PACS: 52.70.-m

A Method for Analyzing Interferograms in Two-Wavelength Interferometry of Leader Channels in Atmospheric Discharges

P. K. Batrakov[1*], I. S. Baidin[1], A. A. Rodionov[1], Ya. K. Bolotov[1], F. K. Gasratov[1], P. A. Starovoitova[1,2], M. A. Medvedev[1], Yu. K. Kurilenkov[3], and A. V. Oginov[1]

[1] *P. N. Lebedev Physical Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, 119991 Russia*
[*] *E-mail: p.batrakov@lebedev.ru*
[2] *HSE University, Moscow, 109028 Russia*
[3] *Joint Institute for High Temperatures of the Russian Academy of Sciences, Moscow, 125412 Russia*

Received 17.07.2026; revised 28.07.2026; accepted 22.10.2026

The paper presents a methodology for studying the spatial structure of leader channels of atmospheric gas discharges. Based on digital processing of interferograms, including automatic detection of fringe centers, inverse Abel transformation, and radial basis interpolation, two-dimensional maps of the spatial distribution of electron density $n_e(x, y)$ were reconstructed in detail. Characteristic features of the radial structure and density gradients in the discharge channels were identified, confirming the high stability of the proposed comprehensive approach to the diagnostics of non-stationary plasma. The set of the presented results confirms that the developed methodology is applicable to laboratory atmospheric discharges.

Keywords: two-wavelength interferometry, atmospheric electrical discharge.

REFERENCES

1. Petersen D., Bailey M., Beasley W. H., and Hallett J., J. Geophys. Res. **113** (17), D17205 (2008).
2. Rahman M., Cooray V., Ahmad N. A., Nyberg J., Rakov V. A., and Sharma S., Geophys. Res. Lett. **35** (6), L06805 (2008).
3. Bazelyan E. M. and Raizer Yu. P. Lightning Physics and Lightning Protection. Bristol; Philadelphia: Institute of Physics Publishing, 2000.
4. Mesyats G. A. Pulsed Power and Electronics. Moscow: Nauka, 2004 [in Russian].
5. Kochkin P. O., van Deursen A. P. J., and Ebert U., J. Phys. D: Appl. Phys. **48** (2), 025205 (2015).
6. Dwyer J. R., Saleh Z., Rassoul H. K., Concha D., Rahman M., Cooray V., Jerauld J., Uman M. A., and Rakov V. A., J. Geophys. Res. **113** (23), D23207 (2008).
7. Zaidel A. N. and Ostrovskaya G. V. Laser Methods for Plasma Investigation. Leningrad: Nauka, 1977 [in Russian].
8. Romanova V. M., Ivanenkov G. V., Parkevich E. V., Tilikin I. N., Medvedev M. A., Shelkovenko T. A., Pikuz S. A., and Selyukov A. S., J. Phys. D: Appl. Phys. **54** (17), 175201 (2021).
9. Smaznova Ch. T., Medvedev M. A., Gavrilov S. Yu., and Oginov A. V., Kvant. Elektron. **54** (11), 673–677 (2024) [in Russian].
10. Smaznova Kh. T., Batrakov P. K., Rodionov A. A., and Oginov A. V., Phys. Rev. E **113** (3), 035211 (2026).
11. Baidin I. S., Batrakov P. K., Bolotov Ya. K., Gasratov F. K., Parkevich E. V., Rodionov A. A., Starovoitova P. A., Shpakov K. V., and Oginov A. V., Teplofiz. Vys. Temp. **64** (1), 28–41 (2026) [in Russian].
12. Batrakov P. K., Baidin I. S., Rodionov A. A., and Oginov A. V., Tech. Phys. Lett. **52** (3), 21–25 (2026).
13. Komuro A., Natsume C., and Ando A., Plasma Sources Sci. Technol. **30** (9), 095007 (2021).
14. Physical Measurements in Gas Dynamics and Combustion, eds. Ladenburg R. W., Lewis B., Pease R. N., and Taylor H. S. London: Oxford University Press, 1955.
15. Gribkov V. A., Nikulin V. Ya., and Sklizkov G. V., Sov. J. Quantum Electron. **1** (6), 60–68 (1971).
16. Lalgudi Gopalakrishnan G. and Schmidt M., Earth Planets Space **74**, 143 (2022).
17. Glasser J., Chapelle J., and Boettner J. C., Appl. Opt. **17** (23), 3750–3754 (1978).
18. Majdisova Z. and Skala V., Comput. Geosci. **109**, 51–58 (2017).
19. Arora G., KiranBala, Emadifar H., and Khademi M., J. Egypt. Math. Soc. **31**, 6 (2023).

Об авторах

Батраков Павел Кириллович, высококвалифицированный младший научный сотрудник, Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН (ФИАН) (119991, Москва, Россия). E-mail: p.batrakov@lebedev.ru SPIN-код: 6265-4824, AuthorID: 1330126, ORCID ID: 0009-0003-5159-3256, Scopus Author ID: 59451053500

Байдин Иван Сергеевич, к.ф.-м.н., высококвалифицированный научный сотрудник, Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН (ФИАН) (119991, Москва, Россия). E-mail: i.baydin@lebedev.ru SPIN-код: 4215-4937, AuthorID: 1321989, ORCID ID: 0009-0008-7188-4647, Scopus Author ID: 57410222600

Родионов Андрей Александрович, к.ф.-м.н., высококвалифицированный научный сотрудник, Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН (ФИАН) (119991, Москва, Россия). E-mail: rodionovaa@lebedev.ru SPIN-код: 4998-5386, AuthorID: 739643, ORCID ID: 0000-0002-6267-2465

Болотов Ярослав Константинович, высококвалифицированный младший научный сотрудник, Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН (ФИАН) (119991, Москва, Россия). E-mail: ya.bolotov@lebedev.ru ORCID ID: 0000-0001-5179-0223

Гасратов Фарид Кудратович, высококвалифицированный младший научный сотрудник, Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН (ФИАН) (119991, Москва, Россия). E-mail: f.gasratov@lebedev.ru SPIN-код: 6316-3693, AuthorID: 1323014, ORCID ID: 0009-0002-9389-9547, Scopus Author ID: 57223850684

Старовойтова Полина Александровна, младший научный сотрудник, Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН (ФИАН) (119991, Москва, Россия); Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (109028, Москва, Россия). E-mail: p.starovoitova@lebedev.ru SPIN-код: 1464-7992, AuthorID: 1332346, ORCID ID: 0009-0006-5180-6495

Медведев Михаил Андреевич, младший научный сотрудник, Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН (ФИАН) (119991, Москва, Россия). E-mail: 0067NW@rambler.ru ORCID ID: 0000-0002-9996-5130, Scopus Author ID: 57193313800

Куриленков Юрий Константинович, к.ф.-м.н., высококвалифицированный старший научный сотрудник, Объединенный институт высоких температур РАН (125412, Москва, Россия). E-mail: yu.kurilenkov@lebedev.ru SPIN-код: 8645-8675, Author ID: 27108, ORCID ID: 0000-0001-8305-9574, Scopus Author ID: 6603877505

Огинов Александр Владимирович, к.ф.-м.н., высококвалифицированный ведущий научный сотрудник, Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН (ФИАН) (119991, Москва, Россия). E-mail: oginovav@lebedev.ru SPIN-код: 5658-4468, Author ID: 137426, ORCID ID: 0000-0003-4151-6903