



УДК 504.055 (470.325)

**КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ
ПРОМЫШЛЕННОГО ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ В ГОРОДЕ БЕЛГОРОДЕ**
**MAPPING OF ELECTROMAGNETIC FIELDS OF THE INDUSTRIAL RANGE
OF FREQUENCIES IN THE BELGOROD CITY**

В.И. Стурман
V.I. Sturman

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
имени проф. М.А. Бонч-Бруевича, Россия, 193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков, д. 22

Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications,
22 Bolshevikov Ave, St. Petersburg, 193232, Russia

E-mail: st@izh.com

Аннотация

Выполнено исследование пространственного распределения показателей напряженности электрических полей и магнитной индукции полей в г. Белгороде. 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 её 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.

Abstract

Research of spatial distribution of indicators of intensity of electric fields and a magnetic induction of fields to Belgorod is executed. It is established that intensity of electric fields reaches significant sizes only near to air high-voltage lines, and excess of hygienic specifications outside of their security zones are not revealed. Magnetic induction over admissible levels is not noted, but within city territory of its size change largely that had been represented on the original map. The largest levels of a magnetic induction are dated for territories of modern building, mainly in the central part of city. In separate points the abnormal values explained by influence of cables of an underground lining are noted.

Ключевые слова: электрические поля, магнитные поля, напряженность, магнитная индукция, картографирование электромагнитных полей, Белгород.

Keywords: electric fields, magnetic fields, intensity, a magnetic induction, mapping of electromagnetic fields, Belgorod.

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 позитивным (дозированные физиотерапевтические процедуры), так и к 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 [Рудаков, 1998; Тихонов и др., 2013; Гичев, Гичев, 1999; и др.].

Согласно СанНиН 2971-84 [1984], 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 [2007]. Предельно допустимые уровни составляют 10 мкТл для селитебных 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 [1984] и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [2008] только для ВЛ напряжением 330 кВ, 500 кВ, 750 кВ и 1150 кВ, шириной соответственно 20 м, 30 м, 40 м 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 Правилам установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон [О порядке установления ..., 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. Т. о., 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 изучено и не имеет отражения в нормативной базе.

Целью настоящей работы является характеристика пространственной изменчивости электрических и магнитных полей промышленной частоты (на примере г. Белгорода) для отработки методики их картографирования. Исследование выполнено автором в инициативном и опытном порядке параллельно с участием в Объединенном пленуме учебно-методических советов Федерального учебно-методического объединения по УГСН «Науки о Земле», 29 мая – 1 июня 2017 г.

Методика исследования

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. 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 пТл) в 2.5

раза меньше наиболее низкой из величин ПДУ (для жилых помещений, детских, образовательных и медицинских учреждений). Однако для встреченных в Белгороде 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.

Результаты исследования

Электрические поля за пределами помещений достигали значимых величин (более 1 в/м) только в непосредственной близости от ВЛ. Магнитные поля нигде не приближались к допустимому уровню, но характеризовались значительно более широким площадным распространением. Электрические и магнитные поля ВЛ-110 были измерены в местах наибольшего провисания проводов на разных расстояниях от них, в двух местах: у пересечения ул. Студенческая и Некрасова, и к югу от п. Северный. Непосредственно под проводами значения электрических полей превышали 2 кВ/м, но ширина зон превышения ПДУ для территорий жилой застройки 1 кВ/м составляла 3 м в первом случае и 17,5 м во втором, что не выходило за пределы охранных зон ВЛ. Изменения значений напряженности и магнитной индукции по мере удаления от ЛЭП-110 показаны на рисунке 1.

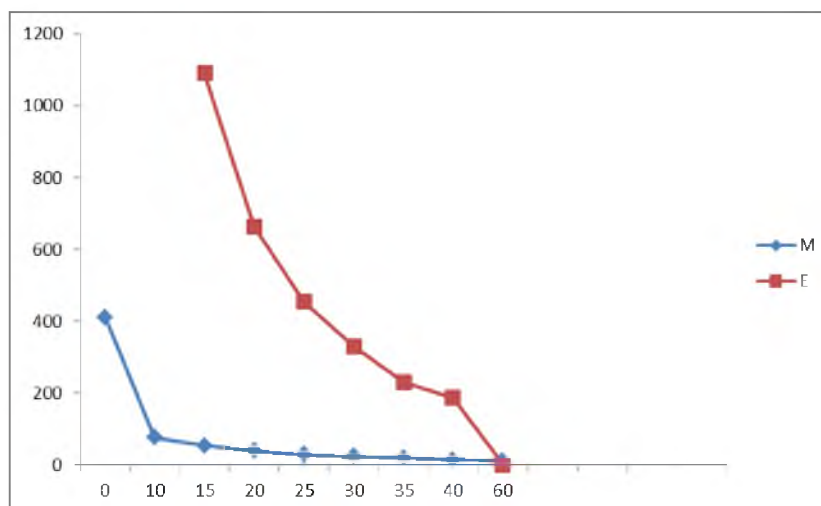


Рис. 1. Значения напряженности электрического поля и магнитной индукции на разных расстояниях от ВЛ-110 к югу от п. Северный: E – напряженность электрического поля, в/м; M – магнитная индукция, нТл; по горизонтальной оси – расстояния в метрах от проекции крайнего провода

Fig. 1. Values of intensity of electric field and magnetic induction on different distances from high-voltage line 110 kV to the south from the settlement Severnyi: E – intensity of electric field, V/m; M – a magnetic induction, nTl; on a horizontal axis – distance in metres from a projection of an extreme wire

Значения напряженности под крайним проводом (0 м) и в 10 м от него не были измерены и не нашли отражения на рисунке 1 по причине зашкаливания прибора на 2 кВ/м. Зашкаливания наблюдались также на расстоянии до 1,5 м от проекции крайнего провода у пересечения ул. Студенческая и Некрасова и до 12 м от ВЛ-110 к югу от п. Северный.

Результаты измерений магнитной индукции в отдельных точках городской территории представлены в таблице 1.

Таблица 1
Table 1

Результаты измерений магнитной индукции в г. Белгороде
Results of measurements of a magnetic induction in Belgorod

№ точек	Места измерений	Измеренные значения, нТл	Характер использования и застройки
1	2	3	4
1	У общ. 5 БелГУ	203	Среднеэтажная
2	Ул. Студенческая, 9	76	Среднеэтажная
3	Ул. Некрасова, 6а	11	Средне- и многоэтажная
4	У к/т «Радуга»	48	Среднеэтажная
5	Некрасова, 2	24	Среднеэтажная, двор
6	У входа в ПККиО	27*	Рекреационная зона
7	ПККиО, у аттракционов	6	Рекреационная зона
8	Вост. часть ПККиО, аллея	29*	Рекреационная зона
9	Южная часть ПККиО	5	Рекреационная зона
10	Ул. Островского, 29	40	Мало- и среднеэтажная
11	ул. 50 лет Белгородской обл., 21	40	Средне- и многоэтажная
12	У памятника Н.Г. Чернышевскому	24	Мало- и среднеэтажная
13	Ул. Преображенская, 86	12	Среднеэтажная
14	У Почтамта	107	Среднеэтажная
15	Гражданский пр-т., 53	15	Среднеэтажная
16	Гражданский пр-т., 33	5	Среднеэтажная
17	Ул. Кн. Трубецкого, 7	108	Средне- и многоэтажная
18	Ул. Победы, 73а	145	Средне- и многоэтажная
19	Ул. Победы, 75	146	Среднеэтажная
20	У диорамы «Огненная дуга»	5	Рекреационная зона
21	Парк «Котофей»	6	Рекреационная зона
22	Ул. Харьковская, 10	11	Малоэтажная частная
23	Ул. Харьковская, 22	10	Малоэтажная частная
24	Ул. Харьковская, 36	41	Малоэтажная частная
25	Ул. Кирпичная, 5	28	Малоэтажная частная
26	Ул. 5 августа, 33	6	Рекреационная зона
27	Ул. Костюкова, 32	36	Многоэтажная
28	Пр. Ватутина, 39	42	Мало- и среднеэтажная
29	Пр. Ватутина – ул. Королева	76	Многоэтажная
30	Пр. Ватутина, 12а	170	Многоэтажная, двор
31	Ул. Шаландина, 17	10	Многоэтажная, двор
32	Ул. Губкина, 38а	65	Многоэтажная, двор
33	Ул. Шаландина, 7	32	Многоэтажная
34	Ул. Шаландина, 1	210*	Многоэтажная
35	Южный сквер, вост. часть	2	Рекреационная зона
36	Южный сквер, зап. часть	10	Рекреационная зона
37	Ул. Мокроусова, 5а	120	Среднеэтажная, двор
38	Ул. Щорса, 37	53	Многоэтажная
39	Ул. Щорса, 1	45	Среднеэтажная
40	Ул. Пирогова, 33	33	Малоэтажная частная
41	Ул. Апанасенко, 28	6	Малоэтажная частная
42	Ул. Апанасенко, 48	19	Малоэтажная частная
43	Пер. Апанасенко, 3	24	Среднеэтажная, двор
44	Ул. Комсомольская, 36	58	Среднеэтажная, двор
45	У памятника Б. Хмельницкому	4	Рекреационная зона



Продолжение табл. 1

1	2	3	4
46	Ул. Студенческая, 14	145	Среднеэтажная
47	Ул. Б. Хмельницкого, 112	41	Среднеэтажная, двор
48	Ул. Б. Хмельницкого, 130а	170	Среднеэтажная, двор
49	Ул. Железняка, 15б	16	Среднеэтажная, двор
50	Ул. Железняка, 9	32	Средне- и многоэтажная
51	Ул. Железняка, 1а	81	Средне- и многоэтажная
52	Ул. Садовая, 120	176	Средне- и многоэтажная
53	Ул. Садовая, ост. «Обувная ф-ка»	165	Средне- и многоэтажная
54	Ул. Некрасова, 12	1650**	Среднеэтажная, двор
55	Пр. Б. Хмельницкого, у пам. Ленину	6	Рекреационная зона
56	Ул. Котлозаводская, 21	21	Малоэтажная
57	Народный бул., 147	16	Малоэтажная частная
58	Свободный пр., 11	14	Малоэтажная частная
59	Пр. Славы, 148	21	Многоэтажная, двор
60	Пр. Славы, 129	95	Многоэтажная, двор
61	Пер. Разина, 12	12	Малоэтажная частная
62	Ул. Гостенская, 5	19	Многоэтажная, двор
63	Пер. Разина, 6	7	Малоэтажная частная
64	Ул. Пушкина, 26	75	Среднеэтажная, двор
65	Пр. Б. Хмельницкого, 79	48	Среднеэтажная
66	Пр. Б. Хмельницкого, 77	125	Среднеэтажная, двор
67	Св.-Троицкий бул., 6	3	Рекреационная зона
68	Парк Победы, у дет. городка	4	Рекреационная зона
69	БелГУ, у фонтана	6	Рекреационная зона
70	Ул. Садовая, 23а	17	Среднеэтажная, двор
71	Студенческая, 2	90	Многоэтажная, двор
72	Садовая, 112а	225*	Среднеэтажная, двор
73	Ул. Садовая – ул. Гагарина	18	Среднеэтажная
74	Ул. Гагарина, 4	225*	Среднеэтажная, двор
75	Парк Памяти, у памятника	3	Рекреационная зона
76	Пр. Б. Хмельницкого, 133	13	Среднеэтажная
77	Пр. Б. Хмельницкого – ул. Мичурина	21	Среднеэтажная
78	Пр. Б. Хмельницкого – ул. Преображенская	17	Среднеэтажная
79	ВЛ-110 к югу от п. Северный	См. рис. 1	
80	П. Северный, ул. Олимпийская, 6	7	Среднеэтажная, двор
81	П. Северный, ост. автобуса	63	Среднеэтажная
82	Пр. Б. Хмельницкого, ост. Ул. Железняка	12	Среднеэтажная
83	Пр. Б. Хмельницкого, ост. Швейная фабрика	13	Среднеэтажная
84	У железнодорожного вокзала	16	Среднеэтажная
85	Ул. Вокзальная, 18	20	Средне- и многоэтажная
86	Ул. Вокзальная, 22	30	Многоэтажная, двор
87	Белгородский пр-т, 7	19	Малоэтажная частная
88	Ул. Узенькая, 20	18	Малоэтажная частная
89	Ул. Пролетарская, 26	6	Малоэтажная частная
90	Ул. Покатаева – ул. Самохвалова	12	Малоэтажная частная
91	Ул. Калинина, 62	93	Малоэтажная частная
92	Ул. 3-го Интернационала, 2	21	Малоэтажная частная
93	Пер. Красный – ул. 3-го Интерн.	17	Малоэтажная частная
94	Ул. Дзержинского, 78	19	Малоэтажная частная
95	Ул. Первомайская, 17	86	Многоэтажная
96	Ул. Первомайская, 11	35	Многоэтажная, двор



Окончание табл. 1

1	2	3	4
97	Белгородский пр-т, 65а	129	Средне- и многоэтажная
98	Ул. Чумичова, 46	98	Многоэтажная, двор
99	Народный бул., у универмага	25	Среднеэтажная
100	Ул. Чумичова, 39	27	Среднеэтажная, двор
101	Пр. Славы, 40	106	Среднеэтажная, двор
102	Пр. Славы – ул. Белгород. полка	65	Среднеэтажная
103	Гражданский пр-т, 7	45	Среднеэтажная, двор

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

Представленные в таблице 1 результаты охватывают значительную часть территории жилой застройки по правобережью р. Северский Донец, для которой построена схематическая карта (рис. 2), – первый опыт подобного рода. Не охарактеризованными остались промышленные зоны в западной части города, южная и восточная части правобережья р. Везелка и полностью левобережье р. Северский Донец.

Как видно на рисунке 2, в пределах изученной территории преобладающими являются значения магнитной индукции от 20 до 50 нТл. Более низкие значения приурочены преимущественно к районам частной малоэтажной застройки, рекреационным и другим зеленым зонам, тогда как более высокие – к отдельным участкам улиц и внутриквартальных пространств, преимущественно в центральных кварталах. Относительно невысокие значения отмечаются и вдоль широких магистральных улиц (пр. Б. Хмельницкого, ул. Вокзальная, Народный бульвар и др.) на удалении от застройки.

Для анализа полученных результатов была проведена их группировка по характеру использования земель и застройки. Результаты группировки и статистической обработки сформированных выборок представлены в таблице 2.

Наиболее резко выраженное аномальное значение, отмеченное в т. 54 (ул. Некрасова, 12), объясняется воздействием кабеля подземной прокладки. В этом месте наблюдалась резкая изменчивость показателей с высотой, в т.ч. на уровне поверхности прибор зашкаливало на 2000 нТл. Вероятно, аналогичное происхождение имеют и другие, менее выраженные, аномалии (по двухсигмовому пределу). Понятно, что при данном уровне детальности исследования подобные аномалии выявлены далеко не полностью.

Таблица 2
Table 2

Средние значения магнитной индукции и показатели их изменчивости в зависимости от характера использования и застройки территории
Average values of a magnetic induction and indicators of their variability depending on character of use and territory building

Характер использования, тип застройки	Число измерений	Среднее значение, нТл	Среднее квадратическое отклонение (δ)	Коэффициент вариации, в %	Среднее значение, нТл (при исключении аномалий по 3 δ и 2 δ)
1	2	3	4	5	6
Улицы:	10,5				
Всего		51	53	103	48
В многоэтажной застройке		82			82
В много- и среднеэтажной застройке		91			91
В среднеэтажной застройке		53	53	100	46
В средне- и малоэтажной застройке		35			35
Все без малоэтажной		65	57	88	58
В малоэтажной частной застройке		21	19	100	17

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6
Внутриквартальные пространства (дворы)					
Всего	26	137	309	225	77
В многоэтажной застройке	10	63			63
В среднеэтажной застройке	16	183	385	210	88
Рекреационные и зеленые зоны	15	8	8	100	5



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

Fig. 2. Schematic map of values of a magnetic induction within territory of Belgorod: 1. Isolines and their numbering, nTl. 2. Anomalies on 3δ limit. 3. Anomalies on 2δ limit



Обсуждение результатов

Несмотря на малые объёмы большинства представленных в таблице 2 выборок, при исключении аномальных значений выстраивается чёткая зависимость между априорно ожидаемой интенсивностью техногенной нагрузки и средними значениями магнитной индукции от много- и среднеэтажной застройки к рекреационным и другим зеленым зонам. При этом в пределах современной застройки не выявляется значительных различий в зависимости от этажности, а также принадлежности к уличным или внутриквартальным пространствам. Интересно отметить, что относительно небольшие различия между уличными пространствами и дворовыми территориями в г. Белгороде были отмечены и при исследовании загрязнения атмосферного воздуха [Полетаев, Корнилов, 2007] наиболее распространенными примесями, такими как оксиды азота и углерода, соединения свинца и пыль неорганическая.

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 процедур позволяет решить эту задачу.

Выводы

Электрические поля в пределах изученной части территории г. Белгорода за пределами помещений достигали значимых величин только в непосредственной близости от ВЛ. Вблизи ВЛ вдоль ул. Студенческая и к югу от п. Северный значения, превышающие ПДУ для территорий жилой застройки (1 кВ/м), наблюдались только в пределах их охранных зон нормативного размера.

Территория исследования охватывает преобладающую часть жилой застройки на правом берегу р. Северский Донец. Магнитная индукция на изученной территории г. Белгорода повсеместно значительно ниже предельно допустимых значений. Господствующими в пределах жилой застройки являются значения магнитной индукции от 20 до 50 нТл. Более низкие значения приурочены преимущественно к районам частной малоэтажной застройки, рекреационным и другим зеленым зонам, более высокие – к отдельным участкам улиц и внутриквартальных пространств, преимущественно в центральных кварталах. Значения магнитной индукции нарастают в ряду «рекреационные зоны – частная малоэтажная застройка – современная застройка» и могут рассматриваться как косвенные показатели напряженности экологической ситуации (геоиндикаторы). В пределах современной застройки не выявляется четкой зависимости показателей магнитной индукции от этажности и принадлежности территорий к улицам или дворовым пространствам. Аномалии, в пределах которых показатели резко возрастают, объясняются влиянием кабелей подземной прокладки.

Список литературы References

1. Гичев Ю.П., Гичев Ю.Ю. 1999. Влияние электромагнитных полей на здоровье человека. *Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы*, (52): 1–91.

Gichev J.P., Gichev J.J. 1999. Influence of electromagnetic fields on health of the person. *Ecology. A series of state-of-the-art reviews of the world literature*, (52): 1–91. (in Russian)

2. ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07. 2007. 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: 05.05.2017 г.).

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 on settlement territories. The decision of the Main state health officer of the Russian Federation from August, 21st, 2007 №60. Available at: <http://base.garant.ru/12156058/> (accessed 5 May 2017). (in Russian)

3. 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: 28.04.2017 г.).

On the order of an establishment of security zones of objects of an electronetwork economy and special conditions of use of the ground areas located in borders of such zones. The governmental order of the Russian Federation from 2/24/2009 №160. Available at: <http://base.garant.ru/12165555/> (accessed 28 April 2017). (in Russian)

4. Полетаев А.О., Корнилов А.Г. 2007. Проблемы оценки экологического состояния воздуха. *Научные ведомости БелГУ. Естественные науки*, 5 (5): 126–132.

Poletaev A.O., Kornilov A.G. 2007. Problems of an estimation of an ecological condition of air. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences*, 5 (5): 126–132. (in Russian)

5. Рудаков М.Л. 1998. Электромагнитные поля и безопасность населения. СПб., 32.

Rudakov M.L. 1998. Jelektromagnitnye polja i bezopasnost' naselenija [Electromagnetic fields and safety of the population]. 1998. Saint-Petersburg, 32. (in Russian)

6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. 2008. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов (новая редакция). М., 48.

SanPiN 2.2.1/2.1.1.1200-03. 2008. Sanitary-protective zones and sanitary classification of the enterprises, constructions and other objects (new edition). Moscow, 48. (in Russian)

7. СанПиН 2971-84. 1984. Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты. М., 8.

SanPiN 2971-84. 1984. Sanitary code and rules of protection of the population from influence of the electric field created by air-lines of an electricity transmission of an alternating current of industrial frequency. Moscow, 8. (in Russian)

8. Тихонов М.Н., Довгуша В.В., Довгуша Л.В. 2013. Механизм влияния естественных и техногенных электромагнитных полей на безопасность жизнедеятельности. *Экологическая экспертиза*, (6): 48–65.

Tikhonov M.N, Dovgusha V.V, Dovgusha L.V. 2013. The mechanism of influence of natural and technogenic electromagnetic fields on health and safety. *Ecological examination*, (6): 48–65. (in Russian)