

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОДИНОЧНОГО СТЕРЖНЕВОГО ЗАЗЕМЛИТЕЛЯ В ОДНОРОДНОМ ГРУНТЕ С ИМПУЛЬСНЫМ ТОКОМ РАСТЕКАНИЯ ЛИНЕЙНОЙ МОЛНИИ

Баранов М.И.

*Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт
«Молния» Национального технического университета
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Приведены результаты разработки новой математической модели классического одиночного стержневого заземлителя, вертикально размещенного в однородном (однослойном) грунте с апериодическим импульсом тока $i_c(t)$ растекания линейной молнии (ЛМ). В данной модели, построенной с использованием цилиндрической системы координат и соответственно текущих переменных r и z , стержневой заземлитель представлен в виде круглого однородного металлического цилиндра, имеющего конечные геометрические размеры – радиус r_3 и длину $h_3 \gg r_3$. Грунт характеризуется постоянной удельной электропроводностью γ_s и постоянной магнитной проницаемостью $\mu_s = \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м своей плохопроводящей линейной структуры. Искровые процессы в структуре грунта при объемном протекании (растекании) по ней импульса тока $i_c(t)$ ЛМ, вводимого в грунт непосредственно с его наружной плоской поверхности через нормально ориентированный к ней (этой поверхности) металлический цилиндр заземлителя, не учитываются. Принято, что круглый торец металлического цилиндра заземлителя, в который снаружи (например, от металлического молниеотвода технического сооружения или с окружающей воздушной атмосферы прямо от канала грозового сильноточного разряда) вводится импульс тока $i_c(t)$ молнии, расположен в одной плоскости с наружной поверхностью грунта. Главной отличительной особенностью разработанной математической модели от известных в области техники высоких напряжений моделей одиночных стержневых заземлителей, размещенных в однородном грунте, является то, что в ней учитывается нестационарный характер распределения напряженности $E_3(r, z, t)$ двумерного импульсного электрического поля в зоне пространственного растекания по грунту апериодического импульса тока $i_c(t)$ ЛМ. Амплитудно-временные параметры (АВП) вводимого в металлический цилиндр заземлителя импульса тока $i_c(t)$ молнии в рассматриваемой модели могут характеризоваться произвольными данными. Применительно к электрофизическим задачам, характерным для области промышленной электроэнергетики и защиты инженерных коммуникаций энергообъектов, включая и обслуживающий их персонал, от поражающего прямого (косвенного) действия на них грозových сильноточных разрядов, автором в рамках данной модели в соответствии с требованиями международного стандарта IEC 62305-1–2010 рассмотрен случай, когда АВП апериодического импульса тока $i_c(t)$ молнии характеризуются нормированной временной формой 10 мкс/350 мкс и амплитудой $\pm(100–200)$ кА с соответствующими этому стандарту допусками. Разработанная двумерная модель позволила впервые численно определить импульсное сопротивление R_3 одиночного стержневого заземлителя конечных размеров из круглой стали, размещенного в однослойном грунте ($\gamma_s \approx 10^{-2}$ См/м; $\mu_s = \mu_0$) с указанным импульсом тока $i_c(t)$ ЛМ