

ускорению электронов пучков [Tsareva et al, 2024]. Такие электронные пучки с энергиями $\sim (2-7)$ кэВ приводят к образованию новых токовых структур, которые наблюдаются всюду в ПС [Grigorenko et al, 2024]. Их распространение в ПС приводит к развитию различных неустойчивостей, что выражается в наблюдении экстремальной мощности энерговыделения (j, E') до 2500 пВт/м^3 (данная величина сопоставима с наблюдаемыми в электронной диффузионной области значениями [Li et al, 2022]). Таким образом, спутниковые наблюдения MMS позволили впервые наблюдать механизм передачи энергии от больших масштабов на электронные кинетические масштабы и диссипацию энергии на электронных масштабах в бесстолкновительной турбулентной плазме геомагнитного хвоста. Спорадическое ускорение электронных пучков, формирование СТС и последующую диссипацию энергии в них, происходящие во всему ПС можно сравнить с микровспышками (мелкомасштабными магнитными пересоединениями) в солнечной короне, которые рассматриваются как один из источников нагрева корональной плазмы [Raouafi et al, 2022].

Работа авторов выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (грант РФФ № 23-12-00031).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Artemyev A.V., Petrukovich A.A., Frank A.G. et al. Intense current sheets in the magnetotail: Peculiarities of electron physics // *J. Geophys. Res.: Space Phys.* 2013. V. 118, iss. 6. P. 2789–2799.
- Asano Y., Mukai T., Hoshino M. et al. Statistical study of thin current sheet evolution around substorm onset // *J. Geophys. Res.: Space Phys.* 2004. V. 109, iss. A5.
- Ashour-Abdalla M., Zelenyi L.M., Peroomian V., Richard R.L. Consequences of magnetotail ion dynamics // *J. Geophys. Res.: Space Phys.* 1994. V. 99, iss. A8. P. 14891–14916.
- Baumjohann W., Roux A., Le Contel O. et al. Dynamics of thin current sheets: Cluster observations // *Annales Geophys.* 2007. V. 25, iss. 6. P. 1365–1389.
- Büchner J., Zelenyi L.M. Regular and chaotic charged particle motion in magnetotail-like field reversals: 1. Basic theory of trapped motion // *J. Geophys. Res.: Space Phys.* 1989. V. 94, iss. A9. P. 11821–11842.
- Ergun R.E., Goodrich K.A., Wilder F.D. et al. Magnetic reconnection, turbulence, and particle acceleration: Observations in the Earth's magnetotail // *Geophys. Res. Lett.* 2018. V. 45, iss. 8. P. 3338–3347.
- Grigorenko E.E., Leonenko M.V., Malykhin A.Y. et al. Intense electric currents and energy conversion observed at electron scales in the plasma sheet during propagation of high-speed ion bulk flows // *J. Geophys. Res.: Space Phys.* 2024. V. 129, iss. 6. P. e2023JA032318.
- Harris E.G. On a plasma sheath separating regions of oppositely directed magnetic field // *Il Nuovo Cimento.* 1962. V. 23. P. 115–121.
- Leonenko M.V., Grigorenko E.E., Zelenyi L.M. et al. MMS Observations of Super Thin Electron-Scale Current Sheets in the Earth's Magnetotail // *J. Geophys. Res.: Space Phys.* 2021. V. 126, iss. 11. P. e2021JA029641.
- Leonenko M.V., Grigorenko E.E., Zelenyi L.M. Strong Nonideal Electric Fields and Energy Dissipation Observed by MMS within Field-Aligned Current Layers in the Plasma Sheet of the Earth's Magnetotail // *Atmosphere.* 2023. V. 14, iss. 4. P. 722.
- Li X., Wang R., Lu Q. et al. Three-dimensional network of filamentary currents and super-thermal electrons during magnetotail magnetic reconnection // *Nature Communications.* 2022. V. 13, iss. 1. P. 3241.
- Lui A.T.Y. Potential plasma instabilities for substorm expansion onsets // *Space Sci. Rev.* 2004. V. 113, iss. 1. P. 127–206.
- Lui A.T.Y. et al. Near-Earth substorm features from multiple satellite observations // *J. Geophys. Res.: Space Phys.* 2008. V. 113, iss. A7.
- Petrukovich A.A., Artemyev A.V., Malova H.V. et al. Embedded current sheets in the Earth's magnetotail // *J. Geophys. Res.: Space Phys.* 2011. V. 116, iss. A5.
- Raouafi N.E., Stenborg G., Seaton D.B. et al. Magnetic reconnection as the driver of the solar wind // *Astrophys. J.* 2023. V. 945, iss. 1. P. 28.
- Runov A., Nakamura R., Baumjohann W. et al. Current sheet structure near magnetic X-line observed by Cluster // *Geophys. Res. Lett.* 2003. V. 30, iss. 11. P. 1579.
- Tsareva O.O., Leonenko M.V., Grigorenko E.E. et al. Fast tearing mode driven by demagnetized electrons // *Geophys. Res. Lett.* 2024. V. 51, iss. 8. P. e2023GL106867.
- Wang R., Lu Q., Nakamura R. et al. An electron-scale current sheet without bursty reconnection signatures observed in the near-Earth tail // *Geophys. Res. Lett.* 2018. V. 45, iss. 10. P. 4542–4549.
- Zelenyi L.M., Petrukovich A.A., Artemyev A.V. et al. Metastability of current sheets // *Physics-Uspekhi.* 2010. V. 53, iss. 9. P. 933–941.
- Zelenyi L.M., Malova H.V., Grigorenko E.E. et al. Universal scaling of thin current sheets // *Geophys. Res. Lett.* 2020. V. 47, iss. 14. P. e2020GL088422.