

## О методике изучения и оценки электромагнитной обстановки при территориальном планировании муниципальных образований

*Р.Д. Шерemet<sup>1</sup>, С.В. Глубокова<sup>1</sup>, Д.А. Гапонов<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону*

*<sup>2</sup>ООО «Геострой-Ф», г. Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** Выполнен аналитический обзор влияния электромагнитных полей на здоровье человека. Предложена методика изучения электромагнитной обстановки при территориальном планировании городских поселений. Проведено исследование напряжённости электромагнитного поля промышленной частоты в четырёх основных функциональных зонах г. Ростова-на-Дону. Выявлены районы с благоприятным электромагнитным фоном и участки повышенного экологического риска для жителей.

**Ключевые слова:** электромагнитное поле, промышленная частота, функциональные зоны, территориальное планирование, экологический риск

Динамика выработки и потребления электроэнергии в России за последние 20 лет характеризуется более чем 30 % ростом, как следствие возрастает и риск электромагнитного загрязнения окружающей среды городов. При этом, негативному влиянию электромагнитных излучений на организм человека в настоящее время уделяется самое пристальное внимание. На это указывают многочисленные научные публикации как отечественных, так и зарубежных авторов [1 – 9], актуализация и принятие новых санитарно-эпидемиологических требований и гигиенических нормативов.

Техногенные источники электромагнитного излучения, как известно, делятся на низкочастотные (до 3 кГц) и высокочастотные (от 3 кГц до 300 ГГц). К первым принадлежат системы передачи электроэнергии (линии электропередачи, трансформаторные подстанции и др.), домашняя бытовая и офисная техника, медицинские терапевтические и диагностические установки, железнодорожный транспорт, метро, троллейбусный и трамвайный транспорт. Ко второй группе источников относятся передатчики беспроводной связи (телевизионные и радиостанции, спутниковая связь,

навигационные системы, локационные системы, беспроводной интернет и прочее), сюда же входят СВЧ-источники, мониторы и т.д.

Согласно результатам научных исследований, проведенных в разных странах за последние 30 лет, электромагнитное излучение оказывает негативное влияние на здоровье людей, воздействуя на нервную, сердечно-сосудистую, эндокринную и нейрогуморальную системы, а также может вызывать нарушения обменных процессов, ухудшение репродуктивной функции и иммунитета [1, 2, 6 – 9]. Эффект электромагнитного поля при условии длительного воздействия может накапливаться и приводить к возникновению негативных процессов в центральной нервной системе, опухолей мозга, раку крови, гормональным и другим заболеваниям.

Степень биологического воздействия электромагнитного поля (ЭМП) зависит от многих показателей, включая: частоту колебаний, интенсивность, напряжение, режим генерации (импульсное или непрерывное), длительность излучения. Воздействие полей разных частот и диапазонов различается. Например, при кратковременном пребывании в поле линии электропередач, здоровый человек не ощущает негативного воздействия. В тоже время, кратковременное излучение способно повлиять на человека при условии, если он болен, наследственно предрасположен к восприятию электромагнитных волн или обладает отдельными видами аллергии. Интенсивное электромагнитное поле промышленной частоты (50 Гц) вызывает нарушение функционального состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой систем. При этом наблюдается повышенная утомляемость, снижение точности движений, изменение кровяного давления и пульса, возникновение болей в сердце, сопровождающихся аритмией, и т.п. Длительное пребывание в интенсивных электромагнитных полях приводит к деградации нервных клеток, развитию рака и другим заболеваниям.

---

Основную группу риска, безусловно, составляют люди профессионально связанные с пребыванием в ЭМП, в связи с чем, на рабочих местах систематически выполняется специальная оценка условий труда. В тоже время, в работе [10] отмечается, что из-за отсутствия в нормативно-правовой базе документов, обязательных к исполнению, учёт экологических факторов при составлении стратегий развития населённых пунктов носит вид деклараций и общих призывов. Так в СП 47.13330.2016 говорится о необходимости инженерно-экологических изысканий, включающих изучение физических воздействий, при подготовке документации территориального планирования, но при этом СП 11-102-97, в настоящее время, не актуализирован, а методика идентификации и оценки вредных и опасных воздействий физических факторов неионизирующей природы не разработана.

Институтом наук о Земле ЮФУ инициировано исследование электромагнитной обстановки г. Ростова-на-Дону с целью разработки и тестирования такой методики. Основной подход состоит в том, что система наблюдений строится по принципу функционального зонирования города, причём точки измерений должны быть распределены относительно равномерно и приурочены к конкретным источникам. Оценка выполняется путём сравнения полученного в каждой точке значения с предельно допустимым уровнем (ПДУ), а также среднего уровня ЭМП для каждой функциональной зоны административного района с естественным фоном.

Исследование состоит из двух этапов. Первый, реализованный в 2017 году, заключался в измерениях напряжённости электромагнитного поля в полосе промышленной частоты, второй, намеченный на 2018 год, нацелен на изучение плотности потока энергии в диапазоне от 300 МГц до 18 ГГц.

Объектами стали четыре основные функциональные зоны (селитебная, промышленная, транспортная и рекреационная) всех восьми районов города.

---

Селитебная зона включает в себя такие жилые массивы, как: Западный (Советский район), Северный (Ворошиловский район), Болгарстрой и Военвезд (Октябрьский район), жилые кварталы в Железнодорожном, Первомайском, Пролетарском, Ленинском и Кировском районах.

К рекреационной зоне относятся городские парки: Революции, им. М. Горького и им. А.Н. Островского, им. г. Плевен, аллея Роз, Зеленый остров, Ростовский-на-Дону зоопарк, Ростовская набережная, и другие.

Промышленная зона включает в себя территории расположения крупных производственных предприятий города, таких как: ООО «Бизон Юг», ООО «КЗ «Ростсельмаш», ПАО «Роствертол», Пивзавод «Южная заря 1974», ООО «РостовАгроЛизинг», ОАО «Десятый подшипниковый завод».

Транспортная зона охватывает автодороги вдоль улиц города (в том числе автотрассу А135), железнодорожные и трамвайные пути, железнодорожные и автовокзалы, аэропорт, речной порт.

Наблюдательная сеть представлена на рисунке 1. Замеры напряжённости ЭМП проводились на пикетах с шагом не более 500 м. В том случае, если объект исследований имел относительно небольшую площадь и нелинейную форму (парки, небольшие жилые кварталы), то измерения проходили по его периметру и в центральной части.

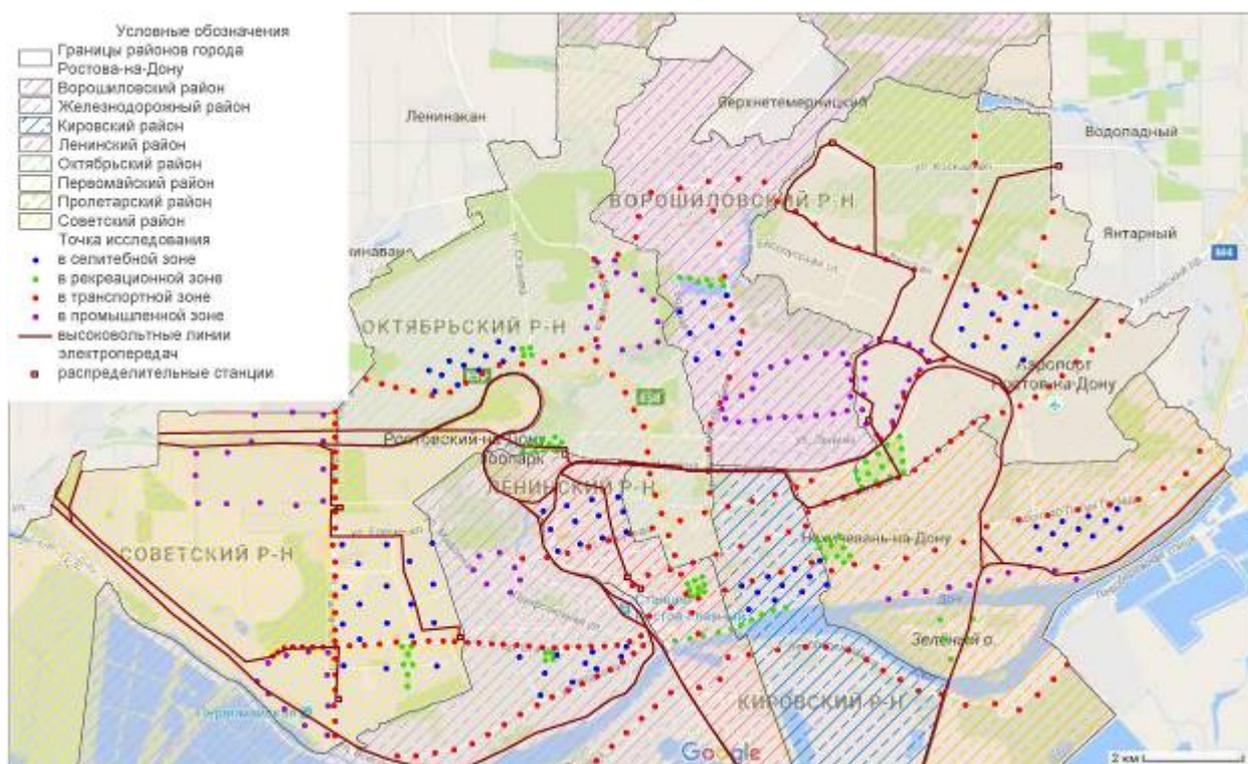


Рис. 1. – Сеть наблюдательная за ЭМП в г. Ростове-на-Дону

Общее количество пикетов составило 516, из них: в жилой зоне – 95, в рекреационной – 82, в промышленной – 95, в транспортной – 244. Все они были приурочены к линиям электропередач и трансформаторным подстанциям. На каждом пикете проводились измерения напряженности электрической (E) и магнитной (H) составляющих поля с помощью прибора «ЭКОФИЗИКА-110А» с преобразователем ПЗ-80-ЕН-500. Анизотропность чувствительного элемента антенны позволяла определять точное положение источника излучения. Замеры осуществлялись на высоте 1,8 м, что соответствует высоте головы человека среднего роста. Достоверность полученных результатов обеспечивалась четырьмя и более повторными замерами на каждом пикете. При этом аппаратная погрешность составляла  $\pm 15\%$ , а расширенная неопределённость измерений – 0,20 при доверительной вероятности 0,95.

Нормативными документами установлены следующие ПДУ: для электрической составляющей на территории жилой застройки – 1 кВ/м, для рекреационной зоны – 5 кВ/м, для транспортной зоны – 10 кВ/м, для промышленной зоны – 15 кВ/м; для магнитной составляющей на селитебной территории – 8 А/м, в остальных функциональных зонах – 16 А/м. Напряжённость ЭМП на частоте 50 Гц природного генезиса близка к нулю, поэтому средние значения  $E$  (Н) в десятки и сотни единиц В/м (А/м) существенно превосходят естественный фон.

В селитебной зоне Первомайского района ПДУ превышен в два раза по электрической составляющей поля, источником излучения является линии электропередачи (табл. 1). По магнитной составляющей поля отклонений от нормы не выявлено. В целом селитебные зоны Первомайского и Ворошиловского районов характеризуются неблагоприятной электромагнитной обстановкой, так как средние значения напряженности электрической составляющей на два порядка больше естественного фона.

Таблица № 1

Напряжённость ЭМП в селитебной зоне г. Ростова-на-Дону

Район города	Диапазоны значений $E$ , В/м	Средние значения $E$ , В/м	Диапазоны значений $H$ , А/м	Средние значения $H$ , А/м
Пролетарский	2,17 – 6,45	4,21	0,04 – 0,23	0,13
Кировский	0,41 – 2,12	0,91	0,01 – 0,12	0,03
Первомайский	0,03 – 2030	99,54	0,01 – 1,48	0,21
Ворошиловский	0,07 – 341,4	104,5	0,11 – 0,33	0,19
Октябрьский	0,05 – 0,72	0,27	0,01 – 1,36	0,08
Ленинский	0,05 – 3,48	1,66	0,02 – 0,46	0,15
Железнодорожный	0,05 – 5,21	1,11	0,01 – 0,44	0,09
Советский	0,04 – 416,3	1,89	0,01 – 0,83	0,15

В рекреационной зоне города ПДУ не превышены (табл. 2). Наибольшее значение напряжённости электрического поля зарегистрировано в парке им. Островского (Первомайский район), источником является линия

электропередачи. Здесь же наблюдается и относительно высокое среднее значение  $E$ , что в итоге вынуждает рассматривать данную территорию как участок повышенного экологического риска. В остальных районах города зоны отдыха характеризуются благоприятной электромагнитной обстановкой.

Таблица № 2

## Напряжённость ЭМП в рекреационной зоне г. Ростова-на-Дону

Район города	Диапазоны значений $E$ , В/м	Средние значения $E$ , В/м	Диапазоны значений $H$ , А/м	Средние значения $H$ , А/м
Пролетарский	0,15 – 0,25	0,19	0,01 – 0,02	0,02
Зеленый остров	0,05 – 9,13	4,48	0,02 – 0,15	0,10
Набережная	0,04 – 0,62	0,37	0,01 – 0,05	0,02
Первомайский	0,02 – 2020	179,4	0,02 – 0,24	0,13
Ворошиловский	0,97 – 5,61	3,28	0,06 – 0,10	0,09
Октябрьский	0,14 – 3,95	0,11	0,04 – 0,24	0,07
Ленинский	0,01 – 4,25	1,67	0,01 – 0,11	0,12
Железнодорожный	0,05 – 0,12	0,08	0,01 – 0,03	0,02
Советский	0,01 – 0,06	0,02	0,01 – 0,11	0,05

В промышленной зоне также не наблюдается превышений ПДУ, однако зарегистрированы повышенные значения напряжённости ЭМП в Советском, Первомайском и Ворошиловском районах по электрической составляющей, а также в Советском районе по магнитной составляющей (табл. 3). Источниками являются высоковольтные линии электропередачи. В тоже время, электромагнитная обстановка в Пролетарском, Октябрьском и Железнодорожном районах относительно благоприятная. Следует отметить, что наблюдения в промышленной зоне проводились не на производственных площадках, а на общедоступных, прилегающих к предприятиям территориях, в том числе в их санитарно-защитных зонах.

Таблица № 3

## Напряжённость ЭМП в промышленной зоне г. Ростова-на-Дону

Район города	Диапазоны	Средние	Диапазоны	Средние
--------------	-----------	---------	-----------	---------

	значений Е, В/м	значения Е, В/м	значений Н, А/м	значения Н, А/м
Пролетарский	0,96 – 7,53	3,20	0,02 – 0,06	0,04
Первомайский	0,73 – 1400	3,17	0,04 – 0,62	0,22
Ворошиловский	0,18 – 1130	1,98	0,03 – 0,84	0,17
Октябрьский	0,04 – 14,20	0,81	0,06 – 0,42	0,13
Железнодорожный	0,07 – 31,69	1,69	0,01 – 0,39	0,10
Советский	0,04 – 2550	28,94	0,01 – 3,94	0,13

В транспортной зоне рассмотрение полученных результатов целесообразно проводить по отдельным проспектам и улицам или их группам, без деления на административные районы. Согласно полученным данным, ПДУ нигде не превышены, но наблюдаются существенные изменения значений электрической напряженности в пределах одной улицы: Малиновского, Стачки, Текучева, Шолохова, Стахановского (табл. 4). Повышенные значения связаны с высоковольтными линиями электропередач. Наиболее неблагоприятная электромагнитная обстановка отмечается на проспекте Стачки, улицах Малиновского и Стахановского.

Таблица № 4

## Напряжённость ЭМП в транспортной зоне г. Ростова-на-Дону

Улицы, проспекты	Диапазоны значений Е, В/м	Средние значения Е, В/м	Диапазоны значений Н, А/м	Средние значения Н, А/м
Левобережная	0,05 – 0,78	0,31	0,01 – 0,51	0,13
Малиновского	0,59 – 1350	96,48	0,04 – 0,88	0,35
Стачки	0,05 – 2080	224,8	0,02 – 0,38	0,15
Портовая	0,03 – 5,20	0,47	0,01 – 0,44	0,08
Б. Садовая, Закруткина, Сарьяна, 40-летия Победы	0,04 – 2,21	0,48	0,02 – 0,15	0,09
Красноармейская	0,14 – 5,99	1,43	0,02 – 0,21	0,07
Текучева	0,05 – 775,6	0,94	0,01 – 1,19	0,13
Таганрогская	0,05 – 1,28	0,32	0,01 – 1,36	0,07
Вавилова, Шеболдаева, Буденовский	0,05 – 31,91	1,74	0,01 – 0,16	0,06
Космонавтов, Плиева,	0,24 – 3,81	3,01	0,01 – 0,03	0,03



Нагибина				
Королева, Армянская	0,11 – 109,9	5,07	0,03 – 0,41	0,21
Штахановского, Вятская, Космодемьянской	0,12 – 412,1	195,7	0,01 – 0,14	0,07
Менжинского, Курчатова, Днепропетровская	0,03 – 0,70	0,25	0,02 – 0,18	0,06
Шолохова	0,10 – 586,1	0,95	0,01 – 0,21	0,13
Орская	0,15 – 0,36	0,24	0,03 – 0,07	0,05

В процессе замеров при отдалении от линий электропередач наблюдалось резкое снижение напряженности ЭМП – срабатывал принцип «защиты расстоянием», но следует отметить, что он не всегда эффективен. Так, например, в работе [4] объектом изучения стала местность вокруг Оренбургского радиотелевизионного передающего центра. Замеры выполнялись в диапазоне частот от 50 до 300 МГц дважды в одних и тех же точках с интервалом больше двух недель: на границе санитарно-защитной зоны, на территории прилегающей жилой застройки и на значительном расстоянии от телецентра. Было установлено, что интенсивность электромагнитного излучения при удалении от источника заметно снижалась. Вместе с тем, при первой серии измерений превышения ПДУ зафиксированы повсеместно, а при повторной – на 88 % исследуемой площади. Из чего следует, что «защита расстоянием» здесь не работает и данная местность подвержена электромагнитному загрязнению. Примечательным фактом является непостоянность негативного воздействия на отдельных участках.

Подводя итог первого этапа наших исследований, можно сказать, что наблюдения выполненные по предложенной методике в масштабе 1 : 50 000 показали общую электромагнитную обстановку на промышленной частоте, сложившуюся в г. Ростове-на-Дону. Превышения до двух ПДУ по напряженности электрического поля, приуроченные к линиям электропередач, обнаружены только в отдельных точках селитебной зоны

Первомайского района. Значения напряженности магнитного поля не превышали ПДУ ни в одной из четырёх функциональных зон города. Сравнение средних значений  $E$  ( $H$ ) с естественным фоном, показало, что наиболее благоприятная обстановка наблюдалась в Пролетарском, Ленинском и Октябрьском районах города, где зафиксированы наименьшие средние значения электромагнитной напряженности во всех функциональных зонах. Полученные сведения целесообразно учитывать в рамках концепции устойчивого развития города, в качестве одного из экологических факторов при дальнейшем территориальном планировании. В частности, стоит уделить самое пристальное внимание выявленным зонам повышенного экологического риска, а также рассмотреть варианты переноса высоковольтных линий электропередач за пределы селитебной и рекреационной зон. Последующая проработка детальной планировки, проектов застройки функциональных зон, кварталов и участков требует сопровождения дополнительными исследованиями в масштабах от 1 : 25 000 до 1 : 2 000, а сам процесс застройки необходимо контролировать мониторинговыми наблюдениями с периодичностью один раз в два-три года.

### Литература

1. Гапонов Д.А., Курилова А.Э. Проблемы изучения электромагнитной обстановки в городах России // Естественные и математические науки в современном мире. 2015. №26. С. 198-206.
2. Довгуша В.В., Тихонов М.Н., Довгуша Л.В. Влияние естественных и техногенных электромагнитных полей на безопасность жизнедеятельности // Экология человека. 2009. №12. С. 3-9.
3. Сазонов Э.В., Леденев В.И., Леденева Г.Л. Экологические проблемы современного градостроительства // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2016. №4 (62). С. 53-60.

4. Степанов А.С., Степанова И.А., Ивлева Я.С., Мануев Л.Ю. Экологическая оценка элементов городской радиотелевизионной инфраструктуры по фактору электромагнитного излучения // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. №10 (185). С. 435-437.

5. Рошаль А.С. Расчёт зон электромагнитного облучения от произвольного количества апертурных источников излучения // Инженерный вестник Дона. 2012. №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/842/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/842/)

6. Sienkiewicz Z. Biological effects of electromagnetic fields and radiation. Journal of Radiological Protection. 1998. №18 (3). pp. 185-193.

7. Carpenter D.O. Human disease resulting from exposure to electromagnetic fields. Reviews on Environmental Health. 2013. №28 (4). pp. 159-172.

8. Markov M., Grigoriev Y. Protect children from EMF. Electromagnetic biology and medicine. 2015. №34 (3). pp. 251-256.

9. Bao J., Hu Y. Health effects of radio-frequency electromagnetic fields. Gaodiana Jishu. 2016. №42 (8). pp. 2353-2366.

10. Шеина С.Г., Стародубцева А.С. Устойчивое развитие городов. Комплексный подход к преобразованию городской среды // Инженерный вестник Дона. 2017. №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4114/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4114/)

### References

1. Gaponov D.A., Kurilova A.E. Estestvennye i matematicheskie nauki v sovremennom mire. 2015. №26. pp. 198-206.

2. Dovgusha V.V., Tikhonov M.N., Dovgusha L.V. Ekologiya cheloveka. 2009. №12. pp. 3-9.

3. Sazonov E.V., Ledenev V.I., Ledeneva G.L. Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo. 2016. №4 (62). pp. 53-60.

4. Stepanov A.S., Stepanova I.A., Ivleva Ya.S., Manuev L.Yu. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2015. №10 (185). pp. 435-437



5. Roshal' A.S. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012. №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/842/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/842/)
6. Sienkiewicz Z. Journal of Radiological Protection. 1998. №18 (3). pp. 185-193.
7. Carpenter D.O. Reviews on Environmental Health. 2013. №28 (4). pp. 159-172.
8. Markov M., Grigoriev Y. Electromagnetic biology and medicine. 2015. №34 (3). pp. 251-256.
9. Bao J., Hu Y. Gaodiana Jishu. 2016. №42 (8). pp. 2353-2366.
10. Sheina S.G., Starodubtseva A.S. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017. №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4114/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4114/)