

Экологический мониторинг физического загрязнения территорий на стадии предпроектных работ

И.Ю. Глинянова, Н.В. Асанова, К.Е. Власов

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: Был осуществлен мониторинг напряженности электрического поля на земельном участке, выделенном для ведения садоводства в дачном некоммерческом товариществе (ДНТ) «Луч» Среднеахтубинского района Волгоградской области. Полученные данные ($E=1,16+0,11$ (В/м)) не превышали нормативы для селитебных зон. Медианные значения напряженности электрического поля были в 10-17 раз выше медианных значений исследуемого показателя в сравнении с аналогичными территориями сельской местности в других странах мира. Данные факты могут свидетельствовать о низкочастотном загрязнении территории смешанного типа: антропогенный фактор (автомагистрали, высоковольтные линии электропередач), природный фактор: возможное скрытое месторождение полезных ископаемых, как продукт поствулканической деятельности древнего подземного вулкана в степной зоне Поволжья, что требует дальнейшей широкомасштабной геологоразведки исследуемой территории и возможном изменении статуса земельного участка.

Ключевые слова: мониторинг, напряженность электрического поля, садоводческие товарищества, селитебные зоны.

Введение. Экологический мониторинг физического загрязнения территорий осуществляется в различных регионах РФ. Так, Графкина М.В. и др. акцентировали внимание на исследование электромагнитных полей на застроенных [1] и жилых территориях [2]. Шеремет Р.Д. и др. исследовали напряженность электромагнитного поля в селитебных зонах [3]. Чурикова Е.В. изучала напряженность электрического поля промышленной частоты 50 Гц на территории жилой застройки от воздушных линий электропередачи переменного тока [4]; Литвинова Н.А., Литвинов Д.О., Брюханова Р.Я. проводили анализ характеристик электромагнитного поля разного напряжения по высоте от поверхности земли (выше 1,8 м) от линий электропередач разного класса напряжения в пределах одного населенного

пункта [5]; Микаэльян Е.Ю., Черных В.Н. исследовали электромагнитные поля вдоль участка железной дороги переменного тока [6].

Подобные исследования проводятся за рубежом [7-9].

В этой связи разработаны нормативные документы, которые регламентируют предельно допустимые уровни, например, напряженности электрического поля и др. для населения в различных диапазонах частот (СП 11-102-97; СанПиН 1.2.3685-21), нарушение которых оказывает негативное влияние на здоровье человека, что доказано рядом ученых.

Например, Александровым Ю.А. и др. проведены исследования на предмет влияния электромагнитных излучений от некоторых технических устройств: компьютеров, планшетов, ноутбуков, мобильных телефонов и СВЧ, на организм человека. Авторами установлено, что мобильный телефон является источником повышенного уровня электромагнитных излучений, а наибольшую опасность для здоровья человека представляет СВЧ-печь. Стационарные компьютеры, планшеты и ноутбуки не представляют собой угрозы, поскольку максимальный зафиксированный уровень электромагнитных излучений, по оценкам исследователей, составил 1 мкВт/см^2 [10].

Думанский Ю.Д. осуществлял медико-биологические исследования в лабораторных условиях, искусственно создавая электромагнитные поля промышленной частоты с изучением их влияния на крыс-самцов, в результате чего было показано, например, что действие электрического поля промышленной частоты ($E=1000 \text{ В/м}$) сопровождается дистрофическими и сосудистыми изменениями в тканях головного мозга, миокарда, печени, почек, надпочечников и щитовидной железы [11].

Маслеева О.В. и др. исследовали влияние электромагнитных полей электрических подстанций напряжением 110, 220, 330 кВ с силовыми

трансформаторами мощностью 6,3-1000 на обслуживающий персонал для обеспечения безопасных условий труда [12].

Никитина В.Н. и др. проводили оценку показателя хронического перенапряжения среди населения в селитебных зонах в условиях нагрузки электрических и магнитных полей частотой 50 Гц, создаваемых воздушными линиями электропередач различного напряжения и несколькими типами трансформаторных подстанций закрытого типа, у лиц, проживающих на расстоянии до 300 м от ВЛ 110–220 кВ выявлены статистически достоверные изменения показателя хронического перенапряжения [13].

При этом также установлено влияние радиочастотного излучения на представителей экосистем: растительные сообщества [14], птиц [15] и др.

В этой связи актуальными являются исследования, посвященные экологическому мониторингу физического загрязнения территорий, в области, например, исследования низкочастотных электрических полей на стадии предпроектных работ.

Цель исследования заключалась в изучении напряженности электрического поля (Е,В/м) на земельном участке, выделенном для ведения садоводства в ДНТ «Луч» Среднеахтубинского района Волгоградской области в сентябре 2021 г.

Задачи исследования: измерение напряженности электрического поля; анализ полученных результатов; исследование антропогенных и природных источников физического загрязнения территории; обсуждение полученных результатов.

Материалы и методы Исследование напряженности электрического поля проводилось на земельном участке, выделенном для ведения садоводства. Использовался метод выполнения прямых измерений измерителями параметров электромагнитного поля в диапазоне частот: 30-300 МГц в режиме непрерывного генерирования (ПЗ-34 (Россия)). Прибор

ПЗ-34 зарегистрирован в государственном реестре систем измерений (№ 64925-16) и пользуется популярностью среди других исследователей [16].

Результаты исследования и обсуждение. На рисунке 1 отражена ситуационная карта земельного участка, выделенного для ведения садоводства в ДНТ «Луч» Среднеахтубинского района Волгоградской области.

ДНТ «Луч» расположен в условиях нагрузки двух автомагистралей, а также пересекающий исследуемый земельный участок высоковольтной линии электропередач, которая пересекает земельный участок с востока на запад. При этом стоит отметить, что ДТН «Луч» попадает в зону влияния подземной активной вулканической области в степной зоне, которая была открыта недавно [17].



Рис. 1. - Ситуационная карта местоположения земельного участка, выделенного для ведения садоводства в ДНТ «Луч» Среднеахтубинского района Волгоградской области (границы исследуемого участка в желтом

цвете), (красные линии: автомагистрали), (зеленый цвет: высоковольтная линия электропередач)

На исследуемом земельном участке было проведено 30 замеров. Результаты исследования отражены в таблице 1.

В указанной таблице представлены описательные статистики показателя напряженности электрического поля (E, В/м), измеренного осенью 2021 г.

Таблица № 1

Описательные статистики показателя напряженности электрического поля (E,В/м)

Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Экцесс	Асимметричность
1,161967	0,108026	0,9955	0,76	0,591681	0,350086	0,953782	1,2042

Полученные значения сравнивались с нормативными значениями предельно-допустимого уровня напряженности электрического поля в селитебной зоне по критерию Стьюдента и продемонстрированы в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что P-value меньше 0,05, соответственно, разность между средним значением напряженности электрического поля в селитебной зоне и нормативным значением предельно-допустимого уровня напряженности, статистически значима. Следовательно, можно утверждать, что показатель напряженности электрического поля на исследуемом участке не превышает нормативных значений.

Между тем стоит отметить, что медианные значения напряженности электрического поля (0,9955) были в 10-17 раз выше медианных значений

исследуемого показателя на аналогичных территориях сельской местности в других странах мира [18,19].

Обращается внимание на то, что нагрузку в виде радиочастотного излучения может обеспечивать также автотранспорт, поскольку исследуемый земельный участок расположен в области влияния двух транспортных магистралей, а также одна высоковольтная линия электропередач, пересекающая земельный участок с востока на запад (рисунок 1).

Таблица № 2

Статистическая оценка разности напряженности электрического поля в селитебной зоне и нормативных значений

Сравниваемые значения, (Е, В/м)		Значение критерия Стьюдента	Значимость расчетного значения критерия Стьюдента (P-value)	Выводы
Среднее значение напряженности электрического поля в селитебной зоне	1,162	17,015	1,24728E-16	Так как P-value <0,05, то разность между показателями статистически значима
Нормативное значение предельно-допустимого уровня напряженности электрического поля [10]	3			

При этом, авторы не исключают возможного влияния природного низкочастотного излучения на исследуемом земельном участке, спровоцированного погребенным месторождением полезных ископаемых, как продукта поствулканической деятельности подземного древнего вулкана в современной степной зоне, обнаруженного недавно, что требует широкомасштабной геологоразведки изучаемой территории, поскольку рядом с земельным участком также были установлены геохимические аномалии [20]. Регистрация, например, природных низкочастотных излучений некоторых минералов давно известна [21].

Заключение. Экологический мониторинг физического загрязнения территорий на стадии предпроектных работ на земельном участке, выделенном для ведения садоводства в ДНТ «Луч» Среднеахтубинского района Волгоградской области, не показал превышения нормативных значений по показателю напряженности электрического поля, составившего: $E=1,162\pm 0,10802$ (В/м). При этом, нагрузка низкочастотного загрязнения исследуемого участка имеется, и, по мнению авторов, представлена смешанным типом физического загрязнения: влиянием радиочастотного излучения со стороны автомагистралей, высоковольтной линии электропередач (антропогенный фактор), а также возможным влиянием, обусловленным скрытым месторождением полезных ископаемых ввиду обнаруженных проявлений геохимических аномалий в окрестностях исследуемой территории (природный фактор), что требует геологоразведки исследуемой местности и, в дальнейшем, изменения статуса земельного участка.

Литература

1. Графкина М.В., Нюнин Б.Н., Свиридова Е.Ю., Теряева Е.П. Развитие системы экологического мониторинга электромагнитных и

- инфразвуковых низкочастотных полей на застроенных территориях // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2012. № 4(4). С. 70-76.
2. Grafkina M.V., Sviridova E.Y., Veliyeva E.R. Environmental Monitoring of Electromagnetic Fields in Residential Areas // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 688, All-Russian research-to-practice conference “Ecology and safety in the technosphere: current problems and solutions” 19-21 November 2020, Yurga, Russian Federation. С. 012015. URL: elibrary.ru/item.asp?id=46783451.
 3. Шеремет Р.Д., Глубокова С.В., Гапонов Д.А. О методике изучения и оценки электромагнитной обстановки при территориальном планировании муниципальных образований // Инженерный вестник Дона, 2018, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4792.
 4. Чурикова Е.В. Электромагнитные излучения линий электропередач // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: Всероссийская научно-методическая конференция, 3-5 февраля 2016 г., г. Оренбург / М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. образования "Оренбургский гос. ун-т". - Оренбург: ОГУ, 2016. С. 391-394.
 5. Литвинова Н.А., Литвинов Д.О., Брюханова Р.Я. Исследование напряженности электрического и магнитного полей по высоте зданий от линий электропередач // Успехи современного естествознания. 2017. №4. С. 97-102.
 6. Микаэльян Е.Ю., Черных В.Н. Исследование электромагнитных полей участка железной дороги переменного тока // Инженерный вестник Дона, 2019, №8. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2019/6155.
-

7. Tourab W., Babouri A. Measurement and Modeling of Personal Exposure to the Electric and Magnetic Fields in the Vicinity of High Voltage Power Lines // Safety and Health at Work. 2016. V.7. Issue 2. pp. 102-110. DOI: 10.1016/j.shaw.2015.11.006.
 8. Baltrėnas P., Buckus R., Saulius V. Research and evaluation of the intensity parameters of electromagnetic fields produced by mobile communication antennas // Journal of Environmental Engineering and Landscape Management. 2012. 20(4). pp. 273-284. DOI: 10.3846/16486897.2012.738680.
 9. Tang C., Yang C., Cai R., Ye H., Duan L., Zhang Z., Shi Z., Lin K., Song J., Huang X., Zhang H., Yang J., Cai P. Analysis of the relationship between electromagnetic radiation characteristics and urban functions in highly populated urban areas // Science of The Total Environment. 2019. V. 654. pp. 535-540.
 10. Александров Ю.А., Остапенко А.А., Гентош А.В. Исследование уровня электромагнитных излучений от некоторых технических устройств // Вісник приазовського державного технічного університету. 2014. вып. 28. С. 188-199.
 11. Думанский Ю.Д., Попович В.М., Прохватило Е.В. Гигиеническая оценка электромагнитного поля, создаваемого высоковольтными линиями электропередачи // Гигиена и санитария. 1976. С. 19-23.
 12. Маслеева О.В., Бедретдинов Р.Ш., Эрдили Н.И. Исследование влияния электромагнитного поля при обслуживании электрических подстанций // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2018. № 4. С. 143-150.
 13. Никитина В.Н., Калинина Н.И., Ляшко Г.Г., Плеханов В.П. Исследование электромагнитных полей частот 50 Гц на селитебных территориях и экспертная оценка состояния здоровья населения // Hygiene & Sanitation (Russian Journal). 2019. № 98(6). С. 665-670.
-

14. Waldmann-Selsam C., Waldmann-Selsam C., Balmori-de la Puente A., Breunig H., Balmori A. Radiofrequency radiation injures trees around mobile phone base stations // *Science of the Total Environment*. 2016. pp. 554-569. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.08.045.
 15. Balmori A. Electromagnetic Pollution as a Possible Explanation for the Decline of House Sparrows in Interaction with Other Factors // *Birds*. 2021. №2. pp. 329–337. DOI: 10.3390/birds2030024.
 16. Баландович Б.А., Тулин Н.Ю., Курочкина А.В., Пасеченко А.О. Опыт работы аккредитованной научной лаборатории по проведению измерений физических факторов окружающей среды // *Бюллетень медицинской науки*. 2019. №1 (13). С. 4-7.
 17. Glinyanova I., Asanova N. Research of urban atmospheric aerosols of the Lower Volga under conditions of anthropogenic load and active zones of Earth // *Environmental Science and Pollution Research*. 2022. Vol. 29. Issue 47 (October). pp. 71380-71399. DOI: 10.1007/s11356-022-20865-z.
 18. Josef W., Verloock L., Goeminne F., Vermeeren G., Martens L. Assessment of RF exposures from emerging wireless communication technologies in different environments // *Health physics*. 2012. V. 102. Issue 2. pp. 161-172. DOI: 10.1097/HP.0b013e31822f8e39.
 19. Bhatt C.R., Thielens A., Redmayne M., Abramson G., Billah B., Sim M.R., Vermeulen R., Martens L., Joseph W., Benke G. Measuring personal exposure from 900 MHz mobile phone base stations in Australia and Belgium using a novel personal distributed exposimeter // *Environment International*. 2016. pp. 92–93. DOI: 10.1016/j.envint.2016.03.032.
 20. Глинянова, И. Ю., Фомичев В.Т. Об экологической безопасности населенных пунктов со стороны скрытых источников природного загрязнения // *Социология города*. 2020. № 2. С. 43-57.
-

21. Давыдов В.Ф., Морозов В.Ю., Усачев М.С. Способ геологической разведки минералов. Патент на изобретение № 2732545. Бюллетень №27.2020.14с. URL: patents.s3.yandex.net/RU2732545C1_20200921.pdf.

References

1. Grafkina M.V., Nyunin B.N., Sviridova E.YU., Teryaeva E.P. Stroitel'stvo unikal'nyh zdaniy i sooruzhenij. 2012. № 4(4). pp. 70-76.
2. Grafkina M.V., Sviridova E.Y., Veliyeva E.R. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 688. All-Russian research-to-practice conference "Ecology and safety in the technosphere: current problems and solutions" 19-21 November 2020, Yurga, Russian Federation. pp. 012015. URL: elibrary.ru/item.asp?id=46783451.
3. Sheremet R.D., Glubokova S.V., Gaponov D.A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2018. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4792.
4. Churikova E.V. Vserossijskaya nauchno-metodicheskaya konferenciya, 3-5 fevralya 2016 g., g. Orenburg. 2016. pp. 391-394.
5. Litvinova N.A., Litvinov D.O., Bryuhanova R.YA. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2017. №4. pp. 97-102.
6. Mikael'yan E.YU, Chernyh V.N. Inzhenernyj vestnik Dona. 2019. №8. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2019/6155.
7. Tourab W., Babouri A. Safety and Health at Work. 2016. V.7. Issue 2. pp. 102-110. DOI: 10.1016/j.shaw.2015.11.006.
8. Baltrėnas P., Buckus R., Saulius V. Journal of Environmental Engineering and Landscape Management. 2012. 20(4). pp. 273-284. DOI: 10.3846/16486897.2012.738680.

9. Tang C., Yang C., Cai R., Ye H., Duan L., Zhang Z., Shi Z., Lin K., Song J., Huang X., Zhang H., Yang J., Cai P. *Science of The Total Environment*. 2019. V.654. pp. 535-540.
 10. Aleksandrov YU.A., Ostapenko A.A., Gentosh A.V. *Vicnik priazov'skogo derzhavnogo tekhnichnogo universitetu*. 2014. vyp.28. pp. 188-199.
 11. Dumanskij YU.D., Popovich V.M., Prohvatilo E.V. *Gigiena i sanitariya*. 1976. pp. 19-23.
 12. Masleeva O.V., Bedretdinov R.SH., Erdili N.I. *Trudy NGTU im. R.E. Alekseeva*. 2018. № 4. pp.143-150.
 13. Nikitina V.N., Kalinina N.I., Lyashko G.G., Plekhanov V.P. *Hygiene & Sanitation (Russian Journal)*. 2019. №98 (6). pp. 665-670.
 14. Waldmann-Selsam C., Waldmann-Selsam C. Balmori-de la Puente A. Breunig H., Balmori A. *Science of the Total Environment*. 2016. pp. 554-569. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.08.045.
 15. Balmori A. *Birds*. 2021. №2. pp. 329–337. DOI: 10.3390/birds2030024.
 16. Balandovich B.A., Tulin N.YU., Kurochkina A.V., Pasechenko A.O. *Byulleten' medicinskoj nauki*. 2019. №1 (13). pp. 4-7.
 17. Glinyanova I., Asanova N. *Environmental Science and Pollution Research*. - 2022. Vol. 29. Issue 47 (October). pp. 71380-71399. DOI: 10.1007/s11356-022-20865-z.
 18. Josef W., Verloock L., Goeminne F., Vermeeren G., Martens L. *Health physics*. 2012. V. 102, issue 2. pp. 161-172. DOI: 10.1097/HP.0b013e31822f8e39.
 19. Bhatt C.R., Thielens A., Redmayne M., Abramson G., Billah B., Sim M.R., Vermeulen R., Martens L., Joseph W., Benke G. *Environment International*. 2016. pp.92–93. DOI: 10.1016/j.envint.2016.03.032.
 20. Glinyanova, I. Y., Fomichev V.T. *Sociologiya goroda*. 2020. № 2. pp. 43-57.
-



21. Davydov V.F., Morozov V.Y., Usachev M.S. [Method of geological exploration of minerals]. Byulleten' №27.2020. 14p. URL: patents.s3.yandex.net/RU2732545C1_20200921.pdf.