

В.П. АРАКЕЛЯН, Л.А. АКОПЯН

**ОЦЕНКА САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ
110-220 КВ**

Предлагается оценка влияния линий электропередач в санитарно-защитных зонах и за их пределами путем расчета их электрических полей.

Ключевые слова: линия электропередачи, напряженность электрического поля, конструктивные параметры, санитарно-защитная зона.

Использование человеком в возрастающих масштабах электромагнитной энергии привело к тому, что в окружающей среде активно появляется один из видов энергетического загрязнения, а именно - электромагнитный. Значительно увеличилось количество источников и объектов энергоснабжения. Технологии передачи и распределения электрической энергии не связаны с преднамеренным процессом излучения, однако сопровождаются электромагнитным загрязнением окружающей среды [1].

Исследования проводились с учетом важности оценки влияния линий электропередач (ЛЭП) как важнейшей проблемы государственного назначения в ряде стран и сложности методов расчета электрических полей (ЭП) ЛЭП [2,3].

Существующие частные решения проблемы определения влияния ЛЭП путем расчетов их ЭП дают только приближенное представление о влиянии ЛЭП [4,5].

В настоящей работе предлагается оценка влияния ЛЭП в их санитарно-защитных зонах (СЗЗ) и за их пределами, которая позволяет определить:

- реальную распределенность ЭП ЛЭП в СЗЗ и за их пределами, обусловленную наложением ЭП разных проводов ЛЭП;
- конструктивные параметры ЛЭП с точки зрения энергобезопасности;
- влияние ЛЭП с учетом реальной конструкции ЛЭП;
- влияние ЛЭП внутри жилых помещений.

Определение напряженности ЭП ЛЭП производится исходя из рис.1.

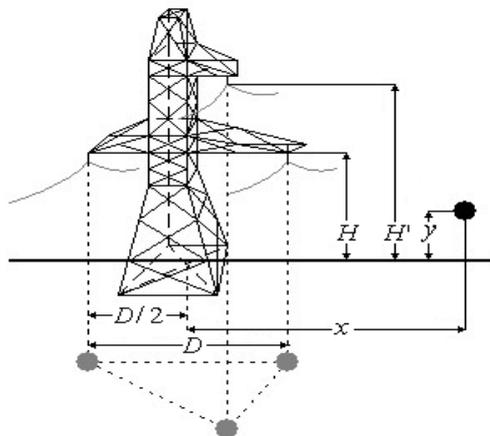


Рис.1. Графическое представление метода зеркальных изображений

На рис.1 представлено графическое пояснение метода зеркальных изображений, где r - радиус провода, D - межфазное расстояние проводов ЛЭП, H - высота подвеса проводов.

Высота подвеса провода фазы в H' определяется в виде

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{D\sqrt{3}}{2} \text{ при расположении проводов ЛЭП на вершинах правильного} \\ \text{треугольника;} \\ 0 \text{ при горизонтальном расположении проводов ЛЭП.} \end{array} \right. \quad (1)$$

С помощью рис.1 определяются собственные и взаимные потенциальные коэффициенты α_{kk} и α_{ik} ЛЭП [6,7]:

$$\alpha_{11} = \alpha_{33} = \ln \frac{2H}{r}, \quad \alpha_{22} = \ln \frac{2(H+H')}{r}; \quad (2)$$

$$\alpha_{12} = \alpha_{21} = \alpha_{23} = \alpha_{32} = \ln \frac{\sqrt{(D/2)^2 + (2H+H')^2}}{D}; \quad (3)$$

$$\alpha_{13} = \alpha_{31} = \ln \frac{\sqrt{D^2 + (2H)^2}}{D}; \quad (4)$$

$$\bar{\alpha}_{11} = (\alpha_{11} + \alpha_{22} + \alpha_{33})/3; \quad (5)$$

$$\bar{\alpha}_{12} = (\alpha_{12} + \alpha_{23} + \alpha_{31})/3. \quad (6)$$

В расчетах для проводов ЛЭП применяется следующая система напряжений:

$$\begin{vmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \end{vmatrix} = U_\phi \begin{vmatrix} -1 \\ \alpha^2 \\ \alpha \end{vmatrix}. \quad (7)$$

В точке с координатами $(x; y)$, отдаленной от ЛЭП на произвольное расстояние, горизонтальная E_x и вертикальная E_y составляющие ЭП ЛЭП определяются как частные производные потенциала φ данной точки от абсциссы x и ординаты y данной точки:

$$E_x = \frac{\partial \varphi}{\partial x}, \quad E_y = \frac{\partial \varphi}{\partial y}. \quad (8)$$

После соответствующих математических преобразований E_x и E_y можно представить в виде

$$E_x = \frac{U_\phi}{\alpha_{11} - \alpha_{12}} [-k_{Ax} + (0.5 + j0.87)k_{Bx} + (0.5 - j0.87)k_{Cx}]; \quad (9)$$

$$E_y = \frac{U_\phi}{\alpha_{11} - \alpha_{12}} [-k_{Ay} + (0.5 + j0.87)k_{By} + (0.5 - j0.87)k_{Cy}], \quad (10)$$

где коэффициенты $k_{Ax}, k_{Bx}, k_{Cx}, k_{Ay}, k_{By}, k_{Cy}$ определяются в зависимости от конструктивных параметров ЛЭП и координат рассматриваемой точки:

$$\begin{cases} k_{Ax} = \frac{x + D/2}{(H + y)^2 + (x + D/2)^2} + \frac{x + D/2}{(H - y)^2 + (x + D/2)^2}, \\ k_{Bx} = \frac{x}{(H + H' + y)^2 + x^2} + \frac{x}{(H + H' - y)^2 + x^2}, \\ k_{Cx} = \frac{x - D/2}{(H + y)^2 + (x - D/2)^2} + \frac{x - D/2}{(H - y)^2 + (x - D/2)^2}; \end{cases} \quad (11)$$

$$\begin{cases} k_{Ay} = \frac{H+y}{(H+y)^2 + (x+D/2)^2} + \frac{H-y}{(H-y)^2 + (x+D/2)^2}, \\ k_{By} = \frac{H+H'+y}{(H+H'+y)^2 + x^2} + \frac{H+H'-y}{(H+H'-y)^2 + x^2}, \\ k_{Cy} = \frac{H+y}{(H+y)^2 + (x-D/2)^2} + \frac{H-y}{(H-y)^2 + (x-D/2)^2}. \end{cases} \quad (12)$$

Результирующая напряженность ЭП ЛЭП в рассматриваемой точке определяется в виде

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}. \quad (13)$$

С помощью выражения (13) оценивается влияние ЛЭП в свободном пространстве определением модуля напряженности ЭП ЛЭП.

На основе рассчитанных значений, а также допустимых нормативных значений напряженностей ЭП ЛЭП в населенных пунктах и жилых зданиях оценивается влияние ЛЭП внутри помещения [8].

Ослабляющее воздействие стандартных строительных блоков определяется в виде

$$k_{\text{ослб}} = 20 \lg \frac{E_0}{E_1}, \quad (14)$$

где E_0 - нормативное значение ЭП в населенном пункте; E_1 - нормативное значение ЭП внутри помещения. Значение коэффициента ослабления составляет около 20 дБл. Это означает, что напряженность ЭП ЛЭП внутри помещения ослабляется приблизительно в 10 раз по сравнению со своим значением в свободном пространстве.

Исследования проводились для ЛЭП 220 кВ "Арег", отходящей от подстанции "Арарат-2". Исходные данные ЛЭП приведены в таблице. На рис. 2 и 3 приведены распределенности напряженностей ЛЭП 220 кВ с расположением проводов на вершинах правильного треугольника и с горизонтальным расположением.

Таблица

Исходные данные ЛЭП

Напряжение, кВ	Марка	r , мм	D , м	H , м
220	АС-400/51	13.75	7	8

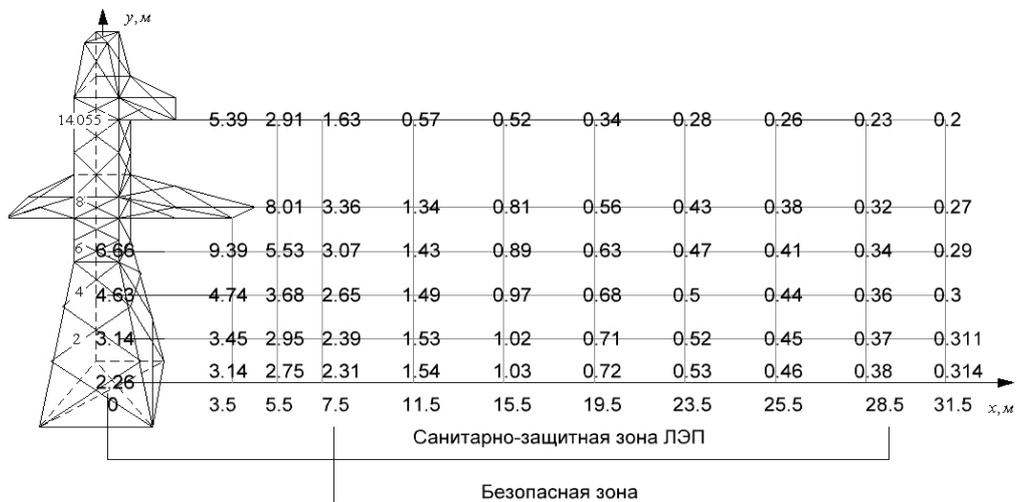


Рис.2. Распределенность напряженности ЛЭП 220 кВ с расположением проводов на вершинах правильного треугольника

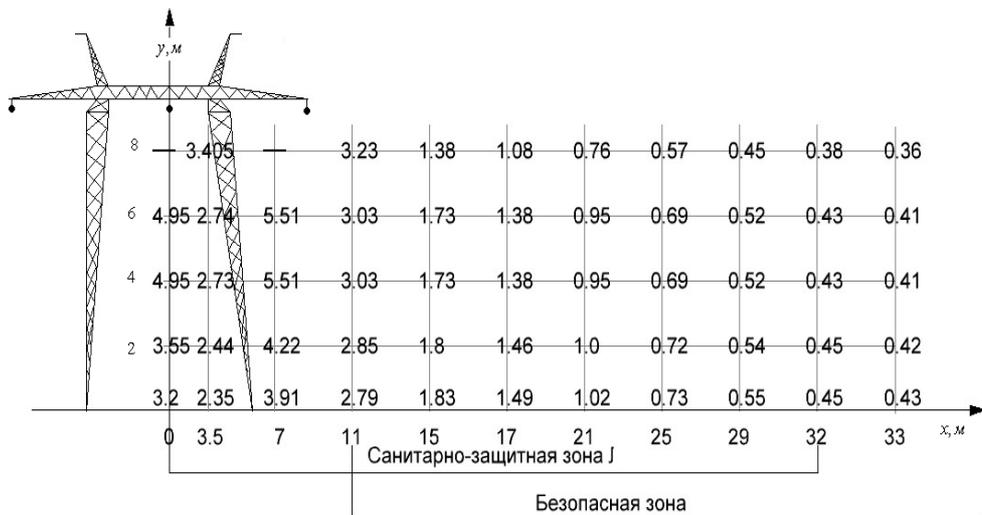


Рис.3. Распределенность напряженности ЛЭП 220 кВ с горизонтальным расположением проводов

Выводы

Предлагаемая методика определения влияния ЛЭП в СЗЗ и за ее пределами:

- позволяет оценить энергобезопасность обслуживающего персонала в СЗЗ ЛЭП;
- показывает целесообразность расположения фазных проводов на вершинах правильного треугольника по сравнению с горизонтальным расположением в качестве мероприятия по снижению вредного воздействия ЛЭП;
- рассматривает возможность построения жилых и общественных зданий в пределах ЛЭП;

приемлема как для местных питающих линий 110...220 кВ, так и для межсистемных ЛЭП напряжением 220 кВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Довбыш В.Н., Маслов М.Ю., Сарокваша О.Ю.** Экологический мониторинг состава почвы в зоне размещения высоковольтной ЛЭП // Вестник СамГУ. – 2006. - №4. - С.172-182.
2. **Крюков А.В., Закарюкин В.П., Иванов А.Н.** Моделирование электромагнитных полей, создаваемых многопроводными линиями электропередачи // Проблемы энергетики. – 2007. – № 4. - С. 37-43.
3. **Закарюкин В.П., Крюков А.В., Иванов А.Н.** Моделирование электромагнитных полей, создаваемых линиями электропередачи новых типов // Труды XI Байкальской российской конференции “Информационные и математические технологии в научных исследованиях”. Часть I. – Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2006. – С. 35-39.
4. **Маслеева О.В., Курагина Т.И.** Электрическое поле и шум, создаваемые воздушными линиями электропередач высокого напряжения: Методические указания по выполнению практических работ по курсу “Экология”. - Н.Новгород, 2005.- 9 с.
5. **Бессонов В.А.** Электромагнитная совместимость.- Хабаровск: Изд-во Дальневосточного государственного университета путей сообщения, 2000. – 110 с.
6. **Бессонов Л.А.** Теоретические основы электротехники.- М.: Высшая школа, 1973.-752 с.
7. СанПин 2971-84. "Защита населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты". - 1984.- 5 с.

ГИУА(П). Материал поступил в редакцию 14.01.2010.

Վ.Պ. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ, Լ.Ա. ՀԱԿՈԲՅԱՆ

110-220 ԿՎ ԷԼԵԿՏՐԱԶԱՂՈՐԴՄԱՆ ԳԾԵՐԻ ՍԱՆԻՏԱՐԱՊԱՇՏՊԱՆԱԿԱՆ ԳՈՏԻՆԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ

Առաջարկվում է էլեկտրահաղորդման գծերի ազդեցության գնահատում սանիտարապաշտպանական գոտիներում և դրանց սահմաններից դուրս՝ դրանց էլեկտրական դաշտերի հաշվարկմամբ:

Առանցքային բառեր. էլեկտրահաղորդման գիծ, էլեկտրական դաշտի լարվածություն, կառուցվածքային պարամետրեր, սանիտարապաշտպանական գոտի:

V.P. ARAKELYAN, L.A. HAKOBYAN

EVALUATION OF SANITARY-PROTECTIVE 110-220 KV ELECTRIC TRANSMISSION LINE ZONES

The evaluation of electric transmission line influence in sanitary-protective zones and their electric field calculation is proposed.

Keywords: electric transmission line, electric field voltage, constructive parameters, sanitary-protective zone.

Акопян