

## ДРЕЙФОВАЯ АЛЬФВЕНОВСКАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ В ДВУМЕРНОЙ КОНФИГУРАЦИИ МАГНИТНОГО ХВОСТА - КОЛЕБЛЮЩИЕСЯ ЭЛЕКТРОНЫ В ДОПОЛНЕНИИ

Царева О.О.<sup>1,2</sup>, Fruit G.<sup>2</sup>, Louarn P.<sup>2</sup>, Tur A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт космических исследований РАН, Москва, Профсоюзная ул., 84/32с14, 117997, Россия, e-mail: [olga8.92@mail.ru](mailto:olga8.92@mail.ru)

<sup>2</sup> Исследовательский институт астрофизики и планетологии (IRAP), Тулуза, CNRS UMR5277, Франция, e-mail: [gfruit@irap.omp.eu](mailto:gfruit@irap.omp.eu)

Статья поступила в редакцию 25.12.2018, одобрена к печати 30.01.2019

Чтобы объяснить возможную дестабилизацию двумерного токового слоя в околоземном хвосте магнитосферы ( $6-12 R_E$ ), мы разработали кинетическую модель, описывающую резонансное взаимодействие электромагнитных флуктуаций и колеблющихся электронов, захваченных магнитосферой, характеризующейся высоким градиентом плотности плазмы. Приближение малого параметра  $\beta$  используется в соответствии с малой кривизной линии поля.

Было обнаружено, что для квазидипольной конфигурации нестабильные электромагнитные моды могут развиваться в токовом слое в западном направлении со скоростью роста порядка нескольких десятых секунды при условии, что типичная крутизна градиента плотности, ответственная за эффекты диамагнитного дрейфа, не превышает один радиус Земли. Эта скорость роста нестабильности достаточно велика, чтобы дестабилизировать текущий лист на временных масштабах, часто наблюдаемых в начале суббури.

**Ключевые слова:** нестабильности плазмы, эффекты диамагнитного дрейфа, магнитосфера, суббури

### Литература

- Hasegawa A. Plasma instabilities and nonlinear effects / Springer Verlag Springer Series on Physics Chemistry Space, 1975. Vol. 8.
- Mikhailovskii A.B. Instabilities in a Confined Plasma // IOP. 1998.
- Weiland J. Stability and Transport in Magnetic Confinement Systems / New York: Springer Science+Business Media, 2012. Vol. 71.
- Fruit G., Louarn P., Tur A. Electrostatic “bounce” instability in a magnetotail configuration // Physics of Plasmas. 2013. Vol. 20. No. 2. P. 022113.
- Fruit G., Louarn P., Tur A. Electrostatic drift instability in a magnetotail configuration: The role of bouncing electrons // Physics of Plasmas. 2017. Vol. 24. No. 3. P. 032903.
- Tur A., Fruit G., Louarn P., Yanovsky V. Kinetic theory of the electron bounce instability in two dimensional current sheets-full electromagnetic treatments // Physics of Plasmas. 2014. Vol. 21. No. 3. P. 032113.
- Tur A., Louarn P., Yanovsky V. Kinetic theory of electrostatic “bounce” modes in two-dimensional current sheets // Physics of Plasmas. 2010. Vol. 17. No. 10. P. 102905.

## DRIFT-ALFVEN INSTABILITY IN A 2D MAGNETOTAIL CONFIGURATION – THE ADDITION OF BOUNCING ELECTRONS

Tsareva O.O.<sup>1,2</sup>, Fruit G.<sup>2</sup>, Louarn P.<sup>2</sup>, Tur A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Space Research Institute RAS, Moscow, 117997, Russia, e-mail: [olga8.92@mail.ru](mailto:olga8.92@mail.ru)

<sup>2</sup>Institut de Recherche en Astrophysique et Planetologie, Toulouse, CNRS UMR5277,  
France, e-mail: [gfruit@irap.omp.eu](mailto:gfruit@irap.omp.eu)

Submitted 25.12.2018, accepted 30.01.2019

To explain the possible destabilization of a 2D magnetic equilibrium such as the Near-Earth magnetotail ( $6-12 R_E$ ), we developed a kinetic model describing the resonant interaction of electromagnetic fluctuations and bouncing electrons trapped in the magnetosphere, characterized by a high plasma density gradient. A small- $\beta$  approximation is used in agreement with a small field line curvature.

It has been found that for a quasi-dipole configuration, unstable electromagnetic modes may develop in the current sheet in westward direction with a growth rate of the order of a few tenth of seconds provided that the typical scale of density gradient slope responsible for the diamagnetic drift effects is over one Earth radius or less. This instability growth rate is large enough to destabilise the current sheet on time scales often observed during substorm onset.

**Keywords:** plasma instabilities, diamagnetic drift effects, magnetotail, substorms

### References

- Hasegawa A. Plasma instabilities and nonlinear effects. Springer Verlag Springer Series on Physics Chemistry Space, 1975, Vol. 8.
- Mikhailovskii A.B. Instabilities in a Confined Plasma, IOP, 1998.
- Weiland J. Stability and Transport in Magnetic Confinement Systems. New York: Springer Science+Business Media, 2012, Vol. 71.
- Fruit G., Louarn P., and Tur A. Electrostatic “bounce” instability in a magnetotail configuration. *Physics of Plasmas*, 2013, Vol. 20, No. 2, pp. 022113.
- Fruit G., Louarn P., and Tur A. Electrostatic drift instability in a magnetotail configuration: The role of bouncing electrons. *Physics of Plasmas*, 2017, Vol. 24, No. 3, pp. 032903.
- Tur A., Fruit G., Louarn P., and Yanovsky V. Kinetic theory of the electron bounce instability in two dimensional current sheets-full electromagnetic treatments. *Physics of Plasmas*, 2014, Vol. 21, No. 3, pp. 032113.
- Tur A., Louarn P., and Yanovsky V. Kinetic theory of electrostatic “bounce” modes in two-dimensional current sheets. *Physics of Plasmas*, 2010, Vol. 17, No. 10, pp. 102905.