

Оценка эффективности электромагнитного экранирования металлических конструкционно - отделочных материалов, обладающих различным форм-фактором

И.С. Кирий, Н.А. Литвинова
Тюменский индустриальный университет, Тюмень

Аннотация: Одним из основных источников электромагнитного излучения в окружающей среде являются линии электропередачи, не учитывая данный факт, всё чаще наблюдаются случаи строительства зданий в непосредственной близости с границами охранных зон воздушных линий. Целью настоящего исследования является повышение электромагнитной безопасности населения, в результате применения при строительстве жилых объектов, находящихся рядом с воздушными линиями электропередачи, конструкционно - отделочных материалов, обладающих наибольшей экранирующей способностью. На примере «Профнастила» различных марок, используемого в качестве экранирующего материала, получены показатели, отражающие эффективность электромагнитного экранирования. Также по итогам исследования установлено, что в экранировании электрического поля играет роль не только сырьё, из которого изготовлен материал, но и его форм- фактор.

Ключевые слова: электромагнитное излучение, электрическое поле, охранный зона, экранирующая способность, класс напряжения, линия электропередачи, материал.

Введение

На протяжении последних десятилетий на территориях с обширной жилой застройкой сформировалось электромагнитное загрязнение окружающей среды, вызванное расширением городских территорий, а также увеличением масштабов строительства в целом [1-3].

Действие техногенных электромагнитных полей (далее ЭМП) на организм человека не проходит бесследно. Современная медицина приводит неоспоримые доказательства негативных последствий (включая отдаленные последствия), вызванных длительными воздействиями ЭМП. Данные поля воздействуют на эндокринную, нервную, сердечно-сосудистую системы человека, также могут вызвать нарушение обмена веществ и морфологического состава крови [4-7].

Одним из основных источников электромагнитного излучения в окружающей среде являются линии электропередачи (далее ЛЭП). Не учитывая величину напряженности электрического поля, всё чаще наблюдаются случаи

строительства зданий в новых микрорайонах, коттеджных поселках близ границ охранных зон воздушных линий электропередачи (далее ВЛ).

Охранная зона ВЛ имеет параметры, характеризующиеся расстоянием от крайних проводов ВЛ (по обе её стороны) до выступающих частей зданий и сооружений [8]: не менее 15 м для ВЛ с номинальным классом напряжения 35 кВ; 20 м – 110 кВ; 30 м – 500 кВ.

Несомненно, возрастающие темпы антропогенного воздействия электрических полей (от ЛЭП) требуют поиска новых решений, которые бы компенсировали данные воздействия [9-10].

Целью настоящего исследования является повышение электромагнитной безопасности населения, в результате применения при строительстве жилых объектов, находящихся рядом, либо в границах охранных зон ВЛ, конструкционно - отделочных материалов, обладающих наибольшей экранирующей способностью.

Материалы и методы

Исследование заключалось в построении эмпирических зависимостей напряженности электрического поля на различных расстояниях от ЛЭП напряжением 500 кВ с учетом применения металлических конструкционно - отделочных материалов («профнастила» разных марок), далее в сравнении показателей эффективности электромагнитного экранирования каждого материала в отдельности.

Для данного исследования было выбрано три марки «профнастила»:

1 вариант. «Профнастил Н57-750» – изготовлен из оцинкованной холоднокатаной стали, толщина листа- 0,8 мм, высота трапеции- 57 мм, расстояние между гофрами- 44 мм.

2 вариант. «Профнастил С8-1150» – изготовлен методом холодного проката из тонколистовой стали, толщина листа- 0,5 мм, высота трапеции- 8 мм, расстояние между гофрами- 52,5 мм.

3 вариант. «Профнастил МП-20» – изготовлен из тонколистовой холоднокатаной стали с горячецинковым покрытием, толщина листа- 0,5 мм, высота трапеции- 18 мм, расстояние между гофрами- 35 мм.

Для характеристики величины электрического поля используется понятие напряженность электрического поля (E), единица измерения кВ/м (Вольт-наметр).

Напряженность электрического поля измерялась прибором ПЗ – 50 в 3-х осях (X,Y,Z), в каждой точке выполнено не менее 20 измерений, также была использована «установка для оценки эффективности экранирования кровельными материалами электромагнитного поля от ЛЭП в естественных условиях». Измерение напряженности электрического поля проводилось без экранирующих материалов и с экранирующими материалами под установкой. Конструкция установки перемещалась в разборном виде из трех частей и собиралась путем вставки в отверстие 2 крестовины 1 (рис.1) стойки 3, на которую закреплялись рамки 6 для накладывания исследуемых материалов.

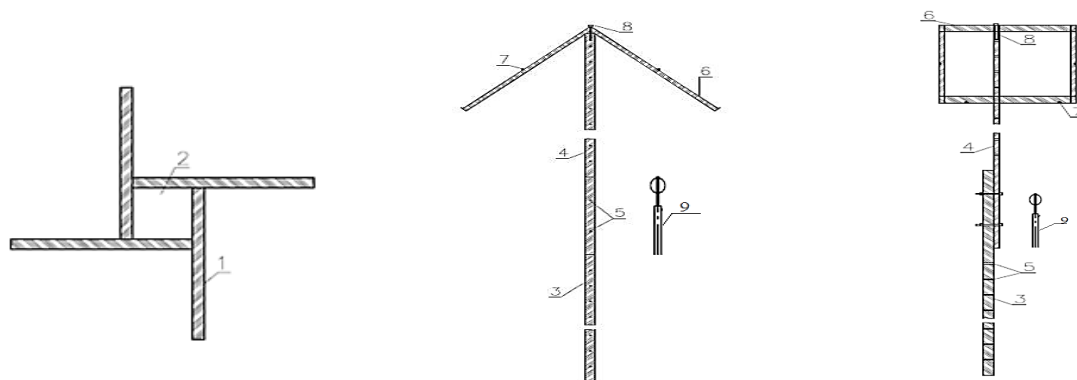


Рис. 1. – Установка для оценки эффективности экранирования кровельными материалами электромагнитного поля от ЛЭП в естественных условиях»: 1 – крестовина; 2 – прямоугольное отверстие; 3 – нижняя опора стойки; 4 – верхняя опора стойки; 5 – отверстия; 6 – две рамки для накладывания исследуемых образцов; 7 – уголки-держатели; 8 – болт; 9 – малогабаритный переносной прибор с автономным питанием для измерения напряженности поля промышленной частоты (ПЗ-50).

Далее на рамки 6 накладывались исследуемые образцы металлических конструкционно - отделочных материалов размером (500×500) мм (рис. 1) и проводилось измерение напряженности электрического поля (E).

На участке земли, прилегающем к ВЛ, было намечено 5 точек от проекции крайних проводов на землю в сторону жилой застройки. Точки для замеров располагаются по мере удаления от ВЛ. В намеченных точках произведены замеры напряженности электрического поля на трех высотах: 0,5; 1; 1,8 и 3,0 м от поверхности земли [2]. Напряженность электрического поля вычислена по формуле (1):

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}, \quad (1)$$

где E_x, E_y, E_z – проекции векторов напряженности электрического поля на три взаимно ортогональные оси, кВ/м.

Результаты исследования

По результатам натурных исследований без использования экранирующих кровельных материалов получены значения модуля напряженности электрического поля от ЛЭП класса напряжения 500 кВ на различных расстояниях от источника воздействия: 0; 20; 30 м (таблица 1).

Таблица № 1

Значения модуля вектора напряженности электрического поля (E) ЛЭП 500кВ

Расстояние от токоведущих частей ЛЭП, (м)	Высота от поверхности земли, (м)	E, (кВ/м)	ПДУ ЭП ПЧ (электрического поля промышленной частоты на территории зоны жилой застройки), (кВ/м)
0	1,5	4,72	1
	1,8	7,09	1
	3	14,612	1
20	1,5	2,71	1
	1,8	4,46	1
	3	6,02	1
30	1,5	1,11	1
	1,8	1,29	1

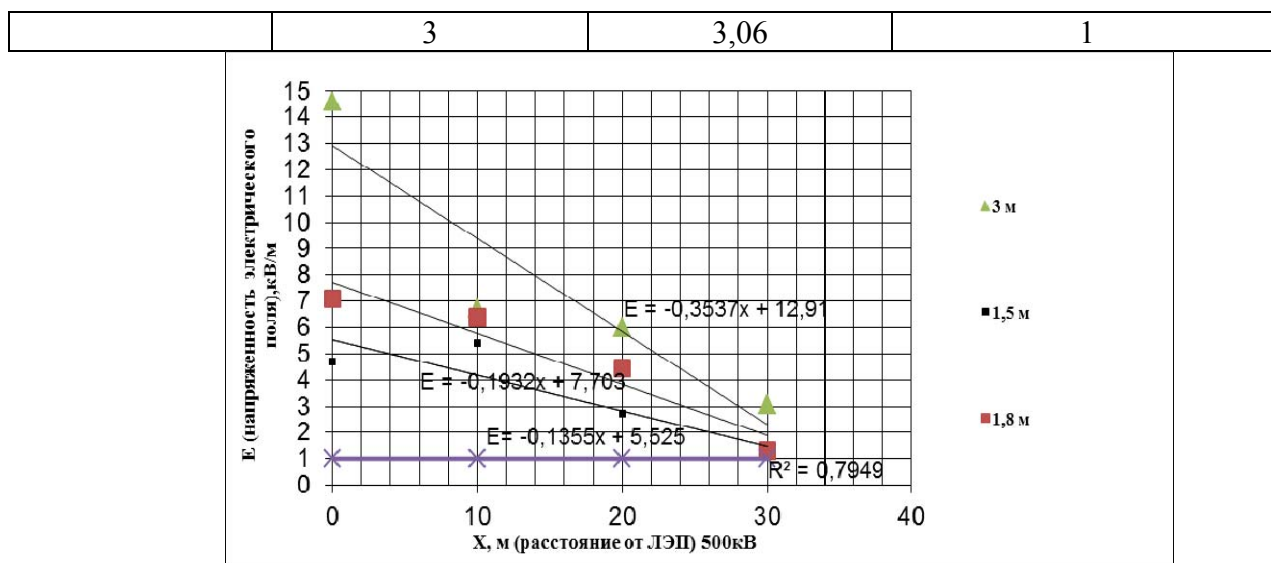


Рис. 2. – Зависимости напряженности электрического поля (E) от расстояния (x) и высоты от поверхности земли без применения экранирующего материала

На рис. 2 наблюдаются многочисленные превышения нормативного значения напряженности электрического поля (1кВ/м для жилой зоны) в границах санитарно-защитной зоны, помимо этого следует отметить показатель равный 3,06 кВ/м, зафиксированный на расстоянии 30 метров от ЛЭП и высоте 3 метра от поверхности земли.

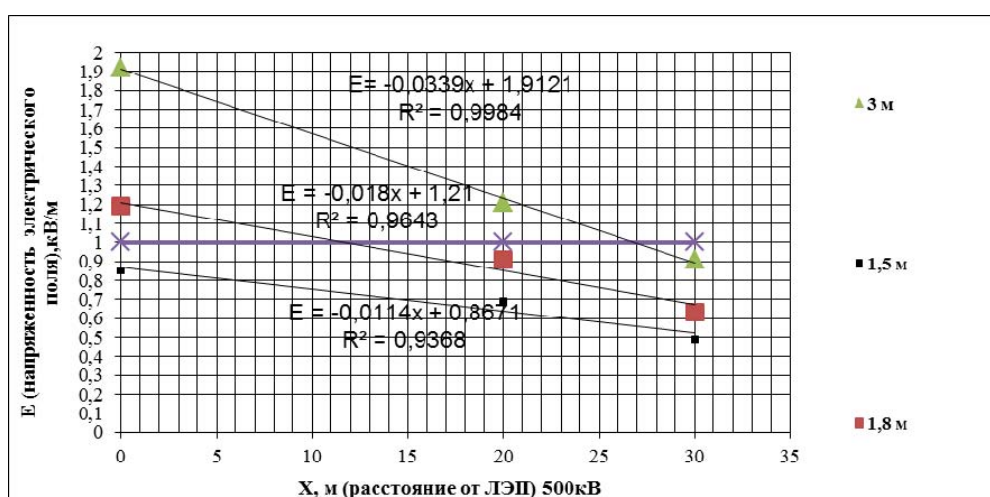


Рис. 3. – Зависимости напряженности электрического поля (E) от расстояния (x) и высоты от поверхности земли с применением в качестве экранирующего материала 1 варианта «Профнастила Н57-750»

По результатам использования в качестве экранирующего материала «Профнастила Н57-750» (рис. 3) отмечено существенное снижение напряженности электрического поля. На расстоянии 30 метров, а также высоты от поверхности земли равной 3 метрам, напряженность электрического поля составляет 0,91 кВ/м, что является ниже более чем в 3 раза аналогичных замеров, сделанных без использования данного материала.

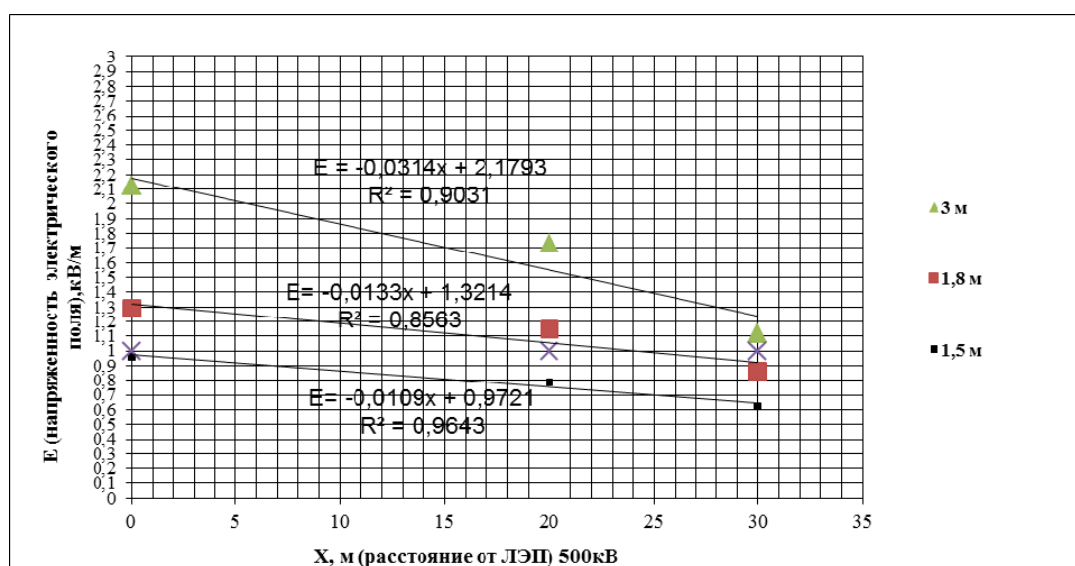


Рис. 4. – Зависимости напряженности электрического поля (E) от расстояния (x) и высоты от поверхности земли с применением в качестве экранирующего материала 2 варианта «Профнастила С8-1150»

При использовании в качестве экранирующего материала 2 варианта «Профнастила С8-1150» (рис.4) при сравнении показателей, полученных при аналогичных замерах, напряженность электрического поля составляет 1,12 кВ/м, что отражает незначительное превышение предельно допустимого уровня напряженности электрического поля. В свою очередь вышеуказанный материал показал наибольшую экранирующую способность при том же расстоянии (30 метров) и высоте (3 метра) от поверхности земли.

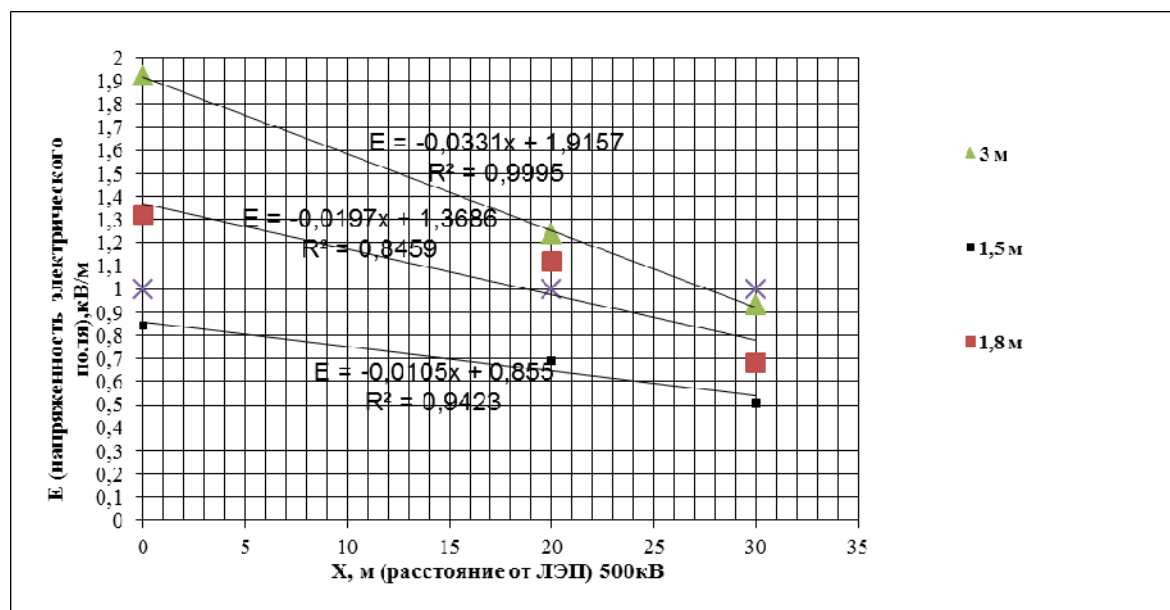


Рис. 5. – Зависимости напряженности электрического поля (E) от расстояния (x) и высоты от поверхности земли с применением в качестве экранирующего материала 3 варианта «Профнастила МП-20»

Вариант 3 «Профнастил МП-20» (рис.5) обладает схожей с 1 вариантом «Профнастилом Н57-750» экранирующей способностью, показатели, полученные при проведении замеров, являются практически идентичными. При расстоянии 30 метров и высоте 3 метра от поверхности земли, показатель напряженности электрического поля составил 0,93 кВ/м, что соответствует нормативному значению (1кВ/м).

Заключение

По результатам проведенного исследования выявлена достаточная эффективность электромагнитного экранирования металлическими конструкционно - отделочными материалами, в частности «Профнастилом» различных марок. При этом следует отметить разные значения напряженности электрического поля при использовании материалов, участвующих в исследовании, несмотря на то, что данные виды «Профнастила» схожи по способу изготовления.

3 вариант исследований «Профнастил МП-20», обладающий наименьшими расстояниями между гофрами, показал схожие результаты с 1 вариантом «Профнастилом» марки «Н57-750», с учетом того, что «Профнастил» данной марки обладает наибольшей толщиной листа равной 0,8 мм.

Следовательно, исходя из проведенного исследования, можно сделать вывод о том, что в экранировании электрического поля играет роль не только сырье, из которого изготовлен материал, но и его форм- фактор.

Литература

1. Balodis V. Electric and magnetic fields. Environmental Issues. 2008. №5. pp. 81-82.
2. Blanc M. Biological effects of environmental electromagnetic fields. Washington(DC). 1995. 376 p.
3. Peter A. Electric and magnetic fields (EMF) and health. The 2th International Conference on Electromagnetic safety. 2001. 125 p.
4. Кирикова О. В. Защита от электромагнитных полей. М.: Мир, 1992. 234 с.
5. Большаков М.А. О воздействии электромагнитного поля промышленной частоты на человека. М.: Знание, 2000. 201 с.
6. Гельфон И.А. О биологическом действии электромагнитных полей. М.: Медицина, 1988. 167 с.
7. Аполлонский С.М. Безопасность жизнедеятельности человека в электромагнитных полях: учеб. Пособие. – С.-Пб.: Политехника, 2014. 650 с.
8. Зерщикова М.А. Последствия загрязнения окружающей среды и их влияние на экономические показатели (методы сохранения и улучшения состояния окружающей среды) // Инженерный Вестник Дона, 2011, №1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2011/326
9. Ивашнев М.В., Шегельман И.Р. Особенности формирования зон, защищающих линейные сооружения от древесно-кустарниковой



растительности // Инженерный вестник Дона, 2013, №2. URL:
ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1651

10. Литвинова Н.А. Электромагнитная экология и расчет электромагнитных величин: учебное пособие. Тюмень: ТюмГАСУ, 2015. 131 с.

References

1. Balodis V. Environmental Issues. 2008. №5. pp. 81-82.
2. Blanc M. Biological effects of environmental electromagnetic fields. Washington (DC). 1995. 376 p.
3. Peter A. Electric and magnetic fields (EMF) and health. The 2th International Conference on Electromagnetic safety. 2001. 125 p.
4. Kirikova O. V. Zashhita ot jelektromagnitnyh polej [Protection against electromagnetic fields]. M.: Mir, 1992. 234 p.
5. Bol'shakov M.A. O vozdeystvii jelektromagnitnogo polja promyshlennoj chastoty na cheloveka [About influence of an electromagnetic field of industrial frequency on the person]. M.: Znanie, 2000. 201 p.
6. Gel'fon I.A. O biologicheskom dejstvii jelektromagnitnyh polej [On the biological action of electromagnetic fields]. M.: Medicina, 1988. 167 p.
7. Apollonskij S.M. Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti cheloveka v jelektromagnitnyh poljah: ucheb. Posobie [Safety of human activity in electromagnetic fields]. S.-Pb.: Politehnika, 2014. 650 p.
8. Zershhikova M.A. Inzhenernyj Vestnik Dona (Rus), 2011, №1. URL:
ivdon.ru/magazine/archive/n1y2011/326
9. Ivashnev M.V., Shegel'man I.R. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №2. URL:
ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1651
10. Litvinova N.A. Jelektromagnitnaja jekologija i raschet jelektromagnitnyh velichin: uchebnoe posobie [Electromagnetic ecology and calculation of electromagnetic quantities]. Tjumen': TjumGASU, 2015. 131 p.

