

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ОТ ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ КЛАССОМ НАПРЯЖЕНИЯ 220 кВ

Наам А.Г., Брюханов Н.Н.

**Научный руководитель – ст. преподаватель Петухов Р.А., доцент,
к.т.н. Амузаде А.С.**

Сибирский федеральный университет

Напряжённость электрического поля оказывает прямое влияние на здоровье человека, поэтому при проектировании воздушных линий сверх высокого напряжения учитывать расположение жилого массива в непосредственной близости от неё. Рассматриваемая нами линия 220 кВ находится в районе Зелёной рощи города Красноярска. Необходимо произвести расчет напряженности электрического поля по параметрам воздушной линии; проведение измерительных работ для получения действительных значений напряженности; сравнение расчетных и действительных значений с предельно допустимыми значениями, установленными санитарными нормами и правилами, тем самым определить уровень превышения воздействия электрического поля на жилой район вблизи ЛЭП.

Для теоретического расчета напряженности были взяты стандартные параметры линии 220 кВ, таблица 1.

Таблица 1.- исходные параметры расчета.

U _{ном} , кВ	Расстояние между фа- зами D, м	Длина пролёта l, м	Высота опоры H, м	Габарит h, м	Марка провода	Радиус провода r, м
220	7	250-350	25-30	7-8	АС 185	0,019

Для упрощения приняли, что грозозащитный трос изолирован от опоры. В результате этого тросы не оказывают существенного влияния на электрическое поле проводов. При этом условии вычисленные значения напряжённостей поля будут несколько завышенными по сравнению с фактическими значениями, что в итоге ужесточает требование безопасности и поэтому допустимо.

В расчете используется метод зеркальных проекций, при котором поле ВЛ будет создаваться не только зарядами проводов, но и зарядами их зеркальных изображений. При этом вектор напряжённости суммарного поля будет равен геометрической сумме векторов напряжённостей полей всех зарядов (Рис.1). Напряжённость поля рассчитываем на приблизительной высоте человеческого тела- на уровне двух метров.

Искомая напряжённости трёхфазной воздушной линии

$$E = \frac{CU_{\phi}}{4\pi\epsilon_0} \sqrt{(2k_1 - k_3 - k_5)^2 + 3(k_3 - k_5)^2 + (2k_2 - k_4 - k_6)^2 + 3(k_4 - k_6)^2}$$

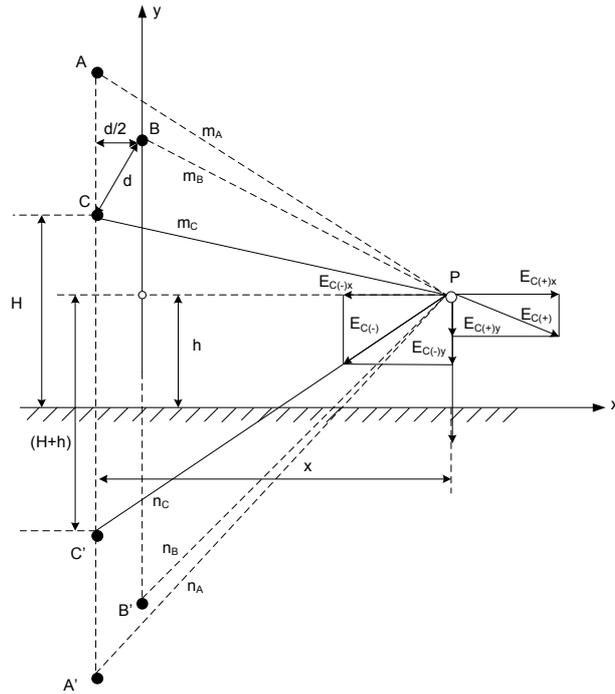


Рисунок 1.- К вычислению напряжённости поля вблизи воздушной линии электропередач в точке P.

A, B, C – фазы (провода) линии; A', B', C' – зеркальное изображение фаз; m_A, m_B, m_C – кратчайшее расстояние от P до фаз линии; n_A, n_B, n_C – кратчайшее расстояние от P до зеркальных отображений фаз.

Коэффициенты k имеют следующие значения:

$$k_1 = \frac{x+d}{m_A^2} - \frac{x+d}{n_A^2}; \quad k_2 = \frac{H-h}{m_A^2} + \frac{H+h}{n_A^2};$$

$$k_3 = \frac{x}{m_B^2} - \frac{x}{n_B^2}; \quad k_4 = \frac{H-h}{m_B^2} + \frac{H+h}{n_B^2};$$

$$k_5 = \frac{x-d}{m_C^2} - \frac{x-d}{n_C^2}; \quad k_6 = \frac{H-h}{m_C^2} + \frac{H+h}{n_C^2}.$$

Отрезки m и n являются гипотенузами соответствующих треугольников (рис. 1) и определяются следующими уравнениями:

$$m_A = \sqrt{(H-h+12)^2 + x^2}; \quad n_A = \sqrt{(H+h+12)^2 + x^2};$$

$$m_B = \sqrt{(H-h+6)^2 + (x-d/2)^2}; \quad n_B = \sqrt{(H+h+6)^2 + (x-d/2)^2};$$

$$m_C = \sqrt{(H-h)^2 + x^2}; \quad n_C = \sqrt{(H+h)^2 + x^2}.$$

По результатам расчетов был построен график напряженности в зависимости от расстояния

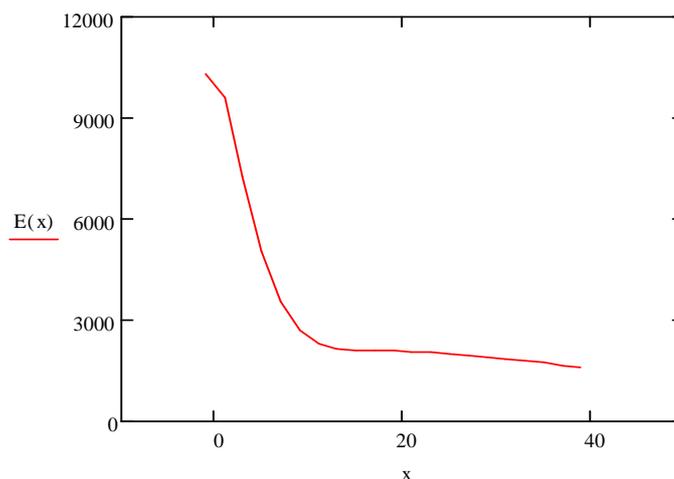


Рисунок 2- Расчетный график напряжённости

Практической стороной произведены замеры напряжённости электрического поля комплектом приборов для измерения электромагнитных излучений «циклон 05»(рис.3).



Рисунок 3- Комплект приборов «Циклон 05»

Комплект приборов предназначен для измерения среднеквадратических значений магнитной индукции и напряженности низкочастотных электромагнитных полей вблизи различных технических средств, в том числе компьютеров, при контроле норм в области охраны природы, безопасности труда и населения в соответствии с государственными стандартами (ГОСТ Р 50948-96) и санитарными нормами (СанПиН 2.2.2.542-96) Комплектуется дипольной антенной для измерения напряженности поля в свободном пространстве и дисковой антенной (D=300 мм) для измерений электрических полей компьютеров по ГОСТ Р 50949-96.

Основная погрешность измерения - не более 20 %. Предел измерения электрического поля – 2 кВ/м, что позволяет использовать прибор при измерении фона промышленной частоты 50 Гц на рабочих местах с ПЭВМ в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. По результатам проведённых измерений напряжённости построен результирующий график.

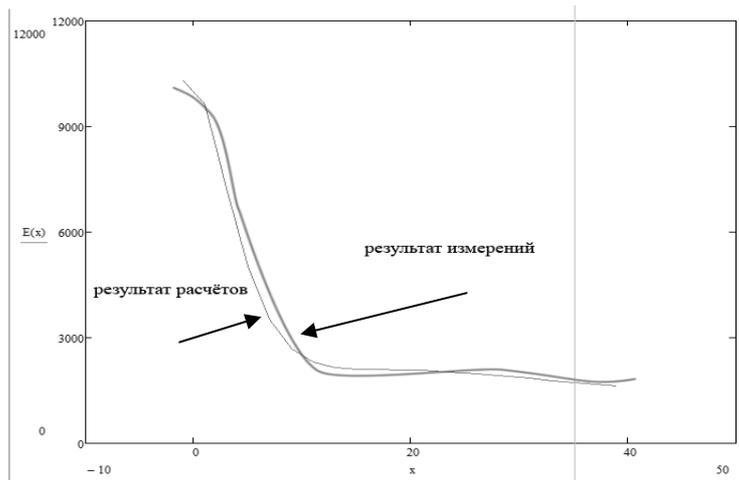


Рисунок 4 - График результатов измерений

Отклонение экспериментальных значений от расчетных не превышает 5%.

Согласно предельно допустимому уровню (Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты (утв. заместителем Главного Государственного санитарного врача СССР 28 февраля 1984 г. N 2971-84)) напряжённость электрического поля на территории зоны жилой застройки не должна превышать значения 1кВ/м.

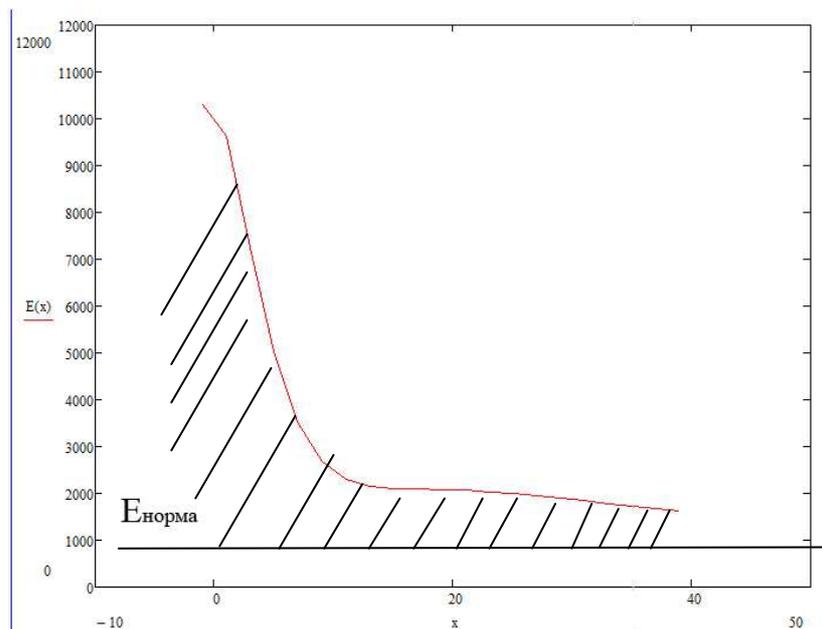


Рисунок 5 - График превышения нормы

При нанесении значения напряжённости электрического поля на график можно увидеть уровень превышения нормированного значения. На графике (рис.5) заметно нарушение нормы напряжённости поля в 1,5-2 раза, что усиливает непосредственное воздействие, проявляющееся при пребывании человека в электрическом поле.