



УДК УДК 504.055 (470.22)

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ В ГОРОДЕ ПЕТРОЗАВОДСКЕ

СТУРМАН
Владимир Ицхакович

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», st@izh.com

Ключевые слова:
электрические поля
магнитные поля
напряженность
магнитная индукция
картографирование
электромагнитных полей
Петрозаводск

Аннотация: Выполнено исследование пространственного распределения показателей напряженности электрических полей и магнитной индукции полей в г. Петрозаводске. Установлено, что напряженность электрических полей достигает значимых величин только вблизи воздушных высоковольтных линий, а превышения гигиенических нормативов за пределами их охранных зон не выявлены. Превышений допустимых уровней магнитной индукции не отмечено, но в пределах городской территории ее величины изменяются в широких пределах, что нашло отражение на составленной карте. Наибольшие значения магнитной индукции приурочены к территориям современной застройки, преимущественно в центральной части города. В отдельных точках отмечены аномальные значения, объясняемые влиянием кабелей подземной прокладки.

© Петрозаводский государственный университет

Рецензент: А. А. Потапов

Получена: 10 июля 2017 года

Подписана к печати: 20 декабря 2017 года

Введение

Электрические и магнитные поля от воздушных высоковольтных линий (ВЛ), электроподстанций, электрических приборов и оборудования промышленного и бытового назначения входят в число нормируемых видов электромагнитного загрязнения окружающей среды. Воздействие электрических и магнитных полей на организм человека связано с индуцированием ими электрических токов различной частоты и силы, что может приводить как к позитивным (дозированные физиотерапевтические процедуры), так и различным негативным последствиям. Масштабы последних увеличиваются с повышением частоты и интенсивности электромагнитных полей, причем характер воздействий неоднозначен. У подвергающихся масштабным воздействиям отмечаются нарушения

функционирования сердечно-сосудистой системы, обмена веществ, эндокринной, иммунной и репродуктивной систем, чему посвящена довольно многочисленная литература (Гичев и др., 1999; Рудаков, 1998; Тихонов и др., 2013; и др.).

Согласно СанНиН 2971-84, предельно допустимый уровень (ПДУ) напряженности электрических полей промышленной частоты (50 Гц) составляет 0,5 кВ/м внутри жилых зданий, 1 кВ/м на территории зоны жилой застройки и 5 кВ/м в населенной местности вне зоны жилой застройки. Уровни магнитных полей регламентируются согласно ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07. Предельно допустимые уровни составляют 10 мкТл для сельских территорий и 20 мкТл для населенной местности вне зоны жилой застройки.

Защита от воздействий электромагнитных полей в настоящее время достигается

путем создания санитарно-защитных (СЗЗ) и охранных зон вдоль ВЛ, а также гигиенической сертификацией электрических приборов и оборудования. Однако санитарно-защитные зоны предусмотрены в СанПиН 2971-84 и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 только для ВЛ напряжением 330, 500, 750 и 1150 кВ, шириной соответственно 20, 30, 40 и 55 м от проекции крайних фазовых проводов. В действующей нормативной базе предусматриваются также охранные зоны, создаваемые не для защиты от воздействий ВЛ, а для защиты самих ВЛ от действий, способных нарушить их функционирование; их ширина составляет 20 м для ВЛ-110, 25 м для ВЛ-220, 30 м для ВЛ-330 и ВЛ-500. Охранные зоны ВЛ регламентируются согласно Постановлению Правительства РФ «О порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон» (2009). В их пределах запрещается производить строительство, капитальный ремонт, снос любых зданий и сооружений, осуществлять всякого рода взрывные, мелиоративные работы, производить посадку деревьев, устраивать спортивные площадки, стадионы, остановки транспорта, проводить любые мероприятия, связанные с большим скоплением людей. Таким образом, в нормативных документах имеет место смешение задач обеспечения безопасности населения при эксплуатации объекта (функция СЗЗ) и безопасного функционирования самих объектов (функция охранных зон).

ВЛ являются наиболее мощными, но не единственными источниками электрических и магнитных полей на урбанизированных территориях. Внутри помещений вблизи работающих электрических печей (в т. ч. микроволновых), телевизоров, мониторов и других приборов, особенно старых образцов, напряженность электрических и магнитных полей может превышать допустимые уровни. Взаимодействие и наложение полей от различных источников («электромагнитный смог») пока крайне недостаточно изучены и не имеют отражения в нормативной базе.

Целью настоящей работы является характеристика пространственной изменчивости электрических и магнитных полей промышленной частоты (на примере г. Петрозаводска) для отработки методики их картографирования.

Материалы

Исследование выполнено автором в инициативном и опытным порядке, параллельно с участием в 14-й Международной научно-практической конференции Российского общества экологической экономики RSEE 2017 / РОЭЭ 2017 «Эколого-экономические проблемы развития регионов и стран (устойчивое развитие, управление, природопользование)» 4–7 июля 2017 г. Измерения электрических и магнитных полей от высоковольтных линий были выполнены на разных расстояниях от них, в виде 4 профилей (3 вблизи ВЛ-110 и 1 вблизи ВЛ-35). Измерения магнитных полей от совокупности имеющихся на городской территории источников выполнены в 146 точках, расположенных в жилых и рекреационных зонах города. Результаты представлены в табличной форме с указанием адресов и результатов и на схематической карте.

Методы

Исследование электрических и магнитных полей промышленной частоты выполнено при помощи прибора Gigahertz Solutions ME 3830 В М/Е Analyser. Прибор позволяет измерять напряженность электрического поля в диапазоне от 1 до 2000 в/м и интенсивность магнитных полей (магнитную индукцию) в пределах от 1 до 2000 нТл, практически без ограничений по температуре и влажности среды. В связи с тем, что прибор имеет однокординатный датчик магнитного поля, в каждой точке путем изменения положения прибора (вращение вокруг горизонтальной и вертикальной оси) находилось положение, при котором ось датчика совпадала с ориентацией полного вектора магнитного поля, и величина магнитной индукции достигала максимума для данной точки.

Максимальное измеряемое значение напряженности электрического поля 2 кВ/м в отдельных случаях, в частности в непосредственной близости от ВЛ, оказалось недостаточным и позволяло лишь констатировать превышение указанной величины и определять размеры зоны такого превышения. Максимальное измеряемое значение магнитной индукции 2000 нТл в 2.5 раза меньше наиболее низкой из величин ПДУ (для жилых помещений, детских, образовательных и медицинских учреждений). Однако для встреченных в Петрозаводске магнитных полей этого оказалось в основном достаточно. Значение магнитной индукции, превышающее измерительные возможности прибора,

отмечено в единичном случае.

Измерения выполнялись на высоте 1.5 м от поверхности земли, а при уточнении особенностей распределения аномальных значений – и на других уровнях. Для облегчения последующей интерпретации результатов точки измерений выбирались ситуативно, по возможности в условиях однородного характера использования территории и застройки. Однако отмеченные ниже особенности застройки г. Петрозаводска создавали определенные ограничения.

Интерполирование при построении карты выполнялось вручную, с учетом известного в картографии принципа географической интерполяции. Изолинии по возможности приурочивались к границам участков территории с разным характером использования земель и застройки, но так, чтобы это не противоречило фактическим данным измерений.

Результаты

Электрические поля за пределами помещений достигали значимых величин (более 1 в/м) только в непосредственной близости от ВЛ, на расстояниях до десятков метров от них. Магнитные поля нигде не прибли-

жались к допустимому уровню, но характеризовались значительно более широким площадным распространением. Электрические и магнитные поля ВЛ были измерены в местах наибольшего провисания проводов, на разных расстояниях от них, в следующих местах:

- ВЛ-35 у пересечения ее с Комсомольским проспектом;
- ВЛ-110 у пересечения Октябрьского проспекта и Московской улицы;
- ВЛ-110 у д. 23 корп. 1 по Лососинскому шоссе;
- ВЛ-110 у поликлиники № 5 (Лесной проспект, 40).

Непосредственно под проводами значения электрических полей во всех указанных случаях превышали 2 кВ/м, но ширина зон превышения ПДУ для территорий жилой застройки 1 кВ/м не выходила за пределы охранных зон ВЛ. Наибольшее расстояние от проекции крайнего провода до значения 1 кВ/м составило всего 7 м (Лесной проспект) при допустимой величине 20 м. Изменения значений напряженности и магнитной индукции по мере удаления от ЛЭП-110 показаны на рис. 1.

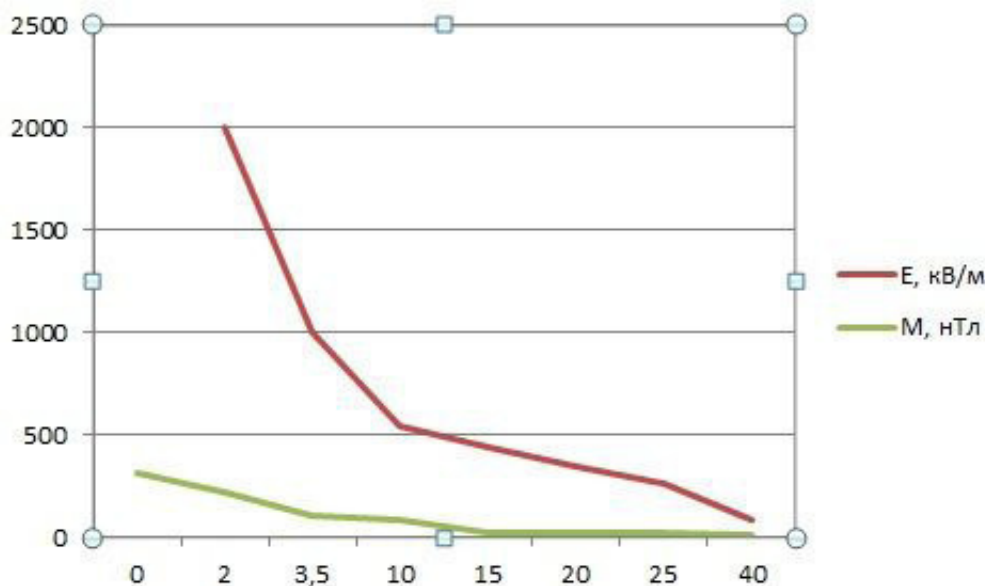


Рис. 1. Значения напряженности электрического поля и магнитной индукции на разных расстояниях от ВЛ-110 у д. 23, корп. 1 по Лососинскому шоссе. Обозначения: E – напряженность электрического поля, в/м; M – магнитная индукция, нТл; по горизонтальной оси расстояния в метрах от проекции крайнего провода

Fig. 1. Values of strength of electric field and flux density at different distances from high-voltage line ВЛ-110 near house 23, building 1 on Lososinsky road. Notations: E – strength of electric field, v/m; M – flux density of magnetic field, nTl; horizontal axis – distance from a vertical projection of an outermost wire

Значение напряженности под крайним проводом (0 м) не было измерено и не нашло отражения на рис. 1 по причине зашкаливания прибора на 2 кВ/м. Результаты из-

мерений магнитной индукции в отдельных точках городской территории представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты измерений магнитной индукции в г. Петрозаводске

№ точек	Места измерений	Измеренные значения, нТл	Характер использования и застройки
1	Ул. А. Невского, 30	67	Многоэтажная
2	Ул. Володарского, 1	14	Среднеэтажная
3	Ул. Куйбышева, 2	49	Малоэтажная
4	У памятника Пушкину	218	Среднеэтажная
5	Ул. Пушкинская, 11	80	Среднеэтажная
6	Пр. Ленина – ул. Куйбышева	29	Среднеэтажная
7	У гост. «Онего-Палас»	22	Многоэтажная
8	Ул. А. Невского, 50	43	Среднеэтажная
9	Ул. Мерецкова, 5	42	Среднеэтажная
10	Ул. Володарского, 40, двор	31	Среднеэтажная
11	Ул. Лососинская наб., 11	35	Среднеэтажная
12	Ул. Калинина, 8	59	Среднеэтажная
13	Ул. Калинина, 28	12	Среднеэтажная
14	Ул. Калинина, 50а, двор	58	Среднеэтажная
15	Ул. Калинина, 57б, дет. площадка	15	Многоэтажная
16	Ул. Правды, 50, двор	8	Малоэтаж., деревянная
17	Ул. Правды, 40а	24	Многоэтажная
18	Ул. Правды, 19, двор	18	Малоэтаж., деревянная
19	Ул. Промышленная, 10, двор	210	Среднеэтажная
20	Ул. Бородинский, сквер	14	Рекреационная зона
21	Ул. Луначарского, 24	70	Малоэтаж., деревянная
22	Ул. Коммунистов, 13а, двор	71	Среднеэтажная
23	Ул. А. Невского – Правды	180	Среднеэтажная
24	Ул. Волховская, 12	340*	Среднеэтажная
25	Ул. Варламова, 11, дет. площадка	84	Среднеэтажная
26	Ул. Мерецкова, 22	120	Среднеэтажная
27	Ул. Станционная, 28	90	Среднеэтажная
28	Ул. Станционная, 26а, двор	33	Среднеэтажная
29	Ул. Лесная, 22, двор	160	Среднеэтажная
30	Ул. Лесная – Чайкиной	30	Среднеэтажная
31	Ул. Чайкиной – Комсомольский пр-т	31	Среднеэтажная
32	Комсомольский пр-т, 8а	35	Многоэтажная
33	Ул. Коммунальная, 1, двор	5	Многоэтажная
34	Ул. Коммунальная – Гоголя	62	Малоэтаж., деревянная
35	Ул. Красноармейская, 25	83	Среднеэтажная
36	Ул. Красноармейская – пр. Ленина	315*	Среднеэтажная
37	Пр. Ленина, 37, двор	36	Среднеэтажная
38	Пр. Ленина – ул. Антикайнена	124	Среднеэтажная
39	Пр. Ленина – ул. Герцена	42	Среднеэтажная
40	Ул. Энгельса, 11	33	Среднеэтажная
41	У памятника Ленину	10	Рекреационная зона
42	Парк Ямка, зап. часть	4	Рекреационная зона
43	Литейная площ.	4	Рекреационная зона
44	У Экспоцентра	20	Рекреационная зона
45	Ул. Гоголя – Герцена	145	Среднеэтажная
46	Ул. Гоголя – Антикайнена	53	Среднеэтажная

Таблица 1. Продолжение

№ точек	Места измерений	Измеренные значения, нТл	Характер использования и застройки
47	Ул. Горького, 5а, двор	9	Среднеэтажная
48	У памятника Державину	45**	Рекреационная зона
49	Ул. К. Маркса, 22	28	Среднеэтажная
50	Парк Ямка, вост. часть	5	Рекреационная зона
51	Ул. Кирова, 6	520**	Среднеэтажная
52	Ул. Кирова – Свердлова	102	Среднеэтажная
53	Ул. Кирова – пр. Ленина	33	Среднеэтажная
54	К югу от стад. «Спартак»	13	Рекреационная зона
55	Ул. Андропова, 6	60	Среднеэтажная
56	Пр. Ленина – ул. Дзержинского	104	Среднеэтажная
57	Ул. Куйбышева – Левашовский бул.	30	Среднеэтажная
58	Онежская наб., у пам. рыбакам	5	Рекреационная зона
59	Ул. Свердлова, 4, двор	180	Среднеэтажная
60	Ул. Куйбышева – Неглинская	115	Малоэтажная
61	Ул. Кирова, больница СМП	46	Среднеэтажная
62	Ул. Кирова, 48, двор	74	Малоэтаж., деревянная
63	Ул. Былинный сквер	18	Рекреационная зона
64	Наб. Варкауса, 3	9	Среднеэтажная
65	Наб. Варкауса, 7	8	Среднеэтажная
66	Октябрьский пр-т, 16б, двор	130	Среднеэтажная
67	Октябрьский пр-т, 18, двор	82	Среднеэтажная
68	Октябрьский пр-т – ул. Московская	35	Среднеэтажная
69	Октябрьский пр-т, 22а, двор	425**	Среднеэтажная
70	Приозерный парк, у причала	1	Рекреационная зона
71	Приозерный парк, к северу от причала	9	Рекреационная зона
72	Ул. Мурманская, 1а	68	Многоэтажная
73	Ул. Мурманская – Бесовецкая	18	Малоэтаж., деревянная
74	Ул. Мурманская, 19	53	Среднеэтажная
75	Ул. Мурманская, 21, двор	133	Среднеэтажная
76	Ул. Советская, 19, дет. площадка	42	Среднеэтажная
77	Первомайский пр-т, 26	60	Среднеэтажная
78	Первомайский пр-т, 16, двор	360*	Среднеэтажная
79	Ул. Московская, 21	96	Среднеэтажная
80	Первомайский пр-т, 6, двор	18	Среднеэтажная
81	Ул. Кондопожская, 5, дет. площадка	310*	Среднеэтажная
82	У сев-зап. угла маг. «Лента»	11	Среднеэтажная
83	Парк Мира	7	Рекреационная зона
84	Ул. Энгельса – Красная	61	Среднеэтажная
85	Ул. Красная – Антикайнена	56	Среднеэтажная
86	Ул. Антикайнена, 5	82	Среднеэтажная
87	Парк к югу от стад. «Спартак»	3	Рекреационная зона
88	Ул. Антикайнена, 4	75	Среднеэтажная
89	Ул. Гоголя, 30, двор	78	Среднеэтажная
90	Ул. Лососинская – Древлянская наб.	21	Многоэтажная
91	Лососинское шоссе, д. 23, корп. 1	14	Многоэтажная
92	Лососинское шоссе, д. 18, дет. площ.	73	Многоэтажная

Таблица 1. Продолжение

№ точек	Места измерений	Измеренные значения, нТл	Характер использования и застройки
93	Бул. Интернационалистов, 6, двор	159	Многоэтажная
94	Ул. Линевского, 21	22	коттеджи
95	Ул. Сиреневая, 21	36	коттеджи
96	Лес в 20 м к югу от Фонтанного проезда	2	Рекреационная зона
97	Ул. Благодатная, 4	12	коттеджи
98	Ул. Благодатная, 10	23	коттеджи
99	Ул. Благодатная, 26	30	коттеджи
100	Ул. Рябиновая, 10	50	коттеджи
101	Ул. Хайкконена, 20, двор	95	Многоэтажная
102	Лососинское шоссе, д. 33, корп. 1	13	Многоэтажная
103	Лососинское шоссе, д. 38в	24	Многоэтажная
104	Ул. Древлянка, 21	9	Многоэтажная
105	Ул. Древлянка, 22, корп. 1, двор	24	Многоэтажная
106	Ул. Древлянка, 14, корп. 2	15	Многоэтажная
107	Ул. Древлянка, 10, двор	367**	Многоэтажная
108	Лесной пр-т, 40 (25 м от ВЛ-110)	107	Зона ЛЭП
109	Парк Зеленый берег	4	Рекреационная зона
110	Ул. С. Ковалевской, 7, двор	65	Многоэтажная
111	Ул. Пархоменко, 26	40	Многоэтажная
112	Ул. Сыктывкарская, 4, двор	174	Многоэтажная
113	Ул. Мичуринская, 67, двор	164	Многоэтажная
114	Ул. Мичуринская, 54	51	Частная усадебная
115	Ул. Мичуринская – Черняховского	84	Среднеэтажная
116	Ул. Островского – Черняховского	122	Частная усадебная
117	Ул. Островского – Шевченко	76	Частная усадебная
118	Ул. Островского – 2-я Северная	90	Частная усадебная
119	Ул. Островского – Чапаева	20	Частная усадебная
120	Ул. Островского, 20	122	Частная усадебная
121	Ул. Ватутина, 18	43	Частная усадебная
122	Ул. Прионежская, 20	37	Частная усадебная
123	Ул. Олонецкая – Ватутина	82	Частная усадебная
124	Ул. Чапаева – Ватутина	23	Среднеэтажная
125	Ул. К. Маркса – Пушкинская	11	Среднеэтажная
126	У памятника Петру I	19	Рекреационная зона
127	ПКиО, центр. часть	9	Рекреационная зона
128	Мост через р. Лососинка у гост. «Карелия»	13	Рекреационная зона
129	Наб. Гюллинга, 1	21	Среднеэтажная
130	Ул. Луначарского – А. Невского	28	Малоэтажная
131	Ул. Разина – Шотмана	31	Среднеэтажная
132	Ул. Шотмана – Краснофлотская	67	Многоэтажная
133	Пр. Первомайский, 42	23	Среднеэтажная
134	Ул. Краснофлотская, 20, двор	54	Среднеэтажная
135	Ул. Краснофлотская, 23	27	Малоэтаж., деревянная
136	Ул. Краснофлотская – Октябрьский пр-т	24	Малоэтаж., деревянная

Таблица 1. Продолжение

№ точек	Места измерений	Измеренные значения, нТл	Характер использования и застройки
137	Ул. Лисициной, 28, двор	87	Малозэтаж., деревянная
138	Ул. Мелентьевой, 28, двор	127*	Малозэтаж., деревянная
139	Ул. Мелентьевой, 43б	20	Малозэтаж., деревянная
140	Ул. Мелентьевой, 47, двор	175**	Малозэтаж., деревянная
141	Ул. Мелентьевой, 59	41	Малозэтаж., деревянная
142	Ул. Шотмана – Первомайский пр-т	23	Среднеэтажная
143	Ул. Анохина – Красная	66	Среднеэтажная
144	Ул. Красная – Шотмана	130	Среднеэтажная
145	Сквер у р. Неглинка	29	Рекреационная зона
146	Ул. Чапаева, 7, двор	63	Малозэтаж., деревянная

Примечания. * – аномалии по 2δ пределу; ** – аномалия по 3δ пределу.

Представленные в табл. 1 результаты охватывают преобладающую часть территории жилой застройки, для которой построена схематическая карта (рис. 2), один из первых опытов подобного рода. Неохарактеризованными остались промышленные зоны в северо-западной и юго-восточной частях города, а также южная, западная и северо-западная окраины (Ключевая, Кукковка, Старая Кукковка, Университетский городок, Пятый поселок, Простоквашино, Сулажгора, Соломенное, Заозерье). К особенностям застройки г. Петрозаводска относится широкое

распространение так называемых финских домов – 2-этажных деревянных построек с дощатой облицовкой, встречающихся как целыми массивами, так и отдельными вкраплениями среди более современных зданий, в т. ч. в центральной части города.

Как видно из рис. 2, в пределах изученной территории преобладающими являются значения магнитной индукции 50–100 нТл, а местами и выше 100 нТл. Минимальные значения, до 20 нТл, четко приурочены к рекреационным и зеленым зонам, кладбищам и другим участкам с относительно невысо-



Рис. 2. Схематическая карта значений магнитной индукции в пределах территории г. Петрозаводска. Условные обозначения: 1. Изолинии и их оцифровка, нТл. 2. Аномалии по 3δ пределу. 3. Аномалии по 2δ пределу

Fig. 2. Schematic map of flux density of magnetic fields within Petrozavodsk area. Symbols: 1. Isolines and their numbering, nTl. 2. Anomalies at 3δ limit. 3. Anomalies at 2δ limit

кой техногенной нагрузкой. Промежуточные значения, от 20 до 50 нТл, распространены ограниченно. В целях анализа представленных в табл. 1 и на карте (рис. 1) результатов измерений была проведена их группировка

по характеру использования земель и застройки. Результаты группировки и статистической обработки сформированных частных выборок нашли отражение в табл. 2.

Таблица 2. Средние значения магнитной индукции и показатели их изменчивости в зависимости от характера использования и застройки территории

Характер использования, тип застройки	Число измерений	Среднее значение, нТл	Среднее квадр. отклонение, δ	Коэфф. вариации, %	Среднее значение, нТл при исключении аномалий по 3δ и 2δ
Многоэтажная застройка					
Всего	24	65	80	123	52
В т. ч. на улицах	20	49			49
В т. ч. во внутриквартальных пространствах (дворах)	4	126			54
Среднеэтажная застройка					
Всего	70	93	102	110	66
В т. ч. на улицах	53	81			63
В т. ч. во внутриквартальных пространствах (дворах)	17	129			78
Малоэтажная застройка					
Всего	32	57	40	70.5	51
В т. ч. историческая	3	64			64
Деревянная двухэтажная					
Всего	14	58			43
В т. ч. на улицах	7	37			37
В т. ч. во внутриквартальных пространствах (дворах)	7	78			50
Частная усадебная старая (улицы)	9	71			71
Коттеджи (улицы)	6	28			28
Рекреационные и зеленые зоны	19	12	10.5	88	10

Аномальные значения, отмеченные в ряде точек как жилой застройки, так и рекреационных зон, объясняются воздействием кабелей подземной прокладки. В отдельных точках (т. 69 Октябрьский пр., 22а; т. 107 ул. Древлянка, 10) наблюдалась резкая изменчивость показателей с высотой, в т. ч. на уровне поверхности земли значения доходили до 600–700 нТл. Вероятно, аналогичное происхождение имеют и другие, в т. ч.

менее выраженные, аномалии. Понятно, что при данном уровне детальности исследования подобные аномалии выявлены далеко не полностью.

Обсуждение

Несмотря на малые объемы большинства представленных в табл. 2 выборок, при исключении аномальных значений, выстраивается четкая зависимость между априорно

ожидаемой интенсивностью техногенной нагрузки и средними значениями магнитной индукции, от многоквартирных домов разной этажности к коттеджам и рекреационным зонам. При этом в пределах жилой застройки г. Петрозаводска на уровне средних значений не выявляется значительных различий в зависимости от этажности, а также принадлежности к уличным или внутриквартальным пространствам. Относительно высокие значения магнитной индукции в деревянной двухэтажной и частной усадебной застройки, вероятно, отражают состояние электропроводки и, в частности, воздействие многочисленных воздушных кабелей и проводов. Несоответствие нагрузок, создаваемых современной бытовой техникой, и электропроводки в домах постройки прошлых десятилетий – широко распространенная проблема. Современная многоэтажная застройка и коттеджи в этом отношении значительно благополучнее.

Выявленная зависимость величин магнитной индукции от характера использования территорий означает, что этот показатель, так же как состояние зеленых насаждений (биоиндикаторы), загрязнение почв и снега (геоиндикаторы), может рассматриваться в качестве косвенного показателя загрязнения атмосферного воздуха и экологической обстановки в целом. К особенностям электромагнитного поля как геоиндикатора относятся легкость и быстрота измерения при полном отсутствии зависимости от прошлых условий и сторонних факторов и в то же время очень быстрая изменчивость. К недостаткам косвенных (индикационных) показателей относится зависимость их не только от общеэкологических, но и от частных факторов. Для магнитной индукции как геоиндикатора такой особенностью является необходимость вычленения аномалий, обусловленных кабелями подземной прокладки. Соблюдение элементарных статистических

Библиография

- Гичев Ю. П., Гичев Ю. Ю. Влияние электромагнитных полей на здоровье человека // Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы. 1999. № 52. С. 1–91.
- ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07. Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц в помещениях жилых, общественных зданий и на селитебных территориях. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 21 августа 2007 г. № 60 . URL: <http://base.garant.ru/12156058/> (дата обращения 09.07.2017).
- О порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон. Постановление Правительства РФ от 24.02.2009 г. № 160 . URL: <http://base.garant.ru/12165555/> (дата обращения 09.07.2017).
- Рудаков М. Л. Электромагнитные поля и безопасность населения . СПб.: Изд-во Русского географического общества, 1998. 32 с.

процедур позволяет решить эту задачу.

Заключение

Электрические поля в пределах изученной части территории г. Петрозаводска за пределами помещений достигали значимых величин только в непосредственной близости от ВЛ. Непосредственно под проводами значения электрических полей превышали 2 кВ/м, но ширина зон превышения ПДУ для территорий жилой застройки 1 кВ/м не выходила за пределы охранных зон ВЛ. Наибольшее расстояние от проекции крайнего провода до значения 1 кВ/м составило 7 м (Лесной проспект) при допустимой величине 20 м. Таким образом, нарушений действующих норм по напряженности электрических полей в городе не выявлено.

Создана схематическая карта значений магнитной индукции для преобладающей части территории жилой застройки г. Петрозаводска. Значения магнитной индукции, не превышая допустимых норм, нарастают в ряду: рекреационные зоны – коттеджная застройка – многоквартирная застройка и могут рассматриваться как косвенные показатели напряженности экологической ситуации (геоиндикаторы). Относительно высокие значения магнитной индукции в деревянной двухэтажной и частной усадебной застройки, вероятно, отражают состояние электропроводки и, в частности, воздействие характерных для соответствующих улиц многочисленных воздушных проводов. Несоответствие нагрузок, создаваемых современной бытовой техникой, и электропроводки в домах постройки прошлых десятилетий – широко распространенная проблема. Современная многоэтажная застройка и коттеджи в этом отношении значительно благополучнее.

Аномалии, в пределах которых показатели резко возрастают, объясняются влиянием кабелей подземной прокладки.

- СанНин 2971-84. Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты . М., 1984. 8 с.
- СанПин 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов (новая редакция) . М., 2008. 48 с.
- 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.

MAPPING OF ELECTROMAGNETIC FIELDS OF INDUSTRIAL FREQUENCIES IN THE CITY OF PETROZAVODSK

STURMAN
Vladimir Itshakovich

Federal State Budget-Financed Educational Institution of Higher Education The Bonch-Bruевич Saint - Petersburg State University of Telecommunications, st@izh.com

Key words:
electric fields
magnetic fields
intensity
flux density
mapping of
electromagnetic fields
Petrozavodsk

Summary: In a modern city there are numerous sources of electro-magnetic radiation. However, their interaction and overlap are studied extremely insufficiently. We investigated the spatial distribution of strength indicators of electric fields and flux density of magnetic fields in Petrozavodsk. It was established that the intensity of electric fields reaches significant values only near overhead high-voltage lines, but there is no revealed excess of exposure standard outside their security zones. The flux density does not exceed the permissible level, but within the city area it varies wildly. It was represented on the compiled map. The largest levels of the flux density were observed in modern building zones, mainly in the centre of the city. In separate points the abnormal values were noted. They were explained by the influence of underground power cables. The results are useful for working out the method of mapping electrico-magnetic fields.

Reviewer: A. A. Potapov

Received on: 10 June 2017

Published on: 20 December 2017

References

- GN 2.1.8/2.2.4.2262-07. 2007. Maximum permissible levels of magnetic fields frequency of 50 Hz in premises of inhabited, public buildings and in residential territories. The decision of the Main state health officer of the Russian Federation from August, 21st, 2007. № 60. URL: <http://base.garant.ru/12156058/> (data obrascheniya 09.07.2017).
- Gichev Yu. P. Gichev Yu. Yu. Influence of electromagnetic fields on the health of a person, *Ekologiya. Seriya analiticheskikh obzorov mirovoy literatury*. 1999. No. 52. P. 1–91.
- On the order of an establishment of security zones around electronetwork economy objects and special conditions of the usage of ground plots located within the borders of such zones. The governmental order of the Russian Federation from 2/24/2009 № 160. URL: <http://base.garant.ru/12165555/> (data obrascheniya 09.07.2017).
- Rudakov M. L. *Electromagnetic fields and population safety*. SPb.: Izd-vo Russkogo geograficheskogo obschestva, 1998. 32 p.
- SanPiN 2.2.1/2.1.1.1200-03. 2003. *Sanitary-protective zones and sanitary classification of the enterprises, constructions and other objects (new edition)*. M., 2008. 48 p.
- SanPiN 2971-84. 1984. *Sanitary code and rules of population protection from the influence of the electric field created by overhead high-voltage lines of alternating current of industrial frequency*. M., 1984. 8 p.
- Tihonov M. N. Dovgusha V. V. Dovgusha L. V. The mechanism of the influence of natural and technogenic electromagnetic fields on health and safety, *Ekologicheskaya ekspertiza*. 2013. No. 6. P. 48–65.