

## Атмосферное электричество и ионосферные эффекты извержения вулкана Шивелуч 10 апреля 2023 г.

Смирнов С.Э.<sup>1</sup>, Пулинец С.А.<sup>2</sup>

### Atmospheric electricity and ionospheric effects of the Shiveluch volcano eruption on April 10, 2023

Smirnov S.E., Pulinets S.A.

<sup>1</sup> Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, п. Паратунка, Камчатский край;

e-mail: sergey@ikir.ru

<sup>2</sup> Институт космических исследований РАН, г. Москва

10 апреля 2023 г. произошло извержение вулкана Шивелуч на Камчатке. В слое F ионосферы над вулканом наблюдалось резкое увеличение электронной концентрации. Одновременно на расстоянии 450 км от вулкана наблюдалась интенсивная аномалия электрического поля в приземной атмосфере. Рассматриваются атмосферно-электрические эффекты этого извержения.

Весь спектр воздействия мощных вулканических извержений на электрические характеристики атмосферы пока до конца не изучен. 10 апреля 2023 г. произошло крупнейшее за последние десятилетия извержение вулкана Шивелуч на Камчатке. В момент извержения в слое F ионосферы наблюдалось резкое увеличение электронной концентрации, зафиксированное станцией вертикального ионосферного зондирования в обсерватории «Паратунка» (рис. 1), расположенной на расстоянии 450 км от вулкана.

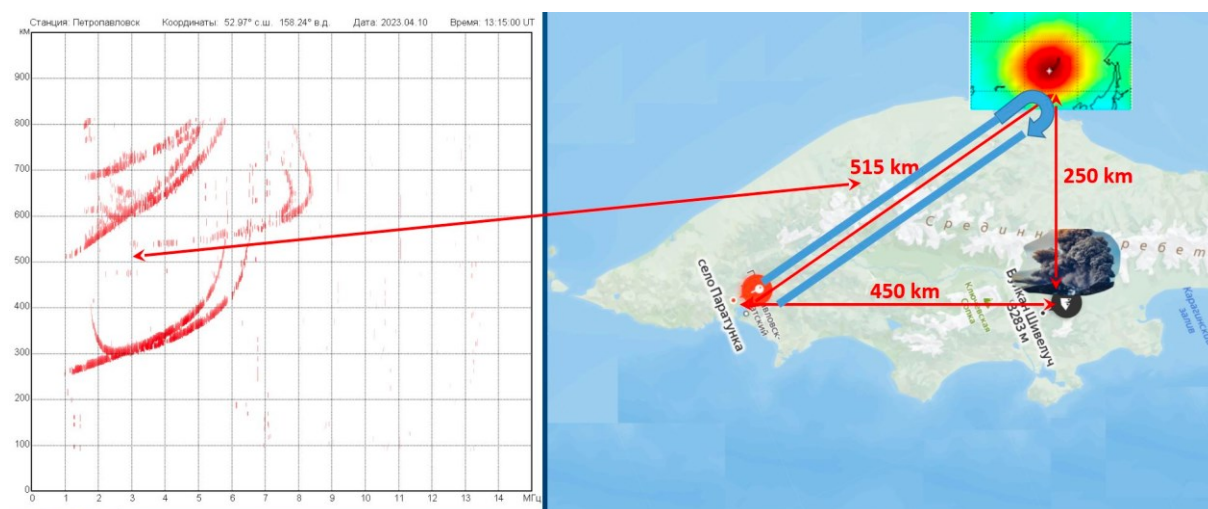


Рис. 1. Ионограмма 10 апреля 2023 г. в момент появления аномалии в электрическом поле приземного воздуха на обсерватории «Паратунка» (слева) и карта с местоположением вулкана Шивелуч и обсерватории «Паратунка» (справа).

Использование данных ионосферной станции позволило не только оценить электронную концентрацию в F-слое ионосферы, но и получить ее вертикальный профиль, что при извержении вулкана было произведено впервые [2].

Одновременно на обсерватории наблюдалась интенсивная аномалия вертикальной составляющей градиента потенциала электрического поля в приземной атмосфере (рис. 2). На таком расстоянии аномалия электрического поля не могла быть вызвана пространственным зарядом вулканического пепла, так как пепловое облако еще не достигло пункта наблюдения. Для понимания причин ее появления требуются дополнительные исследования.

Изменение состояния электрических параметров атмосферы, зарегистрированное на обсерватории «Паратунка», расположенной в 451 км от вулкана, представлено на рис. 2. Момент появления аномалий в ионосфере представлен красной

стрелкой. Электрическое поле атмосферы среагировало высоким положительным всплеском (рис. 2а). На рис. 2б представлена электропроводность воздуха, вызванная положительными ионами (красная линия) и отрицательными ионами (синяя линия).

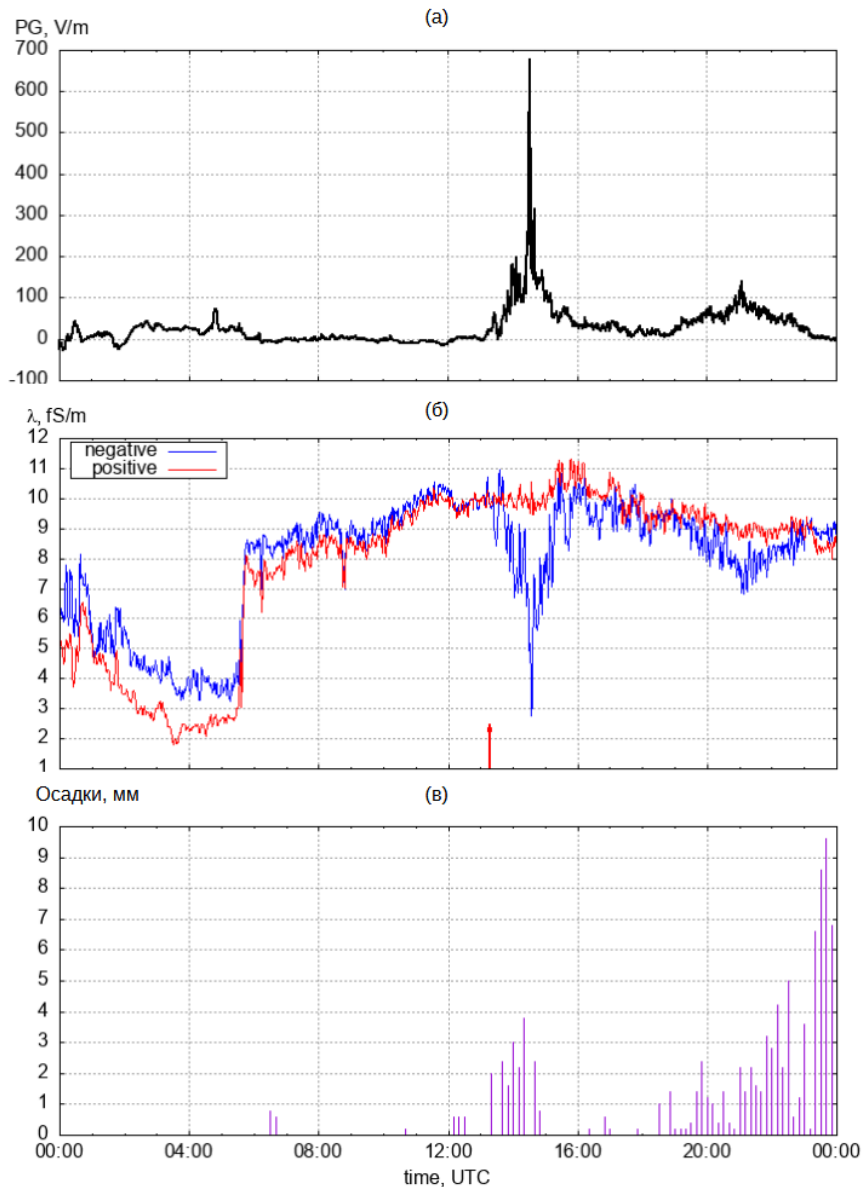


Рис. 2. Электрические и метеорологические параметры атмосферы на обсерватории «Паратунка» во время извержения вулкана Шивелуч (момент 13:15 – красная стрелка) (а) градиент потенциала; (б) электропроводность воздуха, вызванная положительными ионами (красная линия) и отрицательными ионами (синяя линия); (в) осадки.

Такой тип сигнала по форме мог сформироваться от снегопада [1]. В это время в районе обсерватории шел снег с дождем (рис. 2в). Однако, его интенсивность нельзя объяснить только осадками. Так, после 20:00 интенсивность осадков увеличилась, но электрические параметры атмосферы не изменились. Для появления такого сильного сигнала в электрическом поле после 13:15 включились дополнительные механизмы модификации атмосферы.

### Список литературы

1. *Smirnov S.* Atmospheric Electricity Measurements in the Pacific Northwest, Russia // *Applied Sciences*. 2023. V. 13. № 4. Art. 2571. <https://doi.org/10.3390/app13042571>
2. *Smirnov S., Pulnits S., Bychkov V.* Some Effects of the Shiveluch Volcano Eruption of the 10 April 2023 on Atmospheric Electricity and the Ionosphere // *Atmosphere*. 2024. V. 15. № 12. Art. 1467. <https://doi.org/10.3390/atmos15121467>