

Секция «Вычислительная математика и кибернетика»

Модифицированный метод инверсии в задачах исследования атмосферных электрических полей в условиях грозовой активности

Потапенко Татьяна Анатольевна

Аспирант

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
энергетический, Белгород, Россия*

E-mail: ttwiggy@rambler.ru

Задачи исследования атмосферных электрических полей относятся к классу внешних краевых задач. При их решениях используются, как правило, введение области расчета достаточно больших размеров, например, как в [1, 2] или ограничение области на основе граничного условия непротекания. Среди развиваемых методов решения этих задач необходимо отметить метод инверсии для полубесконечных областей (МИПО) [3].

В 3D исследовалась схема с заземлённым стержнем $H(z)$ и облаком $V(x,y)$ в виде круга относительно поверхности земли $F(x,y)$. Согласно МИПО вместо полубесконечной области $D(x,y,z)$ применялись 2-е области в виде некоторых равных частей полусфер, причём одна из них $D'_m(x,y,z)$ с исследуемым объектом была основной, а другая $D^*_m(x,y,z)$ – дополнительной. Эти области соприкасались по поверхности Γ_i . Исходная постановка отличалась от постановки задач [1, 2], так как в них задавалось направление нисходящего стримера в воздухе в виде проводника, а расчёт поля потенциала осуществлялся на базе уравнения Лапласа, но без представления граничных условий.

При численных расчётах установлено: 1) модули максимальной напряженности поля E_m^* (в относительных единицах) находятся на $H(z)$ и на краю $V(x,y)$, причём E_m^* на краю $V(x,y)$ существенно больше, чем на $H(z)$; 2) распределение E_i^* по $F(x,y)$ убывает от $H(z)$ к периферии, а распределение E_j^* по $V(x,y)$, наоборот, возрастает к периферии на порядок (выявленный эффект чрезвычайно опасен для жизни людей при их попадании в область фронта грозового облака на земле); 3) область $D'_m(x,y,z)$ с Γ_i должна быть больше, чем размер исследуемого объекта, так как даже при частичном соприкосновении $V(x,y)$ с границей Γ_i наблюдается завышение результатов расчёта.

С помощью МИПО исследовались в 2D распределённые стержневые и тросовые молниеприёмники для электроподстанций и были выявлены важные особенности их применения. Установлены пределы использования искусственного ограничения расчетной области с граничным условием непротекания при заданной погрешности в расчётах.

Литература

1. D'Alessandro F., Gumley J.R. A 'Collection Volume Method' for the placement of air terminals for the protection of structures against lightning // J. of Electrostatics. 2001. No. 50. P. 279-302.
2. Ait-Amar S., Berger G. Attractive Radius of Elevated Building // Proc. of the 28th International Conference on Lightning Protection. Japan, 2006. P. 602–607.
3. Потапенко А.Н., Канунникова Е. А., Потапенко Т.А. Метод инверсии для численного расчёта распределённых систем типа «плоскость-проводник» // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2011. No. 5. С. 53-57.