Оценка влияния лесных насаждений на напряженность электромагнитных полей промышленной частоты

М.З. Амирханян

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

АННОТАЦИЯ

Введение. Рассмотрено влияние лесных насаждений на напряженность электромагнитных полей (ЭМП) промышленной частоты (50 Гц), генерируемых линией электропередачи (ЛЭП) высокого напряжения.

Материалы и методы. Исследование проводилось вблизи деревни Болтино в Московской области. Выполнены измерения ЭМП на двух профилях, перпендикулярных оси ЛЭП-500 кВ, один из которых проходит через лесной массив, другой — не пересекает его. Измерения электромагнитных полей промышленной частоты осуществлялись с использованием измерительного прибора и антенн, предназначенных для измерений напряженностей магнитного и электрического полей.

Результаты. Сравнительный анализ характера изменения электрической и магнитной составляющих ЭМП с расстоянием от оси ЛЭП позволил установить эффект снижения напряженности ЭМП, начиная с границы зоны лесного массива. Графики показывают, что эффект ослабления ЭМП более выражен для электрической составляющей.

Выводы. Выявленный эффект в определенном смысле проявляет аналогию лесного массива с клеткой Фарадея. Однако такая аналогия не полная вследствие того обстоятельства, что лесной массив не является идеально проводящим телом, а обладает лишь малой электропроводностью. Дополнительное ослабление ЭМП происходит в результате частичного поглощения энергии ЭМП лесным массивом.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: экология, электромагнитное поле, лесные насаждения, защита от электромагнитных полей, линии электропередачи, экранирующие стены, промышленная частота

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Амирханян М.З. Оценка влияния лесных насаждений на напряженность электромагнитных полей промышленной частоты // Строительство: наука и образование. 2019. Т. 9. Вып. 2. Ст.10. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2019.2.10

Assessment of the impact of forest plantations on the intensity of commercial frequency electromagnetic fields

Maria Z. Amirkhanian

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU),
26 Yaroslavl'skoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Influence of forest plantations on intensity of electromagnetic fields (EMF) of commercial frequency (50 Hz), generated by high voltage power transmission line (PTL), is considered.

Materials and methods. The study was conducted near the village of Boltino in the Moscow Region. The EMF measurements were made on two profiles perpendicular to the 500 kV PTL (power transmission line) axis, one of which passes through the forest area, the other one does not cross it. Measurements of commercial frequency electromagnetic fields (CFEMF) were carried out using a measurement device and antennas, designed to measure the intensities of magnetic and electrical fields.

Results. The comparative analysis of the character of change of electric and magnetic components of EMF with distance from the PTL axis allowed to establish the effect of EMF intensity decrease starting from the forest area boundary. Diagrams show that EMF reduction effect is more pronounced for the electrical component.

Conclusions. The revealed effect to a certain extent shows the analogy of the forest area with the Faraday cage. However, such an analogy is not complete due to the fact that the forest area is not a perfectly conductive body, but has only a low conductivity. Additional EMF reduction occurs as a result of partial EMF energy absorption by the forest area.

KEYWORDS: ecology, electromagnetic field, forest plantations, protection against electromagnetic fields, power transmission lines, shielding walls, commercial frequency

FOR CITATION: Amirkhanian M.Z. Assessment of the impact of forest plantations on the intensity of commercial frequency electromagnetic fields. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2019; 9(2):10. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2019.2.10 (rus.).

ВВЕДЕНИЕ

С развитием инфраструктуры городов, пригородов и других населенных пунктов модернизируются и электрические сети. Рост передаваемых электрических мощностей посредством элементов электросетевого хозяйства обуславливает потенциальную опасность воздействия электромагнитных полей (ЭМП) для здоровья человека [1, 2]. Необходимо отметить, что ЭМП, генерируемые линиями электропередачи (ЛЭП), негативно влияют не только на человека, но также и на различных представителей фауны и флоры [3, 4]. Эти обстоятельства определяют необходимость разработки различных вариантов защиты населения от негативного воздействия ЭМП, например, установку экранирующих стен [5–9]. Одним из эффективных способов защиты от воздействия ЭМП может оказаться также использование лесных насаждений. Такое предположение основано на том факте, что лесной массив является частично проводящим телом. Согласно законам электродинамики, в этом теле генерируются токи, создающие вторичное ЭМП, которое направлено в противоположном направлении по отношению к ЭМП, возникающему при передаче электрической мощности посредством ЛЭП.

Настоящая работа посвящена оценке влияния лесных насаждений на напряженность ЭМП, генерируемого ЛЭП высокого напряжения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для измерения электромагнитных полей промышленной частоты в данной работе был использован прибор ОКТАВА-110А с антеннами П6-70 и П6-71, которые предназначены для измерений напряженностей магнитного (П6-70) и электрического (П6-71) полей [10–14]. Исследование выполнено на участке ЛЭП-500 кВ в деревне Болтино вблизи г. Мытищи (Московская область). Участок исследуемой территории представлен на фотоснимке (рис. 1).

Измерения электрической и магнитной составляющих ЭМП проводились по двум профилям, перпендикулярным ЛЭП (рис. 2). Один из них (профиль 1) частично проходит через лесной массив, другой, контрольный (профиль 2) не пересекает его. На обоих профилях выполнена серия измерений напряженностей электрической и магнитной составляющих ЭМП с шагом 5 м.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты проведенных измерений представлены на графиках изменения напряженностей электрического и магнитного полей с расстоянием от оси ЛЭП (см. рис. 3). На графиках наблюдается заметное ослабление напряженностей электрической и магнитной составляющих ЭМП при достижении границы зоны лесного массива (профиль 1). Для

Рис. 1. Фотоснимок участка исследуемой территории

Рис. 2. Схема расположения профилей измерений ЭМП

Рис. 3. Изменения напряженностей электрического и магнитного полей с расстоянием от оси ЛЭП

сравнения на рис. 3 приводятся аналогичные графики для профиля, не пересекающего лесной массив. На графиках видно, что эффект ослабления ЭМП более выражен для электрической составляющей. Влияние лесного массива приводит к уменьшению напряженности электрического поля до 260 В/м, а магнитного — до 1,9 А/м.

Выявленный эффект в определенном смысле показывает аналогию лесного массива с клеткой Фарадея, выражающийся в том, что ЭМП частично отражается от лесного массива. Однако данная аналогия не полная вследствие того обстоятельства, что лесной массив не является идеально проводящим телом, а обладает лишь малой электропроводностью. Дополнительное ослабление ЭМП происходит в результате частичного поглощения энергии ЭМП лесным массивом.

ВЫВОДЫ

1. Выполнены измерения электромагнитных полей промышленной частоты, генерируемого ЛЭП-500 кВ в пригородной зоне г. Москвы на двух

профилях, перпендикулярных оси ЛЭП, один из которых проходит через лесной массив, другой — не пересекает его.

2. Сравнительный анализ характера изменения электрической и магнитной составляющих ЭМП с расстоянием от оси ЛЭП позволил выявить эффект снижения напряженности ЭМП, начиная с границы зоны лесного массива.

3. Отмечается, что выявленный эффект в определенном смысле проявляет аналогию лесного массива с клеткой Фарадея^{1, 2, 3} [15–17]. Однако такая

¹ ГОСТ 30372-95. Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения (аутентичен ГОСТ Р 50397-92). М. : Госстандарт России, 1999. 16 с.

² ГОСТ Р 50414-92. Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование для испытаний. Камеры экранированные. Классы, основные параметры, технические требования и методы испытаний (аутентичен ГОСТ Р 50414-92). М. : Госстандарт России, 1992. 28 с.

³ ГОСТ Р 51320-99. Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные. Методы испытаний технических средств — источников промышленных помех. М. : Госстандарт России, 1999. 27 с.

аналогия не полная вследствие того обстоятельства, что лесной массив не является идеально проводящим телом, а обладает лишь малой электропровод-

ностью. Дополнительное ослабление ЭМП происходит в результате частичного поглощения энергии ЭМП лесным массивом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Havas M. Biological effects of low frequency electromagnetic fields. London : Spon Press, 2004. Pp. 207–232.
2. Гичев Ю.П., Гичев Ю.Ю. Влияние электромагнитных полей на здоровье человека // Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы. 1999. № 52. С. 1–91.
3. Носков А.С., Савинкина М.А., Анищенко Л.Я. Воздействие ТЭС на окружающую среду и способы снижения наносимого ущерба. Новосибирск : Изд-во ГПНТБ СО АН СССР, 1990. С. 177.
4. Васильева Е.Г. Влияние электромагнитных полей на морфо-биологические параметры гидробионтов (на примере пресноводной креветки и тимиразевской тилипии). Астрахань, 2010. 156 с.
5. Amirkhanyan M., Bryukhan F. Shielding effect of reinforced concrete fences in electromagnetic fields of industrial frequency // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 251. P. 06006. DOI: 10.1051/mateconf/201825106006
6. Шапиро Д.Н. Электромагнитное экранирование. Долгопрудный : ИД Интеллект, 2010. 115 с.
7. Micheli D., Delfini A., Santoni F., Volpini F., Marchetti M. Measurement of electromagnetic field attenuation by building walls in the mobile phone and satellite navigation frequency bands // IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters. 2015. Vol. 14. Pp. 698–702. DOI: 10.1109/lawp.2014.2376811
8. Pelevin D.Ye. Screening magnetic fields of the power frequency by the walls of houses // Electrical Engineering & Electromechanics. 2015. Vol. 4. Pp. 53–55. DOI: 10.20998/2074-272x.2015.4.10
9. Резинкина М.М. Выбор параметров тонких электромагнитных экранов для снижения уровней магнитной индукции // Журнал технической физики. 2014. Т. 84. № 2. С. 1–7.
10. Amirkhanyan M., Bryukhan F. Measurement errors of electromagnetic fields of industrial frequency in urban areas // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 170. P. 02020. DOI: 10.1051/mateconf/201817002020
11. Полоусова Е.П. О планировании натурных измерений электромагнитных полей промышленной частоты в рамках инженерно-экологических изысканий // Вестник Московского государственного областного университета. Сер. : Естественные науки. 2010. № 3. С. 128–129.
12. Лазорина Е.П. Некоторые результаты натурных измерений электромагнитных полей на электроподстанции Уча (Московская область) // Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров : мат. Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 145-летию МГТУ «МАМИ». 2010. С. 69–71.
13. Графкина М.В., Нюнин Б.Н., Свиридова Е.Ю. Определение энергетического низкочастотного воздействия на застроенных территориях // Вестник МГСУ. 2014. № 4. С. 116–124. DOI: 10.22227/1997-0935.2014.4.116-124
14. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz) // International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Health Phys. 2010. Vol. 99. Issue 6. Pp. 818–836. DOI: 10.1097/HP.0b013e3181f06c86
15. Roosli M. Epidemiology of electromagnetic fields. Boca Raton (FL). USA : CRC Press, 2014. 368 p.
16. Гроднев И.И. Электромагнитное экранирование в широком диапазоне частот. М. : Связь, 1972. 112 с.
17. Петров И.С. Локализация и ослабление побочных электромагнитных излучений от средств вычислительной техники путем экранирования электромагнитных волн // Вестник ЮУрГУ. Сер.: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2012. № 23 (283). С. 189–191.

Поступила в редакцию 24 февраля 2019 г.

Принята в доработанном виде 21 марта 2019 г.

Одобрена для публикации 20 мая 2019 г.

ОБ АВТОРЕ: Амирханян Мария Зауровна — аспирант кафедры инженерной геологии и геоэкологии, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, amirkhanyan.maria@gmail.com.

INTRODUCTION

With the development of the infrastructure of cities, suburbs and other settlements, power networks are also being modernized. Growth of transmitted electric power by means of power grid elements causes potential danger of exposure to electromagnetic fields (EMFs) for human health [1, 2]. It should be noted that EMFs generated by power transmission lines (PTL) have a negative impact not only on people, but also on various species of fauna and flora [3, 4]. These circumstances determine the need to develop various options to protect the public from the adverse effects of EMFs, for example, the installation of shielding walls [5–9]. The use of forest plantations may also be an effective means of protecting against EMF impacts. This assumption is based on the fact that the forest area is a partially conductive body. According to the laws of electrodynamics, this body generates currents that create a secondary EMF, which is directed in the opposite side with respect to EMFs, arising in the transmission of electrical power through PTL.

This paper is devoted to the assessment of the influence of forest plantations on the EMF intensity generated by the high-voltage PTL.

MATERIALS AND METHODS

To measure commercial frequency electromagnetic fields (CFEMF) in this paper we used the device OKTAVA-110A with P6-70 and P6-71 antennas, which are designed to measure the intensities of the magnetic (P6-70) and electric (P6-71) fields [10–14]. The study was carried out at the 500 kV PLT site in the village of Boltino near the town of Mytishchi (the Moscow Region). The site under study is shown on the photo (Fig. 1).

Measurements of electric and magnetic components of EMFs were made on two profiles perpendicular to PTL (fig. 2). One of them (profile 1) partially passes through the forest area, the other one – the test one (profile 2) – does not cross it. Both profiles are equipped with a series of measurements of the electrical and magnetic component intensities of EMFs with 5 m pitch.

RESULTS

The results of the measurements are given on the diagrams of changes in the intensity of electric and magnetic fields with a distance from the PTL axis (see Fig. 3). The diagrams show a noticeable reduction in the intensity of the electrical and magnetic components

Fig. 1. Photograph of the investigated area

Fig. 2. The layout of the profile measurements of EMF

Fig. 3. Changes in the intensities of electric and magnetic fields with a distance from the PTL axis

of the EMF when reaching the boundary of the forest area (profile 1). For comparison, on fig. 3, similar diagrams are given for the profile that does not cross the forest area. The diagrams show that the effect of EMF reduction is more pronounced for the electrical component. The influence of the forest area leads to reduction of electric field intensity up to 260 V/m, and the magnetic one — up to 1.9 A/m.

The revealed effect to a certain extent shows the analogy of the forest area with the Faraday cage, expressed in the fact that the EMF is partially reflected from the forest area. However, this analogy is not complete due to the fact that the forest area is not a perfectly conductive body, but has only a low conductivity. Additional EMF reduction occurs as a result of partial EMF energy absorption by the forest area.

CONCLUSIONS

1. Measurements of CFEMF generated by the 500 kV PTL are taken in the suburban area of Moscow on two profiles perpendicular to the axis of the PTL, one

of which passes through the forest area, the other does not cross it.

2. The comparative analysis of the character of change of electric and magnetic components of EMF with distance from the PTL axis allowed to establish the effect of EMF intensity reduction starting from the forest area boundary.

3. It should be mentioned that the revealed effect to a certain extent shows the analogy of the forest area with the Faraday cage^{4,5,6} [15–17]. However, such an analogy

⁴ GOST 30372-95. Technical means electromagnetic compatibility. Terms and definitions (authentic to GOST R 50397-92). Moscow, Gosstandart of Russia Publ., 1999; 16.

⁵ GOST R 50414-92. Technical means electromagnetic compatibility. Testing equipment. Shielded chambers. Classes, basic parameters, technical requirements and test methods (authentic to GOST R 50414-92). Moscow, Gosstandart of Russia Publ., 1992; 28.

⁶ GOST R 51320-99. Technical means electromagnetic compatibility. Industrial radio interference. Technical means testing methods for industrial interference sources. Moscow, Gosstandart of Russia Publ., 1999; 27.

is not complete due to the fact that the forest area is not a perfectly conductive body, but has only a low conduc-

tivity. Additional EMF reduction occurs as a result of partial EMF energy absorption by the forest area.

REFERENCES

1. Havas M. *Biological Effects of Low Frequency Electromagnetic Fields*. London, Spon Press Publ., 2004; 207232.
2. Gichev Y.P., Gichev Y.Y. Influence of electromagnetic fields on human health. *Ecology. A series of analytical reviews of world literature*. 1999; 52:1-91. (rus.).
3. Noskov A.S., Savinkina M.A., Anishchenko L.Y. *The impact of thermal power plants on the environment and ways to reduce damage, Institute of catalysis*. Novosibirsk, SPSL SB AS USSR Publ., 1990; 177. (rus.).
4. Vasil'yeva E.G. *Influence of electromagnetic fields on morpho-biological parameters of hydrobionts (on the example of freshwater shrimp and Timiryazev tilapia)*. Astrakhan, 2010; 156. (rus.).
5. Amirkhanyan M., Bryukhan F. Shielding effect of reinforced concrete fences in electromagnetic fields of industrial frequency. *MATEC Web of Conferences*. 2018; 251:06006. DOI: 10.1051/mateconf/201825106006
6. Shapiro D.N. *Electromagnetic shielding*. Dolgoprudny, PH Intellect Publ., 2010; 120. (rus.).
7. Micheli D., Delfini A., Santoni F., Volpini F., Marchetti M. Measurement of electromagnetic field attenuation by building walls in the mobile phone and satellite navigation frequency bands. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*. 2015; 14:698-702. DOI: 10.1109/lawp.2014.2376811
8. Pelevin D.E. Screening magnetic fields of the power frequency by the walls of houses. *Electrical Engineering & Electromechanics*. 2015; 4:53-55. DOI: 10.20998/2074-272x.2015.4.10
9. Rezinkina M.M. Selection of parameters of thin electromagnetic screens to reduce the levels of magnetic induction. *Journal of technical physics*. 2014; 84(2):1-7. (rus.).
10. Amirkhanyan M., Bryukhan F. Measurement errors of electromagnetic fields of industrial frequency in urban areas. *MATEC Web of Conferences*. 2018; 170:02020. DOI: 10.1051/mateconf/201817002020
11. Polousova E.P. About planning of full-scale measurements of electromagnetic fields of industrial frequency within engineering and ecological researches. *Bulletin of the Moscow State regional University. Series: Natural Sciences*. 2010; 3:128-129. (rus.).
12. Lazorina E.P. Some results of full-scale measurements of electromagnetic fields at the electrical substation Ucha (Moscow region). *Automobile and tractor construction in Russia: development priorities and training : materials of the international scientific and technical conference, dedicated to the 145th anniversary of MGTU "MAMI"*. 2010; 69-71. (rus.).
13. Grafkina M.V., Nyunin B.N., Sviridova E.Y. Determination of low-frequency energy effect in built-up areas. *Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]*. 2014; 4:116-124. DOI: 10.22227/1997-0935.2014.4.116-124 (rus.).
14. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Health Phys*. 2010; 99(6):818-836. DOI: 10.1097/HP.0b013e3181f06c86
15. Roosli M. *Epidemiology of Electromagnetic Fields*. Boca Raton (FL). USA, CRC Press, 2014; 368.
16. Grodnev I.I. *Electromagnetic shielding in a wide frequency range*. Moscow, Connection Publ., 1972; 112. (rus.).
17. Petrov I.S. Localization and reduction of stray electromagnetic radiation from computer equipment by means of electromagnetic waves shielding. *Bulletin of SUSU. Ser. : Computer Technologies, Automatic Control & Radioelectronics*. 2012; 23(283):189-191. (rus.).

Received February 24, 2019

Adopted in a modified form on March 21, 2019

Approved for publication May 20, 2019

BIONOTES: Maria Z. Amirkhanyan — postgraduate student of the Department of Engineering Geology and Geoecology, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation, amirkhanyan.maria@gmail.com.