

# СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО И БИОЛОГИЯ

## AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL SCIENCES

DOI: 10.12731/2658-6649-2019-11-1-25-34

УДК 504.5

### ВЛИЯНИЕ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

*Казакова Н.А., Садретдинова Л.Р., Мухаметшин А.А.*

***Актуальность.** В современном мире появляется все больше путей получения каких-либо ресурсов и это ведет за собой определенные последствия, которые зачастую вызывают загрязнение окружающей среды. На сегодняшний день одним из путей получения энергии являются ветрогенераторы, поэтому изучение их влияния на окружающую среду, в том числе и почву, является весьма актуальным.*

***Цель.** Изучить степень загрязнения почв тяжелыми металлами на территории ветропарка, расположенного в селе Красный Яр Ульяновской области.*

***Материалы и методы.** В основу работы были положены общепринятые в геохимии и почвоведении методы [1–4]. Определение концентрации тяжелых металлов в образцах почвы проводили в агрохимцентре г. Ульяновска на атомно-абсорбционном спектрофотометре. Оценка результатов проводилась по «Перечню ПДК и ОДК химических веществ в почве» (№6229-91, 1991). Статистический анализ полученных данных проводили с использованием общепринятых методов и пакета прикладных программ MS Excel for Windows (2013).*

*Во всех взятых почвенных образцах методом атомно-адсорбционной спектроскопии были определены концентрации следующих тяжелых металлов – Zn, Pb, Cu, Ni, Cd.*

***Результаты.** В ходе наших исследований были получены адекватные результаты, которые отражены в таблице 1. Из полученных данных*

было установлено, что содержание Рв 8,1 мг/кг, у окраины Красного Яра – 9,1 мг/кг, в центре Красного Яра – 10,7 мг/кг. Общесанитарная предельно допустимая концентрация (ПДК) Рв составляет 30 мг/кг. Результаты исследований показывают, что превышения фонового показателя по Рв в селе Красный Яр и у ветропарка не обнаружено.

Наличие Cd было обнаружено во всех почвенных пробах, содержание которого не превышает ПДК (1,0 мг/кг).

Содержание Си также находится в допустимых пределах концентраций. ПДК Zn составляет 100 мг/кг почвы, превышение данного показателя не выявлено ни в одном из мест сбора проб.

Наибольшее содержание Ni обнаружено на окраине села Красный Яр, но показатель не превышает предельно допустимый коэффициент.

**Заключение.** Превышения предельно допустимых концентраций тяжелых металлов выявлено не было, поэтому, благодаря полученным результатам можно сделать вывод, что ветрогенераторы вполне безопасны для почвы и оказывают минимальное влияние на накопление в ней тяжелых металлов, что играет важную роль в экологии участка, выбранного под строительство ветропарка и близлежащих территорий.

**Ключевые слова:** ветрогенераторы; почва; тяжелые металлы; загрязнение; ветропарк.

## INFLUENCE OF WIND GENERATORS ON POLLUTION OF SOILS BY HEAVY METALS

*Kazakova N.A., Sadretdinova L.R., Muhametshin A.A.*

**Topicality.** In the modern world, there are more and more ways to obtain any resources and this leads to certain consequences, which often cause environmental pollution. Today, wind generators are one of the ways to get energy, so the study of their impact on the environment, including the soil, is very relevant.

**Background.** To study the degree of soil pollution with heavy metals on the territory of a wind farm located in Krasny Yar of the Ulyanovsk Region.

**Materials and methods.** The work was based on the methods generally accepted in geochemistry and soil science (GOST 17.4.2.01-81, GOST 17.4.3.01-83, GOST 17.4.3.04-85, GOST 17.4.3.05-86) [1-4]. The determination of the concentration of heavy metals in soil samples was carried out at an atomic ab-

sorption spectrophotometer in the agrochemical center of Ulyanovsk. Evaluation of the results was carried out according to the «List of maximum permitted concentrations and maximum permissible concentrations of chemical substances in the soil» (№6229-91, 1991). Statistical analysis of the data was performed using standard methods and the MS Excel for Windows application package (2013).

In all selected soil samples, atomic adsorption spectroscopy was used to determine the concentrations of the following heavy metals – Zn, Pb, Cu, Ni, Cd.

**Results.** In the course of our research, adequate results were obtained, which are reflected in Table 1. From the obtained data, it was found that the Pb content is 8.1 mg / kg, at the edge of the Krasny Yar – 9.1 mg / kg, in the center of the Krasny Yar – 10 7 mg / kg. The general sanitary maximum permitted concentration (MPC) of Pb is 30 mg / kg. The research results show that there was no excess of the Pb background in Krasny Yar and at the wind farm.

The presence of Cd was detected in all soil samples, the content of which does not exceed the MPC (1.0 mg / kg).

Cu content is also within acceptable limits of concentrations. MPC Zn is 100 mg / kg of soil, the excess of this indicator was not detected in any of the sampling sites.

The highest Ni content was found on the outskirts of the Krasny Yar, but the figure does not exceed the maximum permitted coefficient.

**Conclusion.** Exceeding the maximum permitted concentrations of heavy metals has not been identified, therefore, thanks to the results obtained, it can be concluded that wind generators are completely safe for the soil and have minimal impact on the accumulation of heavy metals in it, which plays an important role in the ecology of the place chosen for the construction of a wind farm and nearby areas .

**Keywords:** wind generators; the soil; heavy metals; pollution; wind farm.

В современном мире человек начинает искать новые источники энергии. Одним из этих источников служит ветер, поэтому в мире сейчас активно устанавливаются ветрогенераторы. Эта научная работа посвящена исследованию связи почв с ветрогенераторами, а именно воздействуют ли они на накопление в почве тяжелых металлов, которые, в свою очередь, оказывают непосредственное влияние на здоровье человека.

Ветроэнергетика – это направление альтернативной энергетики, основанной на использовании возобновляемого источника энергии, которым является ветер. Ветровые электростанции строят в местах с высокой средней скоростью ветра – от 4,5 м/с и выше. Они преобразуют энергию

ветра в электрическую энергию и состоят из нескольких ветрогенераторов, собранных в одном месте. Крупные ветровые электростанции могут состоять из 100 и более ветрогенераторов. Ветровая электроэнергия производится более чем в 70 странах. Лидерами в ее производстве являются США, Испания и Китай [3, с. 38–42].

Есть информация о влиянии ветрогенераторов на птиц: занятие территорий, отпугивание мигрирующих птиц вращающимися элементами ветровых установок и ночным освещением, столкновение птиц с лопастями и вертикальными конструкциями ветряков [5, с. 15]. У человека же может развиваться «Синдром ветрогенератора», а вот информации о влиянии ветрогенераторов на почву крайне мало.

Основными видами отходов от ветроэлектростанций являются отработанные ртутные лампы, твердые бытовые отходы, а также мусор, которые при несвоевременном сборе могут негативно сказываться на состоянии почвенного покрова и служить источником привноса в почву различных загрязняющих веществ [6, с. 57–73].

Чтобы предотвратить процессы негативного изменения биологической активности почв, нарушения ее самовосстанавливающей способности и загрязнения тяжелыми металлами, была проведена оценка экологического состояния территорий вблизи ветрогенераторов.

В исследовании обращено внимание на загрязнение территорий вблизи ветропарка тяжелыми металлами, так как им свойственно накопление и миграция, что негативно сказывается на почве и развитии растений [7, с. 158], а также непосредственно на человеке.

Объектом исследований послужили почвы ветропарка на территории с. Красный Яр г. Ульяновска. Почвенные образцы отбирали в центре села, на его окраине и, конечно, вблизи самих ветрогенераторов. Всего в ветропарке 14 ветрогенераторов.

Исследование тяжелых металлов в почвах ветропарка села Красный Яр проводилось с сентября по ноябрь 2018 года. Результаты данной работы представлены в таблице 1.

*Таблица 1.*

**Содержание тяжелых металлов в почвах района исследований, мг/кг**

	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd
Ветропарк	13,2	29,2	35,7	8,1	0,14
Окраина села	15,4	32,6	36,5	9,1	0,14
Центр села	9,8	46,4	32,0	10,7	0,10

На рис. 1 отмечены места сбора исследуемых образцов почвы



**Рис. 1.**

На рис. 2 изображена панорама одного из мест сбора материала.



**Рис. 2.**

При анализе проб почв на территории ветропарка установлено содержание  $\text{Cu}$  13,2 мг/кг, на окраине села – 15,4 мг/кг, и в центре – 9,8 мг/кг.

Общесанитарная предельно допустимая концентрация по Cu составляет 55 мг/кг и по данному показателю превышений не выявлено. Содержание Zn и Ni исследуемых территорий также находится в допустимых пределах концентраций. Наибольшее накопление Pb обнаружено в пробах почв центральной части села – 10,7 мг/кг, наименьшее на территории ветропарка – 8,1 мг/кг, стоит отметить, что ПДК – 30 мг/кг превышен не был. Наличие Cd было обнаружено во всех почвенных пробах исследуемых территорий, содержание которого не превышает ПДК (1,0 мг/кг). Территорию исследуемых территорий можно отнести к территориям умеренного риска, которым требуется постоянный экологический мониторинг.

При тщательном учете и минимизации всех возможных факторов отрицательного воздействия ветроэлектростанций на окружающую среду на всех этапах их жизненного цикла, ветроэнергетика сегодня – один из самых безопасных видов электрогенерации.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-44-72000/18*

#### **Список литературы**

1. ГОСТ 17.4.2.01-81 Охрана природы (ССОП). Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния (с Изменением N 1).
2. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к отбору проб.
3. ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.
4. ГОСТ 17.4.3.05-86 Охрана природы (ССОП). Почвы. Требования к сточным водам и их осадкам для орошения и удобрения.
5. Говорушко С.М. Воздействие ветровых электростанций на окружающую среду // Альтернативная энергетика и экология №4, 2011. С. 38–42.
6. Ермоленко Г., Гордеев И., Рыженков М., Никомарова А., Богородицкая Н. Развитие сетевых ветряных электростанций в России на примере пилотного проекта сетевой ветроэлектростанции «ВЭС Мирный» в Ейском районе Краснодарского края // Энергетический вестник. №18, 2014. С. 57–73.
7. Коровина Е.В., Сатаров Г.А. Оценка состояния почвенного покрова урбоэкосистемы // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. №3 (17). 2009. С. 157–161.
8. Безносков В.Н., Суздалева А.Л., Эль-Шаир Хаям И.А. Оценка экологической безопасности объектов ветроэнергетики // Малая энергетика. 2011. № 3–4. С. 37–43.

9. Бубенчиков А.А., Демидова Н.Г., Мальков Н.Г. Экологическая экспертиза ветроэнергетической установки // Молодой ученый. 2016. №28.2. С. 31–35. <https://moluch.ru/archive/132/37006/> (дата обращения: 09.01.2019).
10. Burton T., Sharpe D., Jenkins N., Bossany: Handbook of wind energy. England: John Wiley and Sons, LTD, 2009. 616 p.
11. Горлов П.И., Сиохин В.Д., Осадчий В.В., Васильев В.М., Мацюра А.В., Баджи Р. Методики изучения миграций птиц на территориях ветровых электростанций // Біологічний вісник, 2016, №1. С. 15.
12. Environment Protection and Heritage Council (EPHC) (2010). National Wind Farm Development Guidelines – Public Consultation Draft. Commonwealth of Australia; Adelaide.
13. Ермоленко Б.В. Экологические аспекты ветроэнергетики / Б.В. Ермоленко, Г.В. Ермоленко, М.А. Рыженков. // Теплоэнергетика. 2011. № 11. С. 72–78.
14. Ермоленко Г.В. Реализация проектов ветроэнергетики в России; Институт энергетики НИУ ВШЭ. 2015. 13 с.
15. Иванайский А.В., Асаева Т.А., Асаев А.С. Развитие новых технологий в ветроэнергетике // Комплексные проблемы развития науки, образования и экономики региона. № 1 (6), 2015, С. 145–152.
16. Keith D.W., DeCarolis J.F., Denkenberger D.C., Lenschow D.H., Malyshev S.L., Pacala S., Rasch P.J. The influence of large-scale wind power on global climate // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2004. Iss. 46.
17. Кириллин В.А. Энергетика. Главные проблемы. Москва: Знание, 1990. С. 128.
18. Литвиненко А.М. Проектирование ветроэлектростанций / А.М. Литвиненко, А. В. Тихунов, Воронеж 2003. 96 с.
19. Macintosh A and Downie C. Wind Farms: the facts and the fallacies, The Australia Institute :Discussion Paper No. 91, 2006.
20. McGowan J.G., Rogers A.I., Manwell J.F. Wind Energy Explained: Theory, Design and Application England: John Wiley and Sons, LTD, 2009. 690 p.
21. Рыженков М.А. Экологическая оценка воздействия ВЭС на окружающую среду в процессе эксплуатации // Успехи в химии и химической технологии, Том XXV. №10 (126), 2011. С. 28–32.
22. Степанцева О. Новые проекты в ветроэнергетике // Энергетический вестник №8, 2010. С. 43–45.
23. Dr. Yang (Missouri Western State University). A Conceptual Study of Negative Impact of Wind Farms to the Environment // The Technology Interface Journal. 2009. Iss. 1.

24. Wind Energy Factsheets. European Wind Energy Association, 2010.
25. While generating green electricity, wind power might also help crops // Ewea blog. Breath of FRESHAIR. <http://www.ewea.org/blog/2011/01/while-generating-green-electricity-wind-power-might-also-help-crops/> (дата обращения: 21.12.18).

### References

1. *GOST 17.4.2.01-81 Ohrana prirody (SSOP). Pochvy. Nomenklatura pokazatelej sanitarnogo sostoyaniya (s Izmeneniem N 1)* [GOST 17.4.2.01-81 Nature Conservation (SSOP). Soils. The nomenclature of indicators of a sanitary condition (with Change N 1)].
2. *GOST 17.4.3.01-83 Ohrana prirody (SSOP). Pochvy. Obshchie trebovaniya k otboru prob* [GOST 17.4.3.01-83 Nature Conservation (SSOP). Soils. General requirements for sampling].
3. *GOST 17.4.3.04-85 Ohrana prirody (SSOP). Pochvy. Obshchie trebovaniya k kontrolyu i ohrane ot zagryazneniya* [GOST 17.4.3.04-85 Nature Conservation (SSOP). Soils. General requirements for control and protection from pollution].
4. *GOST 17.4.3.05-86 Ohrana prirody (SSOP). Pochvy. Trebovaniya k stochnym vodam i ih osadkam dlya orosheniya i udobreniya* [GOST 17.4.3.05-86 Nature Conservation (SSOP). Soils. Wastewater and sediment requirements for irrigation and fertilization].
5. Govorushko S.M. *Al'ternativnaya ehnergetika i ehkologiya* №4, 2011, pp. 38–42.
6. Ermolenko G., Gordeev I., Ryzhenkov M., Nikomarova A., Bogorodickaya N. *EHnergeticheskij vestnik* №18, 2014, pp. 57–73.
7. Korovina E.V., Satarov G.A. *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki*. №3 (17). 2009. P. 157-161.
8. Beznosov V. N., Suzdaleva A. L., EHI'-SHair Hayam I. A. *Malaya ehnergetika*. 2011. № 3–4, pp. 37–43.
9. Bubenchikov A.A., Demidova N.G., Mal'kov N.G. *Molodoj uchenyj*. 2016. №28.2, pp. 31–35. <https://moluch.ru/archive/132/37006/>
10. Burton T., Sharpe D., Jenkins N., Bossany: Handbook of wind energy. England: John Wiley and Sons, LTD, 2009. 616 p.
11. Gorlov P.I., Siohin V.D., Osadchij V.V., Vasil'ev V.M., Macyura A.V., Badzhi R. *Biologichnij visnik*, №1. 2016. P. 15.
12. Environment Protection and Heritage Council (EPHC) (2010). National Wind Farm Development Guidelines – Public Consultation Draft. Commonwealth of Australia; Adelaide.
13. Ermolenko B.V., Ermolenko G.V., Ryzhenkov M.A. *Teploehnergetika*. 2011. № 11, pp. 72–78.



14. Ermolenko G.V. *Realizatsiya proektov vetroehnergetiki v Rossii* [Implementation of wind power projects in Russia]. 2015. 13 p.
15. Keith D.W., DeCarolis J.F., Denkenberger D.C., Lenschow D.H., Malyshev S.L., Pacala S., Rasch P.J. The influence of large-scale wind power on global climate // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2004. Iss. 46.
16. Ivanayskiy A.V., Asaeva T.A., Asaev A.S. *Kompleksnyye problemy razvitiya nauki, obrazovaniya i ekonomiki regiona*. № 1 (6), 2015, pp. 145–152.
17. Kirillin V.A. *Ehnergetika. Glavnyye problemy* [Energy. The main problems]. Moskva: Znanie, 1990. P.128.
18. Litvinenko A.M., Tikunov A.V. *Proektirovanie vetroehlektrogeneratorov* [Design of wind power generators]. Voronezh, 2003. 96 p.
19. Macintosh A and Downie C. Wind Farms: the facts and the fallacies, The Australia Institute: Discussion Paper No. 91, 2006/
20. Ryzhenkov M.A. *Uspekhi v himii i himicheskoy tekhnologii*, V. XXV. №10 (126), 2011, pp. 28–32.
21. McGowan J.G., Rogers A.I., Manwell J.F. *Wind Energy Explained: Theory, Design and Application* England: John Wiley and Sons, LTD, 2009. 690 p.
22. Dr. Yang (Missouri Western State University). A Conceptual Study of Negative Impact of Wind Farms to the Environment. *The Technology Interface Journal*. 2009. Iss. 1.
23. Wind Energy Factsheets. European Wind Energy Association, 2010.
24. While generating green electricity, wind power might also help crops // Ewea blog. Breath of FRESHAIR. <http://www.ewea.org/blog/2011/01/while-generating-green-electricity-wind-power-might-also-help-crops/>
25. Stepanceva O. *Energeticheskii vestnik*, №8. 2010, pp. 43–45.

#### ДАнные ОБ АВТОРЕ

**Казакова Наталья Анатольевна**, к. б. н., доцент

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова»*

*Площадь Ленина, 4, г. Ульяновск, 432071, Российская Федерация  
nakaz17@mail.ru*

**Садретдинова Лилия Рушановна**, студент

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»*

*Площадь Ленина, 4, г. Ульяновск, 432071, Российская Федерация  
lilek1998sr@mail.ru*

**Мухаметшин Айзат Асхатович**, студент

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»  
Площадь Ленина, 4, г. Ульяновск, 432071, Российская Федерация  
nokiaaizat.2011@yandex.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Kazakova Natalya Anatolevna**, BD, docent

*Ulyanovsk State Pedagogical University  
4, Lenin square, Ulyanovsk, 432071, Russian Federation  
nakaz17@mail.ru  
SPIN-code: 9025-0693  
ORCID: 0000-0001-9303-6333  
ResearcherID: N-8058-2016*

**Sadretdinova Liliya Rushanovna**, student

*Ulyanovsk State Pedagogical University  
4, Lenin square, Ulyanovsk, 432071, Russian Federation  
lilek1998sr@mail.ru  
ORCID: 0000-0003-3054-4896  
ResearcherID: A-7345-2019*

**Muhametshin Aizat Askhatevich**, student

*Ulyanovsk State Pedagogical University  
4, Lenin square, Ulyanovsk, 432071, Russian Federation  
nokiaaizat.2011@yandex.ru  
ORCID: 0000-0001-5979-8131  
ResearcherID: A-7329-2019*