

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ В ГОРОДЕ ПУШКИН (САНКТ-ПЕТЕРБУРГ)

© В. И. СТУРМАН

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича
E-mail: st@izh.com

Исследование пространственного распределения показателей в пределах муниципального образования «Город Пушкин» (Санкт-Петербург) показало, что напряженность электрических полей достигает значимых величин только вблизи воздушных высоковольтных линий. Превышений допустимых уровней магнитной индукции не отмечено, но в пределах городской территории ее величины изменяются в широких интервалах, что нашло отражение на составленной карте. Зависимость показателей магнитной индукции от характера использования и застройки территорий в г. Пушкин относительно проста: минимальные значения в парках, скверах и на бульварах, средние на застроенных территориях, повышенные в аномалиях. Значения магнитной индукции, превышающие примерный безопасный уровень 400 нТл, в г. Пушкин встречаются только в местах, подверженных воздействию кабелей подземной прокладки. В целом исследованная территория характеризуется пониженными в сравнении с другими городами показателями магнитной индукции.

Ключевые слова: электромагнитные поля, магнитные поля, магнитная индукция, картографирование электромагнитных полей, Санкт-Петербург, г. Пушкин.

Введение. Электромагнитные поля являются малоизученным фактором окружающей среды, значение учета которого возрастает по мере увеличения распространения телекоммуникационных систем и электротехнических устройств различного назначения. Изучению медико-биологических последствий воздействия электромагнитных полей посвящена довольно многочисленная литература (например, [3, 5, 10, 11]). К наиболее значимым последствиям относится индуцирование электрических токов внутри биологических систем, вследствие чего у людей, подвергающихся воздействиям электромагнитных полей повышенной интенсивности, отмечаются нарушения функционирования сердечно-сосудистой системы, обмена веществ, эндокринной, иммунной и репродуктивной систем. Однако в силу того, что исследования реальных эффектов воздействия магнитных и электрических полей на здоровье человека осложнены множественностью видов и факторов загрязнения в условиях городов и промышленных зон, в сочетании с их сильной изменчивостью, выводы часто бывают противоречивы, а дискуссии о допустимых нормативах продолжаются на протяжении десятилетий. Как результат, в большинстве стран мира в настоящее время отсутствуют официально установленные нормативы допустимых уровней электромагнитных полей. Кроме того, электромагнитные (электрические и магнитные) поля, зоны их воздействия и вызываемые ими биологические эффекты существенно различаются в зависимости от частот (низких, средних, высоких, ультравысоких). Соответственно, в странах, где нормативы электромагнитных полей установлены, они существенно дифференцированы по частотным диапазонам.

Международный «электромагнитный проект» Всемирной организации здравоохранения, действовавший с 1996 г. и имеющий своей целью гармонизировать нормы безопасности для электромагнитного поля, в настоящее время преобразован в проект «неионизирующие излучения». Его цель — выработка

единого подхода к обеспечению здоровой окружающей среды. В 2019 г. в рамках проекта была предложена замена действовавшего с 1996 г. предупредительного подхода на принцип «индивидуального риска в сочетании с общественной выгодой от внедрения новых технологий», то есть оценки индивидуальной экспозиции и дозы, информирования и свободного выбора поведения потребителя [2], что на практике может повлечь за собой пересмотр норм в сторону повышения. С другой стороны, в связи с выявленными при воздействиях магнитных полей промышленной частоты рисками лейкемии, повреждения ДНК и нарушения иммунной системы человека, в качестве примерного безопасного уровня магнитной индукции (измеряется в тесла-единицах и производных величинах — мкТл, нТл)¹ указываются величины 0.4 мкТл (400 нТл) [8] и даже 0.2 мкТл (200 нТл) [6]. Переход к нормативам магнитного поля промышленной частоты на уровне 0.2—0.4 мкТл рассматривается в странах Европейского союза как перспективная цель на ближайшие годы [7]. Принятие решений на уровне Всемирной организации здравоохранения ожидается в 2022—2024 гг.

Методы картографирования и мониторинга электромагнитных полей не вышли из стадии разработки и первых опытов, ввиду чего публикации о фактических уровнях их проявления на тех или иных территориях немногочисленны. Из зарубежных работ наибольшего внимания заслуживает обзор исследований, выполненных в 1996—2014 гг. в 15 странах Европейского союза, который содержит сведения о результатах нескольких десятков исследований в отдельных городах, с числом измерений от нескольких десятков до нескольких тысяч [9]. Исследования показали, что преобладающие значения магнитной индукции составляют от 10 до 100 нТл; продолжительному воздействию потенциально опасных полей более 200 нТл подвержено примерно 0.5 % населения, что в целом достаточно близко к результатам, полученным автором в ряде городов России [4].

Данная статья посвящена изложению результатов инициативного исследования пространственного распределения электрических и магнитных полей промышленной частоты (50 Гц) в пределах территории муниципального образования «Город Пушкин», входящего в состав Пушкинского района Санкт-Петербурга.

Методы и материалы исследования. Измерения показателей электрических и магнитных полей выполнялись при помощи прибора Gigahertz Solutions ME 3830 В М/Е Analyser. Данный прибор позволяет измерять для промышленной частоты 50 Гц напряженность электрического поля в диапазоне от 1 до 2000 В/м и интенсивность магнитных полей (магнитную индукцию) в пределах от 1 до 2000 нТл. В отдельных случаях, в частности в непосредственной близости от высоковольтных линий электропередачи, этого оказалось недостаточно для измерения максимальных значений.

Поскольку прибор имеет однокоординатный 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. Измерения прово-

¹ Тесла — единица индукции магнитного поля в Международной системе единиц (СИ), равная индукции такого однородного магнитного поля, в котором на 1 метр длины прямого проводника, перпендикулярного вектору магнитной индукции, с током силой 1 ампер действует сила 1 ньютон.

дились на высоте 1.8 м от поверхности земли, а при уточнении особенностей распределения аномальных значений — и на других уровнях, в том числе на поверхности земли. Для облегчения последующей интерпретации результатов точки измерений выбирались ситуативно, по возможности в условиях однородного характера использования территории и застройки.

Измерения были выполнены в июне-июле 2019 г., в 160 точках, расположенных в жилых кварталах, на улицах и дорогах, на территориях учебных заведений, в парках и скверах. Вблизи высоковольтных линий электропередачи (ВЛ) измерения выполнялись в местах наибольшего провисания проводов, через 5 м, на четырех поперечниках.

Статистическая обработка результатов и выделение среди них аномальных значений проведены на основе общепринятых формул, с использованием программного продукта Excel. Интерполирование при построении карты выполнялось путем построения кривых Безье, задававшихся результатами измерений в соседних точках.

Результаты исследования. *Электрические поля* достигали значимых величин только в непосредственной близости от высоковольтных линий, на расстояниях до десятков и первых сотен метров от них (для наиболее мощной ВЛ напряжением 330 кВ значения напряженности составили 240 В/м на расстоянии 100 м и 33 В/м на расстоянии 200 м). Результаты измерений напряженности электрических полей от высоковольтных линий представлены в табл. 1.

Как видно из сопоставления приведенных в таблице значений, имеет место четкая, нелинейная зависимость между напряжением высоковольтных линий и шириной приуроченных к ним зон высоких значений напряженности. Превышения предельно допустимого уровня (1000 В/м на территории зон жилой застройки согласно СанПиН 2.1.2.2645—10) имеют место в Колонистском парке, на расстояниях до нескольких метров от проекции крайних проводов ВЛ-110 кВ; в остальных случаях превышений нормативов электрических полей не выявлено. ВЛ напряжением 330 кВ проходит на достаточном удалении от жилых и рекреационных зон города.

Таблица 1

Результаты измерений напряженности электрических полей от высоковольтных линий в г. Пушкин и его ближайших окрестностях

Table 1. Results of measurements of intensity of electric fields, generated by high-voltage lines in Pushkin city and vicinities

Местоположение поперечника через высоковольтные линии	Напряжение высоковольтных линий, кВ	Напряженность непосредственно под проводом, В/м	Расстояние (м) от проекции крайнего провода до значений напряженности		
			2000 В/м	1000 В/м	500 В/м
240 м к югу от развилки Петербургского шоссе и Витебского проспекта	330	Более 2000	41	56	72
100 м к западу от Кузьминского кладбища	110	Более 2000	3	6	10
60 м к юго-западу от Колонистского пруда	110	Более 2000	4	8	13
Павловское шоссе, к северо-западу от Белозерской площади	35	168	—	—	—

Таблица 2

**Результаты измерений магнитной индукции от высоковольтных линий
в г. Пушкин и его ближайших окрестностях**

**Table 2. Results of measurements of magnetic induction, generated by high-voltage lines
in Pushkin city and vicinities**

Местоположение поперечника через ВЛ	Напряжение ВЛ, кВ	Магнитная индук- ция под крайним проводом, нТл	Расстояние (м) от крайнего провода до значений магнитной индукции		
			1000 нТл	500 нТл	100 нТл
240 м к югу от развилки Петербургского шоссе и Витебского проспекта	330	1296	22	37	73
100 м к западу от Кузьмин- ского кладбища	110	210	—	—	10
60 м к юго-западу от Коло- нистского пруда	110	345	—	—	6
Павловское шоссе, к северо-западу от Бело- зерской площади	35	12	—	—	—

Как и в изученных ранее других городах, на удалении от высоковольтных линий прибор показал только минимально измеряемое значение 1 В/м, что соответствует общегородскому фону, либо погрешности измерения, и в связи с чем карта напряженности электрических полей не составлена по причине нецелесообразности.

Магнитные поля, основной характеристикой которых является измеряемая в тесла-единицах и производных величинах магнитная индукция, также образуют максимумы в зонах воздействий высоковольтных линий (табл. 2); кроме того, они формируются и многочисленными электротехническими устройствами производственного и бытового назначения.

В результате взаимного наложения магнитных полей от совокупности их источников на городской территории формируется сложное, постоянно изменяющееся магнитное поле. Результаты его измерений в рамках данного исследования представлены в табл. 3 и на рисунке.

Город Пушкин, будучи в административном отношении составной частью (муниципальным образованием) Пушкинского района Санкт-Петербурга, в территориально-планировочном отношении остается обособленным и своеобразным массивом городской застройки – «городом-садом» и городом-музеем. В целом, как видно из рисунка, распределение значений магнитной индукции отражает исторически сложившиеся архитектурно-планировочные особенности города, такие как:

- большая доля садово-парковых ансамблей и скверов, а также широких зеленых бульваров и площадей, характеризующихся пониженными значениями техногенной нагрузки всех видов;

- отсутствие промышленных объектов и связанных с ними высоковольтных линий (исключая небольшой участок ВЛ-110 кВ в Колонистском парке);

- невысокая этажность при значительной доле исторической застройки;

- отсутствие крупных торгово-развлекательных и зрелищных объектов, бизнес-центров и иных мест концентрации коммерческой активности.

Таблица 3

Результаты измерений магнитной индукции
в характерных точках г. Пушкин
Table 3. Results of measurements of magnetic induction
in typical sites in Pushkin city

Места измерений	Измеренные значения, нТл	Характер использования и застройки
У платформы Детскосельская	18	Транспортная
Буферный парк, в 100 м к северу от д. 7 по Детскосельскому пр.	4	Рекреационная
Ул. Церковная, 44	23	Среднеэтажная
Бул. А. Толстого, 13, корп. 5	63	Среднеэтажная новая
Ул. Новая — ул. Леонтьевская	21	Среднеэтажная
Детская площадка к северу от д. 20 по ул. Генерала Хазова	436**	Среднеэтажная
Ул. Школьная, 41	5	Многоэтажная
Октябрьский бул. — Конюшенная ул.	11	Среднеэтажная
Екатерининский парк, Камеронова галерея	13*	Рекреационная
Екатерининский парк, ворота «Любезным моим сослуживцам»	3	Рекреационная
Александровский парк, у Ламских прудов	1	Рекреационная
Лицейский пер., у Лицея	8	Рекреационная
Ленинградская ул. — Привокзальная площадь	70	Среднеэтажная
ЛГУ им. А. С. Пушкина, у входа	5	Территория вуза
Общежитие 12 СПбГАУ	112*	Территория вуза
Госпитальный пер., 21-1, двор	88	Среднеэтажная новая
Софийский бул., 4а	5	Историческая
Ул. Конюшенная — ул. Московская	66	Историческая
Красносельское шоссе, 43, двор	70	Среднеэтажная
Ул. Архитектора Данини, 5, двор	12	Многоэтажная новая

Примечание. * — аномалии по 2 δ пределу, ** — аномалия по 3 δ пределу.

В результате указанных особенностей в пределах городской территории преобладают невысокие значения магнитной индукции, обычно не превышающие 20 нТл. Участки с несколько более высокими значениями магнитной индукции (20—50 нТл, местами 50—100 нТл) приурочены к историческому центру города, его юго-западной части (София), северной части («БАМ»), причем районы новой застройки охватываются такими значениями лишь частично. Значения более 100 нТл отмечаются локально — вблизи некоторых магазинов, предприятий общественного питания и медицинских учреждений, где их формирование может быть объяснено наличием мощного электрооборудования (холодильного, нагревательного, медицинского).

Наибольшие значения магнитной индукции приурочены к аномалиям, обусловленным наличием недостаточно экранированных кабелей подземной прокладки. Такие аномалии (их расположение показано на рисунке) выявляются не только путем статистической обработки результатов измерений, но и непосредственно на местности, путем повторных измерений. Вблизи и на поверх-



Схематическая карта значений магнитной индукции в г. Пушкин.

1 — Аномалии по 2 δ и 3 δ пределам, 2 — изолинии магнитной индукции, нТл.

Schematic map of values of a magnetic induction within territory of Pushkin city.

1 — Anomalies on 2 δ and 3 δ limits, 2 — magnetic induction isolines, nT.

Таблица 4

Средние значения магнитной индукции и показатели их изменчивости
в зависимости от характера использования и застройки территории в г. Пушкин
Table 4. Average values of magnetic induction and indicators of their variability depending
on character of land use and territory building in Pushkin city

Характер использования, тип застройки	Число измере- ний	Среднее значе- ние магнитной индукции, нТл	Среднее квadr. отклонение (δ)	Кoeffи- циент вариации, %	Сред. значение, нТл, при исключе- нии аномалий по 3 δ и 2 δ пределам
Историческая застройка	38	30	32	107	26
Среднеэтажная застройка прошлых десятилетий, всего	59	44	67	149	35
В том числе					
дома 1950-х гг. («сталинки»)	8	35			35
дома 1960-х гг. («хрущевки»)	30	40			35
дома 1970—1980-х гг. («брежневки»)	21	55			36
Среднеэтажная застройка последних десятилетий	21	51	61	120	41
Территории вузов	6	23	40	174	5
Парки и скверы, широкие площади и бульвары	19	5	3	60	4

ности земли (асфальта и т. п.) значения магнитной индукции резко возрастают (до 600—1000 нТл).

Все выявленные аномалии незначительны по размерам, и уже в 10—20 м от них значения магнитной индукции не отличаются от характерных для данного типа застройки и использования территорий. Средние значения магнитной индукции и показатели их изменчивости в зависимости от характера застройки и использования территории представлены в табл. 4.

Все приведенные значения магнитной индукции на 2—3 порядка ниже действующих в России нормативов — 20 мкТл для населенной местности вне зоны жилой застройки согласно ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07 [1]. Если же исходить из упомянутых выше зарубежных ориентировочных безопасных значений 200—400 нТл [6, 7, 8], то в г. Пушкин эта величина превышает локально, только в наиболее выраженных аномалиях.

Обсуждение результатов. В отличие от изученных ранее районов Санкт-Петербурга и других городов [4], в г. Пушкин оказались сравнительно невелики различия характеристик магнитной индукции в зависимости от типов застройки. Таким образом, специфика г. Пушкин, как очень зеленого и чистого города, проявляется и в том, что касается электромагнитных полей. Особенно удивительно то, что указанные средние значения существенно ниже, чем для аналогичных типов застройки и использования земель в других районах Санкт-Петербурга и городах России (табл. 5).

Специфика магнитных полей г. Пушкин, представленная в табл. 5, отражает:

— большие размеры парков, приводящие к минимизации воздействий от внешних источников;

Таблица 5

Сравнительная характеристика значений магнитной индукции (нТл)
в однотипных условиях использования земель и застройки в разных городах России,
при исключении аномальных значений

Table 5. The comparative characteristic of values of a magnetic induction (nT) in the same conditions
of land use and building in different cities of Russia, in case of exception of abnormal values

Города	Условия использования земель и застройки			
	Историческая застройка	Среднеэтажная застройка второй половины XX—начала XXI вв.	Территории вузов	Парки и скверы, широкие площади и бульвары
Пушкин (Санкт-Петербург)	26	35	5	4
Другие районы Санкт-Петербурга	255	71		6.5
Москва	146	75	17	7
Казань	100	79		19
Белгород		46		5
Петрозаводск		66		10
Калининград	38.5	40		8

— низкую плотность и этажность застройки, при наличии больших разрывов, что также ограничивает возможность взаимного наложения полей от источников в разных домах;

— низкую этажность исторической застройки, в сочетании с ограничением ее хозяйственного использования.

Сделанный ранее [4] вывод о зависимости магнитной индукции (геоиндикатор общей техногенной нагрузки) от характера землепользования и застройки в г. Пушкин в целом подтверждается, но со значительной спецификой. Здесь эта зависимость упрощается (редуцируется), и значимые различия выявляются лишь между сравнительно однородной застройкой, парками и скверами, с одной стороны, и обусловленными влиянием подземных кабелей аномалиями — с другой стороны.

Закключение. Результаты инструментального исследования пространственного распределения электромагнитных полей промышленной частоты в целом подтверждают репутацию г. Пушкина как экологически благополучного города. Из анализа составленной в рамках данного исследования карты следует, что территория муниципального образования «Город Пушкин» характеризуется относительно невысокими уровнями электромагнитных полей. Превышения гигиенических нормативов электрических полей отмечены только под высоковольтными линиями электропередачи и в непосредственной близости (до нескольких метров) от проекции их крайних проводов. Превышения гигиенических нормативов магнитных полей не выявлено, а превышения ориентировочного безопасного уровня магнитных полей отмечены локально, в наиболее выраженных аномалиях, обусловленных кабелями подземной прокладки.

Вследствие небольшой этажности и плотности застройки «электромагнитный смог», то есть взаимное наложение полей от разных источников, проявляется в г. Пушкин относительно слабо и только на ограниченной части город-

ской территории. Зависимость величин магнитной индукции от общей техногенной нагрузки в условиях г. Пушкин редуцируется до предельно простого ряда: парки и скверы — застроенные территории — аномалии.

Список литературы

- [1] 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 [Электронный ресурс]. <http://base.garant.ru/12156058/> (дата обращения 06.07.2019).
- [2] Григорьев О. А. Актуальные вопросы радиобиологии и гигиены неионизирующих излучений в связи с развитием новых технологий // Всероссийская конференция «Актуальные проблемы радиобиологии и гигиены неионизирующих излучений». Москва, 12—13 ноября 2019 г. М., 2019. С. 63—65.
- [3] Сподобаев Ю. М., Кубанов В. П. Основы электромагнитной экологии. М.: Радио и связь, 2000. 240 с.
- [4] 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.
- [5] Яковлева М. И. Физиологические механизмы действия электромагнитных полей. Л.: Медицина, 1973. 175 с.
- [6] Muller B. Electromog. Hausgemachtes Problem // Bild Wiss. 1996. № 4. P. 12—14.
- [7] 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. P. 56.
- [8] 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]. http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/sct/documents/out128_en.pdf (дата обращения 06.07.2019).
- [9] 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.
- [10] Ponnle Akinlolu, Adedeji Kazeem. Assessment of Human Exposure to Magnetic Field from Overhead High Voltage Transmission Lines in a City in South Western Nigeria // American Journ. of Engineering Research. 2015. Vol. 4, issue 5. P. 154—162.
- [11] Schwan H. P. Nonthermal cellular effects of electromagnetic fields: AC — field induced ponderomotive forces // British Journal of Cancer. 2009. Vol. 45. P. 220—224.

The pattern of power frequency electromagnetic fields in the Pushkin municipal area of Saint Petersburg

© V. I. Sturman

The Bonch-Bruевич Saint Petersburg State University of Telecommunications,
Saint Petersburg
E-mail: st@izh.com

The study of patterns of electric fields intensity indicators and a magnetic induction in the Pushkin municipal area of Saint Petersburg has been executed. It is established that intensity of electric fields reaches significant sizes only near to air high-voltage transmission lines. Magnetic induction over admissible levels is not noted, but within city territory its size change largely that had been represented on the original map. The dependence of indicators of magnetic induction on the land use and building of territories in Pushkin is rather simple: the minimum values are registered in the parks, squares and boulevards, the averages are in the built-up territories, the raised are in anomalies. Magnitudes over hygienic standard are not noted. Magnitudes over the approximate safer limit 400 nTl are observed in Pushkin area only in places of underground cables. As a whole, the Pushkin area is characterized by the indicators of magnetic induction lowered in comparison with another cities.

Key words: electromagnetic fields, magnetic fields, intensity, magnetic induction, mapping of electromagnetic fields, Saint Petersburg, Pushkin area.

References

- [1] GN 2.1.8/2.2.4.2262-07. Predel'no dopustimye urovni magnitnyx polej chastotoj 50 Gc v pomeshheniyax zhilyx, obshhestvennyx zdaniy i na selitebnyx territoriyax. Postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 21 avgusta 2007 g. № 60 [E'lektronnyj resurs]. <http://base.garant.ru/12156058/> (data obrashheniya 06.07.2019).
- [2] Grigor'ev O. A. Aktual'nye voprosy radiobiologii i gigieny neioniziruyushhix izlucheniij v svyazi s razvitiem novyx texnologij // Vserossijskaya konferenciya «Aktual'nye problemy radiobiologii i gigieny neioniziruyushhix izlucheniij». Moskva, 12—13 noyabrya 2019 g. M., 2019. S. 63—65.
- [3] Spodobaev Yu. M., Kubanov V. P. Osnovy e'lektromagnitnoj e'kologii. M.: Radio i svyaz', 2000. 240 s.
- [4] Sturman V. I. E'lektromagnitnye polya promyshlennogo diapazona chastot v usloviyax gorodskoj sredy kak ob'ekt e'kologo-geograficheskogo issledovaniya // Geografiya i prirodnye resursy, 2019. № 1. S. 21—28.
- [5] Yakovleva M. I. Fiziologicheskie mexanizmy dejstviya e'lektromagnitnyx polej. L.: Medicina, 1973. 175 s.
- [6] Muller B. Electrosmog. Hausgemachtes Problem // Bild Wiss. 1996. № 4. P. 12—14.
- [7] 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. P. 56.
- [8] 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 [E'lektronnyj resurs]. http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/sct/documents/out128_en.pdf (data obrashheniya 06.07.2019).
- [9] 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.

- [10] *Ponle Akinlolu, Adedeji Kazeem*. Assessment of Human Exposure to Magnetic Field from Overhead High Voltage Transmission Lines in a City in South Western Nigeria // *American Journ. of Engineering Research*. 2015. Vol. 4, issue 5. P. 154—162.
- [11] *Schwan H. P.* Nonthermal cellular effects of electromagnetic fields: AC — field induced ponderomotoric forces // *British Journal of Cancer*. 2009. Vol. 45. P. 220—224.

Поступила в редакцию 08.09.2019 г.

После доработки 20.11.2019 г.

Принята к публикации 22.11.2019 г.
