

Картографирование электромагнитных полей промышленной частоты в условиях городской территории

М. В. Широков¹, В. И. Стурман^{1}, А. Н. Логиновская¹*

¹ Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Российская Федерация
* e-mail: st@izh.com

Аннотация. Выполнено многократное детальное картографирование значений напряженности электрического поля и магнитной индукции на 2 улицах в историческом центре Санкт-Петербурга. Измерения выполнялись согласно действующим методическим требованиям и с учетом времени пиковых нагрузок электросети. Индивидуальная привязка точек измерений закономерно повышает детальность итоговой карты. Превышений гигиенических нормативов не выявлено, но широко распространены значения магнитной индукции, превышающие ориентировочные безопасные уровни, согласно результатов зарубежных исследований. На картах нашло отражение влияние конкретных локальных источников электромагнитных полей, таких как вывески, объекты вентиляции, освещения, электропроводки. Выявлены нестандартные источники электромагнитных полей в виде крупных металлических конструкций, закрепленные к фасадам зданий и подверженных электризации. Отмечен рост значений напряженности электрического поля и магнитной индукции от теплого периода к холодному.

Ключевые слова: электромагнитные поля, картографирование

Mapping of electromagnetic fields of industrial frequency in case of urban area

V.M. Shirokov¹, V.I. Sturman^{1}, A.N. Loginovskaya¹*

¹ The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications, Russian Federation
* e-mail: st@izh.com

Abstract. Repeated detailed mapping of values of electric field strength and magnetic induction on 2 streets in the historic center of St. Petersburg is executed. Measurements were carried out according to the existing methodical requirements and taking into account time of peak loadings of the power supply network. The individual binding of points of measurements naturally increases detail of the final map. Excesses of hygienic standards are not revealed, but the values of magnetic induction exceeding approximate safe levels according to results of foreign researches are widespread. The influence of concrete local sources of electromagnetic fields, such as signs, objects of ventilation, lighting, electrical wiring found reflection is presented by maps. The non-standard sources of electromagnetic fields in the form of large metal designs fixed to facades of buildings and subject to electrization are revealed. Growth of values of electric field strength and magnetic induction from the warm period to cold is noted.

Keywords: electromagnetic fields, mapping

Введение

Техногенные электромагнитные поля – фактор окружающей среды, непосредственно воздействующий на здоровье человека через ряд физиологических механизмов, чему посвящена довольно многочисленная литература (например,

[1–6]). При этом в центре внимания обычно находятся электромагнитные поля промышленной частоты, как наиболее распространенные в городской среде, и, в первую очередь, магнитные поля, как обладающие более высокой проникающей способностью [7]. Поскольку электромагнитным полям свойственна сильная изменчивость в пространстве и во времени, для их исследования находят применение методы картографирования и мониторинга. Ранее выполненные нами исследования [8–10] позволили выявить некоторые основные закономерности, включая, в частности:

- приуроченность электрических полей значительной напряженности к воздушным линиям электропередачи и повсеместное распространение магнитных полей в городе (с закономерным распределением характеристик магнитной индукции по территориям с разным характером использования и застройки);

- зависимость напряженности электрических полей и магнитной индукции от метеоусловий (в т.ч. через изменчивость диэлектрических характеристик воздушной среды и социальные факторы, влияющие на потребление электроэнергии);

- приуроченность наиболее высоких значений магнитной индукции к территориям с плотной исторической застройкой;

- наличие в отдельных точках аномально высоких значений напряженности электрического поля и магнитной индукции, обусловленных кабелями подземной прокладки.

При этом, ввиду ограничений по плотности точек измерения, оставались неясными реальный характер пространственной изменчивости полей внутри городской застройки, а также степень устойчивости этих характеристик во времени. При этом в рамках зарубежных исследований [11–13] благодаря применению автоматизированных комплексов, позволяющих проводить измерения через заданный интервал времени или расстояния, удалось выявить детали пространственной картины распределения показателей магнитной индукции порядка первых метров. В рамках настоящего исследования, несмотря на ограничения, связанные с применением ручного измерительного прибора, удалось достичь сопоставимой степени детальности картографирования.

Методы и материалы

Исследование было выполнено в исторической части Санкт-Петербурга (район станции метро Площадь Восстания). При измерениях был использован прибор Gigahertz Solutions ME 3830 В М/Е Analyser, позволяющий измерять напряженность электрического поля промышленной частоты 50 гц в диапазоне от 1 до 2000 в/м и интенсивность магнитных полей (магнитную индукцию), также промышленной частоты, в пределах от 1 до 2000 нТл. В подавляющем большинстве случаев этого диапазона значений оказалось достаточно, хотя в единичных случаях, в непосредственной близости от объектов электросетевого хозяйства, прибор зашкаливало.

Измерения были выполнены осенью 2021 г., в виде трех серий продолжительностью по 30 дней; в рамках каждого дня измерений производилось по 160

разовых замеров, в т.ч. 60 замеров на 1-ой Советской ул. и 100 замеров на 2-ой Советской ул. Всего было выполнено 14400 разовых замеров, все в рабочие дни. Согласно требованиям МР 4.3.0177-20 [14] измерения выполнялись на высоте 1,8 м; каждое разовое измерение осреднялось по трем замерам. Замер электромагнитного поля происходил по двум компонентам: по напряженности электрического поля и магнитной индукции. Время проведения замеров было выбрано с учетом пиковых нагрузок электросети. Первая серия мониторинга проводилась во время пиковых нагрузок теплого времени года (12 – 15 часов дня). Вторая серия мониторинга проводилась в то же время. Третья серия мониторинга проводилась во время пиковых нагрузок холодного времени года (18 – 21 часов). Данные о времени пиковых нагрузок были получены из открытых данных АО "Петербургская сбытовая компания" [15]. Точки проведения мониторинга размещены вдоль фасадов зданий, в 5–10 м друг от друга, по обе стороны улиц, на расстоянии 3 – 5 м от фасадов зданий.

Картографические изображения (всего – 27 карт) были выполнены в программе ArcMap 10.8.; в качестве подложек использовались спутниковые снимки, взятые с сайта Яндекс карты (URL: <https://yandex.ru/maps>). Спутниковые снимки были привязаны к географической системе координат WGS 1984.

Результаты и их обсуждение

По результатам измерений и обработки их результатов была построена серия карт, отражающих распределение средних и максимальных значений напряженности электрического поля и магнитной индукции (рис. 1, 2). Как видно из рис. 1, напряженность электрического поля при отсутствии воздушных высоковольтных линий характеризуется невысокими значениями, не превышающими 16 В/м. Расположение участков повышенных значений в трех сериях измерений оставалось устойчивым и было приурочено к вывескам организаций, объектам вентиляции, освещения, электропроводки на фасадах зданий. Напряженность электрического поля в пространстве распределяется равномерно с пиками у отдельных источников и фасадов зданий во все серии мониторинга. При этом наблюдалось увеличение значений напряженности электрического поля у конкретных источников от 1-й серии измерений к 3-й, т.е. от теплого периода к холодному.

Как видно из рис. 2, значения магнитной индукции находились в пределах от 30 до 1500 нТл. При этом наиболее заметными источниками повышенных значений были вентиляционные установки, распределительный щиток и кондиционер ресторана, а также вывески, освещение, электропроводка. При этом в отношении значений магнитной индукции также наблюдался рост значений от теплого периода к холодному. Кроме того, были выявлены нестандартные источники электромагнитных полей в виде крупных металлических конструкций, закрепленные к фасадам зданий, заборы, крыльца и т.п., что может быть вызвано закреплением данных конструкций к арматуре несущих стен зданий и подверженности их электризации.



Рис. 1. Картографическое изображение усредненной напряженности электрического поля на 1-ой Советской улице Санкт-Петербурга

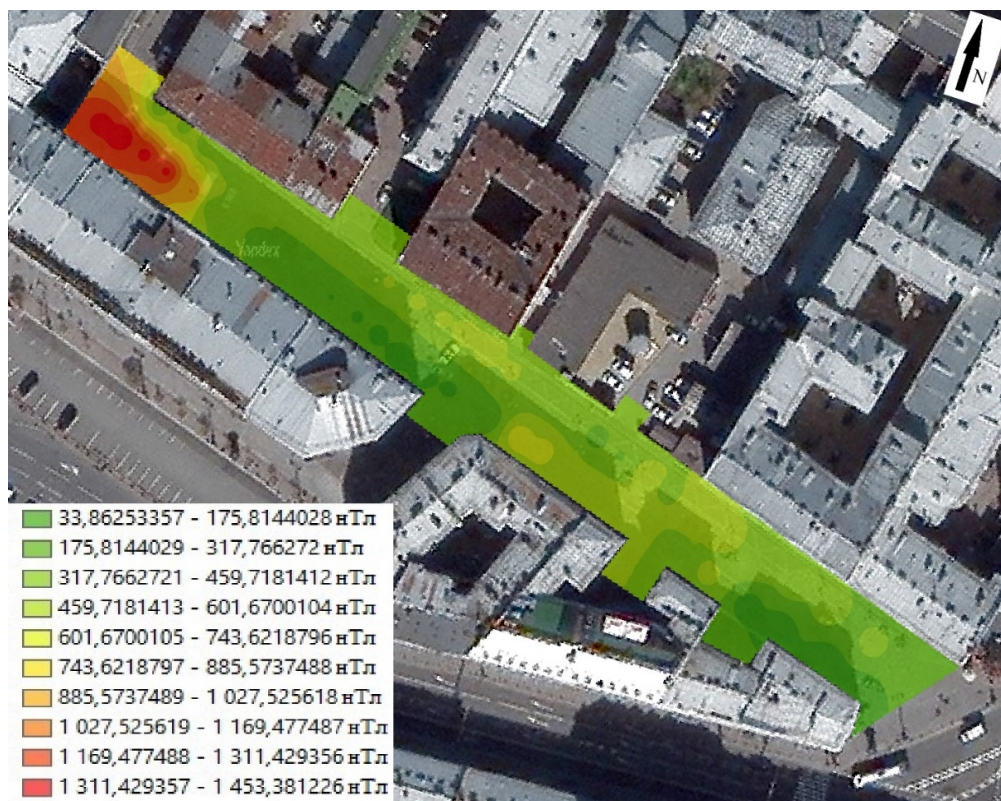


Рис. 2. Картографическое изображение значений магнитной индукции на 1-ой Советской улице Санкт-Петербурга

Заключение

В рамках детального исследования электрических и магнитных полей в историческом центре Санкт-Петербурга превышений допустимых уровней согласно СанПиН 1.2.3685-21 [16] не выявлено. Однако значения магнитной индукции, превышающие ориентировочный безопасный уровень, составляющий согласно зарубежных исследований 200–400 нТл [17–19], имеют значительное распространение. При этом, в отличие от зарубежных исследований с использованием автоматизированных измерительных комплексов, в данном исследовании благодаря индивидуализации каждого измерения удалось выявить не только общую электромагнитную обстановку, но и влияние отдельных конкретных источников. Имеет место рост значений напряженности электрического поля и магнитной индукции от теплого периода к холодному.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пресман А.С. Электромагнитные поля и живая природа. М.: Наука, 1968. 288 с.
2. Яковлева М.И. Физиологические механизмы действия электромагнитных полей. Л.: Медицина, 1973. 175 с.
3. Федорович Г.В. Экологический мониторинг электромагнитных полей. Т. 1. Медико-биологические аспекты. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. 455 с.
4. Schwan H.P. Nonthermal cellular effects of electromagnetic fields: AC – field induced ponderomotoric forces // *British Journal of Cancer*. 2009. Vol. 45. Pp. 220–224.
5. Pang Xiao-Feng, Li Gun. The Influences of Electromagnetic Field Irradiated by High Voltage Transmission Lines with 50 Hz on the Features of Blood in Animals // *Journal of Tissue Science & Engineering*. 2017. 8:1 DOI: 10.4172/2157-7552.1000194
6. Peter Gajšek, Paolo Ravazzani, James Grellier, Theodoros Samaras, József Bakos, György Thuróczy Review of Studies Concerning Electromagnetic Field (EMF) Exposure Assessment in Europe: Low Frequency Fields (50 Hz–100 kHz) // *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2016, 13, 875. DOI:10.3390/ijerph13090875 www.mdpi.com/journal/ijerph
7. Тихонов М.Н., Довгуша В.В., Довгуша Л.В. Механизм влияния естественных и техногенных электромагнитных полей на безопасность жизнедеятельности // *Экологическая экспертиза*. 2013. № 6. С. 48–65.
8. Стурман В.И., Логиновская А.Н. Техногенные электромагнитные поля на городских территориях и подходы к их картографированию // *Известия РАН. Серия географическая*, 2022, том 86, № 2. С. 255–267.
9. Стурман В.И., Широков М.В. Электрические и магнитные поля населенных пунктов с плотной застройкой (на примере Центрального района Санкт-Петербурга) // *Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция*. СПб., 2018. С. 410–414.
10. Стурман В.И. Электромагнитные поля промышленного диапазона частот в условиях городской среды как объект эколого-географического исследования // *География и природные ресурсы*. 2019. № 1. С. 21–28.
11. d'Amore G., Anglesio L, Tasso M., Benedetto A., Roletti S. Outdoor background EMF magnetic fields in an urban environment // *Radiat. Prot. Dosim.*, 2001, vol. 94, №4, pp. 375–380.
12. Lindgren M., Gustavsson M., Hamnerius Y., Galt S. EMF magnetic fields in a city environment // *Bioelectromagnetics*, 2001, vol. 22, pp. 87–90.
13. Straume A., Johnsson A., Oftedal G. ELF-magnetic flux densities measured in a city environment in summer and winter // *Bioelectromagnetics*, 2008, vol. 29, no. 1, pp. 20–28.
14. Методики измерения электромагнитных полей промышленной частоты 50 Гц на жилой территории МР 4.3.0177-20 [Электронный ресурс]. URL:

http://47.rosпотреbnadzor.ru/sites/default/files/mr-4.3.0177_20-emp-na-selitebnoy-territorii.pdf
(дата обращения 25.04.2022).

15. Петербургская сбытовая компания. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://pesc.ru/about/disclosure/> (дата обращения 25.04.2022).

16. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (утв. главным государственным санитарным врачом РФ 28.01.2021 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения 25.04.2022).

17. Opinion on Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF), Radio Frequency Fields (RF) and Microwave Radiation on human health Expressed at the 27th CSTEE plenary meeting Brussels, 30 October 2001 [Электронный ресурс]. URL: http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/sct/documents/out128_en.pdf (дата обращения 25.04.2022).

18. Muller B. Electrosmog. Hausgemachtes Problem // Bild Wiss. 1996. № 4. Pp. 12 -14.

19. National precautionary policies on magnetic fields from power lines in Belgium, France, Germany, the Netherlands and the United Kingdom. RIVM Report 2017-0118. DOI 10.21945/RIVM-2017-0118. Pp. 56.

© М. В. Широков, В. И. Стурман, А. Н. Логиновская, 2022