

АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ ЗАДАЧ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ВНУТРЕННИХ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН МЕТОДОМ ДОПЛЕРОВСКОГО СДВИГА ЧАСТОТЫ

Белашов В.Ю., Харшиладзе О.А.

КФУ, г. Казань, Россия, vybelashov@yahoo.com

Представлено аналитическое решение прямой и обратной задач, возникающих при исследовании динамики внутренних гравитационных волн (ВГВ) [1] методом регистрации доплеровского сдвига частоты (ДСЧ). Прямая задача состоит в определении реакции доплеровского сдвига на ВГВ в области точки отражения радиоволны; обратная задача – определение параметров ВГВ по данным доплеровского сдвига частоты [2]. Решения получены в приближении изотермической ионосферы для высот F-области. Они представлены в виде, удобном для их практического использования и могут иметь широкую область применения, включая задачи детектирования солитоноподобных волновых структур в F-области ионосферы как при наземных исследованиях, так и при зондировании с космических аппаратов [3]. Полученное представление взаимосвязи ДСЧ и вертикальной компоненты скорости нейтральных частиц удобно тем, что при решении прямой задачи для вычисления доплеровского сдвига нет необходимости предварительно восстанавливать профиль электронной концентрации по полю скорости возмущения. При решении же обратной задачи мы можем сразу восстановить поле скорости нейтральной компоненты по записям доплеровского смещения – непосредственно из доплерограммы. Представленный частный пример наглядно иллюстрирует практическую значимость полученных результатов в исследованиях ВГВ методом ДСЧ.

Полученные результаты, в частности, актуальны при решении задач детектирования в F-области солитоноподобных волновых «предвестников», генерируемых в областях резких градиентов основных ионосферных параметров при движении пятна солнечного затмения и солнечного терминатора [4, 5] и наблюдаемых в многочисленных экспериментах по зондированию ионосферы [6–9]. Результаты также могут оказаться полезными при решении задач, связанных с импульсным воздействием на ионосферу таких источников, как сейсмические события [10] и наземные искусственные взрывы [11].

Настоящая работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров. Работа была поддержана Национальным научным фондом Грузии им. Шота Руставели (SRNF) (грант № FR17 252).

1. Белашов В.Ю. // Геомагн. и аэроном. 1990. Т. **30**. № 4. С. 637.
2. Савельев В.Л. // Волновые возмущения в ионосфере. Алма-Ата: Наука, 1987. С. 60.
3. Белашов В.Ю. // Геомагн. и аэроном. 2018. Т. **58**. № 5. С. 676.
4. Belashova E.S., Belashov V.Yu., Vladimirov S.V. // J. Geophys. Res. 2007. V. **112**. A07302.
5. Belashov V.Yu., Belashova E.S. // Adv. Space Res. 2015. V. **56**. P. 333.
6. Belashov V.Yu., Poddelsky I.N. // Proc. 1992 Int. Symp. on EMC, Beijing, China. P. 145.
7. Galushko V.G., Kashcheyev A.S., Kashcheyev S.B., et al. // J. Atmos. Solar-Terr. Phys. 2007. V. **69**. P. 403.
8. Nasyrov I.A., Kogogin D.A., Shindin A.V., et al. // Adv. Space Res. 2016. V. **57**. P. 1015.
9. Насыров И.А., Когогин Д.А., Шиндин А.В., et al. // XII ежегод. конф. «Физика плазмы в Солнечной системе», 6–10 февраля 2017. М.: ИКИ РАН. С. 30.
10. Перцев Н.Н., Шалимов С.Л. // Геомагнетизм и аэрономия. 1996. Т. **36**. № 2. С. 111.
11. Drobzheva Ya.V., Krasnov V.M. // J. Atmos. Solar-Terr. Phys. 2003. V. **65**. N 3. P. 369.