал. По амплитуде ионосферного сигнала в полном электронном содержании оценена энергия землетрясения, которая хорошо согласуется с сейсмическими оценками.

Исследования выполнены в рамках государственного задания ИФЗ РАН и в рамках государственного задания ИДГ РАН № 125012700798-8 «Преобразование геофизических полей как основной фактор межгеосферных взаимодействий».

Литература

1. Рябова С.А., Шалимов С.Л. Об ионосферном отклике землетрясений на Филиппинах с ноября по декабрь 2023 г. // Физика Земли. 2024. № 6. С. 52-63. DOI: 10.31857/S0002333724060038.
2. Рябова С.А., Ольшанская Е.В., Шалимов С.Л. Отклик нижней и верхней ионосферы на землетрясения в Турции 06.02.2023 г. // Физика Земли. 2023. № 6. С. 153-162. DOI: 10.31857/S0002333723060182.