

УДК [621.311:621.548.4]:614.7

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЕТРОДИЗЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ЭКОСИСТЕМЫ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

© 2015 г. Е. Н. Соснина, О. В. Маслеева, А. В. Шалухо, И. А. Липужин

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева, г. Нижний Новгород

При электрификации восточных регионов России важная роль отводится малой распределенной энергетике. В связи с этим актуальным является сооружение ветродизельных электрических станций (ВДЭС), влияние которых на человека и окружающую среду пока мало изучено. В статье приведены результаты теоретического исследования негативного воздействия ВДЭС на здоровье населения и экосистемы территорий Востока России, не охваченных централизованным электроснабжением. Выполнена оценка показателей загрязнения атмосферного воздуха (удельные и абсолютные значения приведенных масс годового выброса вредных веществ, величины эмиссии парниковых газов, образования кислотных осадков, веществ, вызывающих эвтрофикацию) и физического загрязнения (шум, электромагнитное поле) при эксплуатации ВДЭС различной установленной мощности. Расчеты проведены для 692 типов дизельных двигателей и 97 моделей ветроэнергетических установок. Полученные результаты сопоставлены с уровнем загрязнения окружающей среды при работе крупных тепловых электростанций. Приведены графические зависимости приведенных масс выбрасываемых вредных веществ от мощности дизельных двигателей, уровня шума, создаваемого ветроэнергетической установкой, удаленности расчетной точки и мощности энергоустановки, а также соотношение масс годового выброса вредных веществ в атмосферу при работе ВДЭС и крупных тепловых электростанций. Показано, что электрификация восточных регионов России на основе развития малой распределенной энергетике будет иметь экологическую направленность.

Ключевые слова: выбросы вредных веществ, кислотные осадки, эвтрофикация, уровень шума, электромагнитное поле, экосистема, ветродизельная электростанция

ECOLOGICAL IMPACT OF WIND-DIESEL POWER PLANTS ON ECOSYSTEM AND POPULATION HEALTH

E. N. Sosnina, O. V. Masleeva, A. V. Shalukho, I.A. Lipuzhin

Nizhny Novgorod State Technical University name after R. E. Alekseev, Nizhny Novgorod, Russia

In electrification of the Eastern regions of Russia, an important part is assigned to the small-scale power distributed generation. In this regard, it is actual to construct wind-diesel power plants (WDPP), which impact on humans and environment is so far poorly studied. The results of a theoretical research of WDPP negative impact on health of the population and ecosystem of the territories of the East of Russia which were not covered by the centralized power supply have been given in the article. The assessment of indicators of atmospheric air pollution (specific and absolute values of the specified mass of annual emission of harmful substances, volumes of greenhouse gases emission, formation of acid rainfall, substances causing eutrophication) and physical pollution (noise, electromagnetic field) during use of WDPP of various rated capacity. Calculations have been done for 692 types of diesel engines and 97 models of wind power installations. The received results were compared with the level of environmental pollution during work of large thermal power plants. There have been given graphic dependences of the specified mass of the emitted harmful substances on power of the diesel engines, a noise level created by the wind power installations, on remoteness of settlements and power of the power installations, as well as a ratio of volume of harmful substances annual emission in the atmosphere during work of WDPP and the large thermal power plants. It has been shown that electrification of the Eastern regions of Russia on the basis of development of small-scale power distributed generation would have an ecological focus.

Keywords: emissions of harmful substances, acid rainfall, eutrophication, noise level, electromagnetic field, ecosystem, wind-diesel power plant.

Библиографическая ссылка:

Соснина Е. Н., Маслеева О. В., Шалухо А. В., Липужин И. А. Экологическое воздействие ветродизельных электростанций на экосистемы и здоровье населения // Экология человека. 2015. № 12 С. 3–9.

Sosnina E. N., Masleeva O. V., Shalukho A. V., Lipuzhin I. A. Ecological Impact of Wind-Diesel Power Plants on Ecosystem and Population Health. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2015, 12, pp. 3-9.

Восточные регионы России (Дальний Восток, Восточная Сибирь) относят к экологически благополучным. Они обладают многочисленными объектами природного наследия, разнообразным животным и растительным миром. Эти территории вносят огромный вклад в поддержание глобальных функций биосферы, являясь своеобразным фильтром для загрязненных потоков воздуха [4]. Вместе с тем восточные регионы рассматриваются как стратегический

потенциал для топливно-энергетического комплекса страны. В этих районах добываются 75 % нефти, 92 % газа, 15 % угля. К 2025 году намечается значительное их развитие. Прогнозируемое увеличение численности населения и количества объектов, нуждающихся в гарантированном электроснабжении, потребует широкомасштабной электрификации территорий [7]. При этом важная роль отводится малой распределенной энергетике.

Большинство экосистем восточных регионов характеризуются повышенной уязвимостью, и даже относительно небольшая антропогенная нагрузка может стать причиной необратимых изменений их естественных качеств [19]. Увеличение числа объектов электроэнергетики, обеспечивающих производство и распределение электроэнергии, приведет к повышению концентрации вредных веществ в атмосфере, увеличению уровня шума и электромагнитных полей, что может негативно сказаться на здоровье населения и экосистемах.

Решение социально-экономических задач должно иметь экологическую направленность, то есть обеспечивать сохранение окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов [9]. Развитие малой распределенной энергетики предполагает строительство в непосредственной близости от потребителей генерирующих энергоустановок малой мощности, преимущественно ветродизельных электростанций (ВДЭС) [21]. Вопросы негативного воздействия объектов малой распределенной энергетики, в том числе ВДЭС, на человека и окружающую среду пока мало изучены. Их размещение вблизи мест постоянного нахождения людей обуславливает актуальность и необходимость проведения настоящих исследований.

Цель исследований заключалась в изучении экологического воздействия на здоровье населения и окружающую среду восточных регионов России ветродизельных электростанций. Задачи исследования состояли в экологической оценке загрязнения атмосферы и физического загрязнения от ВДЭС.

Методы

Объектом исследования явились населенные пункты восточных регионов страны в условиях действия таких возникающих при работе ВДЭС вредных факторов, как загрязнение атмосферы, шум, электромагнитные поля.

Выполнены расчеты приведенных масс выбрасываемых вредных веществ, удельных величин эмиссии парниковых газов, образования кислотных осадков и эвтрофикации (насыщение водоемов биогенными элементами) для 692 типов дизельных двигателей мощностью от 10 до 1 000 кВт, которые могут быть использованы в составе ВДЭС.

Поскольку выхлопные газы дизельных двигателей содержат вредные вещества, имеющие различные величины предельно допустимой концентрации, их суммарное токсичное воздействие на человека принято оценивать по величине приведенной массы выброса [6].

Для определения приведенных масс годового выброса вредных веществ в атмосферу (M) и предельно допустимой концентрации вредных веществ (ПДК_{сс}, ПДК_{крз}) рассчитаны значения показателя относительной агрессивности (A):

$$A_i = a_i \cdot \alpha_i \cdot \delta_i \cdot \lambda_i \cdot \beta_i, \quad (1)$$

где a_i — показатель относительной опасности при-

сутствия примеси в воздухе, вдыхаемом человеком (безразмерная величина); α_i — поправка, учитывающая вероятность накопления исходной примеси или вторичных загрязнителей в компонентах окружающей среды (безразмерная величина); δ_i — поправка, учитывающая действие на различные рецепиенты помимо человека (безразмерная величина); λ_i — поправка на вероятность вторичного заброса примесей в атмосферу после их оседания на поверхностях (безразмерная величина); β_i — поправка на вероятность образования при участии исходных примесей, выброшенных в атмосферу, других (вторичных) загрязнителей, более опасных, чем исходные (безразмерная величина).

Приведенные массы годового выброса вредных веществ в атмосферу (M) [1] определялись по формуле:

$$M = \sum (A_i \cdot m_i), \quad (2)$$

где i — вид загрязняющего вещества ($i = 1 \dots N$); m_i — масса годового выброса примеси i -го вида в атмосферу (т/год); A_i — показатель относительной агрессивности примеси i -го вида (усл. т/т); N — общее число примесей, выбрасываемых источником в атмосферу.

Для расчета удельной величины эмиссии парниковых газов были использованы статистические данные коэффициентов выбросов для различных видов топлива [12] с учетом коэффициентов годовой эмиссии диоксида углерода (CO_2) в атмосферу [20].

Удельные величины образования кислотных осадков и эвтрофикации были рассчитаны на основе средних удельных величин выбросов вредных веществ в атмосферный воздух [10] и с учетом потенциалов их образования [16].

Основным источником шума при работе ВДЭС является ветроэнергетическая установка (ВЭУ). Выполнены расчет уровня шума у источника и оценка изменения уровня шума по мере удаления от источника для 97 ВЭУ горизонтального типа в диапазоне мощностей от 1 до 1 000 кВт.

Расчеты основаны на использовании выражения для уровня звуковой мощности ВЭУ с учетом фонового шума [2]:

$$L_{PA} = L_{Am} + 10 \cdot \lg \frac{4\pi R_1^2}{S_0} - K_0, \quad (3)$$

где L_{PA} — уровень звуковой мощности, дБА; L_{Am} — измеренный уровень фонового шума, дБА; R_1 — наклонное расстояние в метрах от центра ветроколеса до точки установки микрофона, м; S_0 — базовая площадь (принимается 1 м²); K_0 — корректирующая поправка, соответствующая давлению, которое возникает при измерении уровня звукового давления на наземной плите (принимается 6 дБА).

Для ВЭУ горизонтального типа:

$$R_1 = H + \frac{D}{2}, \quad (4)$$

где H — высота до оси ротора, м; D — диаметр ротора, м.

Конструктивные параметры ВЭУ определены из информационной базы данных по энергоустановкам на возобновляемых источниках энергии [14]. Уровень фонового шума, складывающегося из шума ветра и посторонних фоновых шумов, оценен на основе шумовых характеристик [3] и принят равным 27 дБА.

Для оценки изменения уровня шума по мере удаления от ВЭУ использовано выражение [13]:

$$L = L_{pa} - 20 \cdot \log(r) + 10 \cdot \log(f) - \beta a \cdot r - 10 \cdot \log(\Omega), \quad (5)$$

где L – уровень шума в расчетной точке, дБА; r – расстояние от источника шума до расчетной точки, м; f – фактор направленности (принимается равным 1); βa – коэффициент поглощения звука в воздухе (принимается 0,01 дБА/м); Ω – пространственный угол излучения источника (принимается 4π рад).

Допустимый уровень шума определялся по СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [17].

При статистической обработке результатов расчета использовано программное обеспечение Microsoft Excel 2007.

Результаты

При эксплуатации ВДЭС источником загрязнения атмосферного воздуха является только дизельный двигатель. Его работа сопровождается выбросами в атмосферу таких вредных веществ, как оксиды азота (NO_2 и NO), оксид углерода (CO), углеводороды (CH), диоксид серы (SO_2), формальдегид (CH_2O), сажа (C). В табл. 1 приведены необходимые в расчете приведенных масс выбрасываемых вредных веществ значения ПДК, поправок и показателя относительной агрессивности для этих веществ для дизельных двигателей.

Таблица 1
Значения расчетных величин для выбрасываемых в атмосферу веществ

Вещество	ПДК _{сс}	ПДК _{крз}	α_i	α_j	δ_i	λ_i	β_i	A_i
NO_2	0,085	0,04	133	1	1,5	1	1	199
NO	0,04	2	27,4	1	1,5	1	1	41,1
CO	3	20	1	1	1	1	1	1
CH	1,2	600	0,29	1	1	1	1	0,29
SO_2	0,05	10	11	1	2	1	1	22
CH_2O	0,035	0,003	756	1	1	1	1	756
C	0,05	4	17,3	2	1,2	1	1	41,5

Результаты расчета приведенных масс выбрасываемых вредных веществ для 692 дизельных двигателей установленной мощностью от 10 до 1 000 кВт показаны на рис. 1.

Зависимость приведенных масс выброса вредных веществ от установленной мощности дизельных двигателей в составе ВДЭС представлена в табл. 2.

Удельные значения приведенной массы выбрасываемых вредных веществ, отнесенные к единице мощности (т/год кВт), для дизельных двигателей приведены на рис. 2.

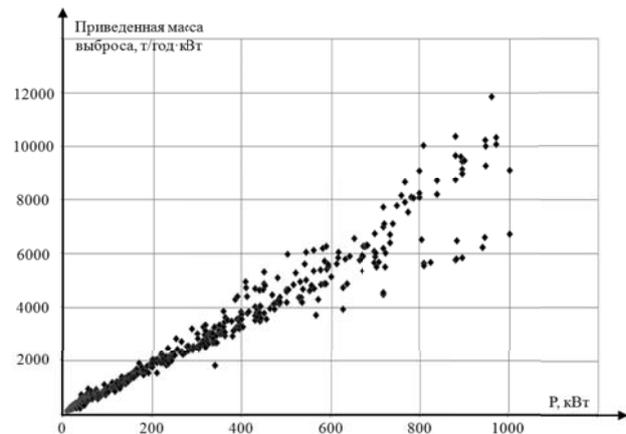


Рис. 1. Зависимость приведенной массы выбрасываемых вредных веществ от мощности (P) дизельных двигателей

Таблица 2
Зависимость приведенных масс выброса вредных веществ от установленной мощности дизельных двигателей в составе ветродизельных электрических станций

Установленная мощность дизельных двигателей в составе ВДЭС, кВт	Приведенные массы выброса вредных веществ, т/год
от 400 до 600	от 3000 до 6000
от 600 до 800	от 4000 до 8000
от 800 до 1000	от 5800 до 11800

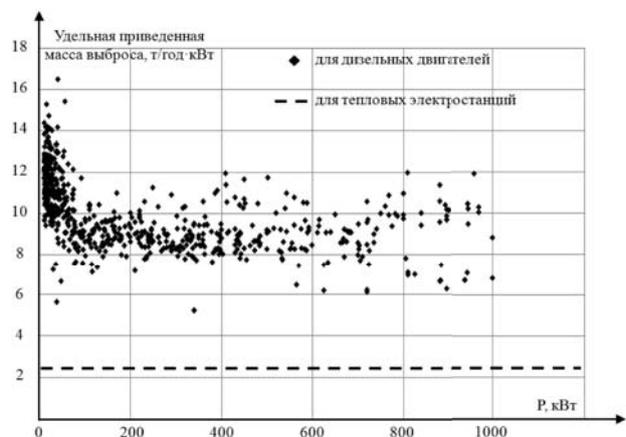


Рис. 2. Удельная приведенная масса вредных веществ для дизельных двигателей

Известно, что объекты малой распределенной энергетики имеют большие удельные показатели по сравнению с объектами крупной энергетики (традиционные электростанции). Это подтверждается результатами расчетов. Так, удельные приведенные массы выброса вредных веществ при работе дизельных двигателей в составе ВДЭС в 3–8 раз превышают известные значения [11] удельных показателей выброса вредных веществ при работе крупных тепловых электростанций (ТЭС).

В табл. 3 сведены результаты расчета удельных величин эмиссии парниковых газов, образования кислотных осадков и эвтрофикации для ветровых и дизельных электростанций в сравнении со средними

значениями для ТЭС (установленной мощностью до 1 000 МВА).

Таблица 3
Удельные величины эмиссии парниковых газов, образования кислотных осадков, эвтрофикации

Источник энергии	Удельная величина эмиссии парниковых газов, кг CO ₂ экв/ кВт·ч	Удельная величина образования кислотных осадков, г SO ₂ экв / кВт·ч	Удельная величина эвтрофикации, г (PO ₄) ³⁻ экв / кВт·ч
ТЭС	0,294	2,73	0,17
Ветровые ЭС	0	0	0
Дизельные ЭС	0,202	5,39	1,15

Из данных табл. 3 следует:

- удельная величина эмиссии парниковых газов для ТЭС превышает аналогичную величину для ВДЭС примерно в 1,45 раза;
- удельные выбросы кислотных осадков от дизельных двигателей превышают удельные величины для ТЭС почти в 2 раза;
- удельные выбросы веществ, вызывающих эвтрофикацию, от дизельных двигателей более чем в 6,5 раза выше удельных величин для ТЭС.

То есть удельные выбросы кислотных осадков и веществ, вызывающих эвтрофикацию, для ВДЭС будут выше, чем при работе ТЭС.

На рис. 3 представлены результаты расчета уровней шума в зависимости от удаленности расчетной точки для 97 ВЭУ горизонтального типа мощностью от 1 до 1 000 кВт.

Допустимое значение уровня шума (L_{доп}) составляет 45 дБА. Из представленных результатов видно, что уровень шума у ВДЭС может достигать 90 дБА, но по мере удаления его уровень снижается. Чем меньше мощность ВЭУ, тем меньшее удаление от источника необходимо для достижения допустимого значения. Для большинства ВЭУ мощностью до 500 кВт уровень шума снижается до допустимого значения при удалении расчетной точки на 80–100 м.

Обсуждение результатов

Известно, что выбросы вредных веществ при работе электростанций на органическом топливе

представляют наибольшую опасность для здоровья населения вследствие своей токсичности. Использование дизельного двигателя в составе ВДЭС сопровождается выхлопными газами, содержащими вредные вещества. Оксиды азота (NO₂ и NO) могут частично окисляться до двуокиси (NO₂). Диоксид азота оказывает раздражающее действие на дыхательные пути и слизистую оболочку глаза. Воздействие оксида углерода (CO) может повлечь изменение состава крови (вытесняет молекулы O₂ в гемоглобине) и привести к нарушению нервной деятельности. Углеводороды (СН) могут влиять на эндокринный аппарат организма, сердечно-сосудистую систему, нарушать функции печени, приводят к снижению в крови содержания гемоглобина и эритроцитов. Вдыхание паров формальдегида (СН₂О) отрицательно влияет на работу дыхательной, зрительной, нервной систем. При длительном воздействии на организм человека может возникнуть подавленное психическое состояние, мигрень, затрудняется дыхание. Сажа (С) может выступать в качестве универсального переносчика разнообразных химических агентов различной степени токсичности в организм человека.

Диоксид серы (SO₂) и оксиды азота (NO_x) – газы, способные образовывать кислотные осадки. Выпадение кислотных осадков, вызванное поступлением в атмосферу кислых газов, является причиной широкого спектра негативных последствий: вред, наносимый лесам, озерам и экосистемам, вырождение популяций рыб, разрушение зданий и исторических памятников. Кроме того, содержание SO₂ в воздухе является маркером экспозиции для оценки особенностей влияния промышленных загрязнений на здоровье работающих на открытой территории [18].

Эвтрофикация представляет собой процесс увеличения содержания биогенных веществ в водных системах. Она может привести к тому, что некоторые виды растений начнут бурно развиваться, в то время как другие постепенно исчезать.

Результаты расчета показывают, что удельные приведенные массы годового выброса вредных веществ в атмосферу для ВДЭС выше, чем для крупных тепловых электростанций. Также расчеты показали, что для ВДЭС будут выше удельные значения вы-

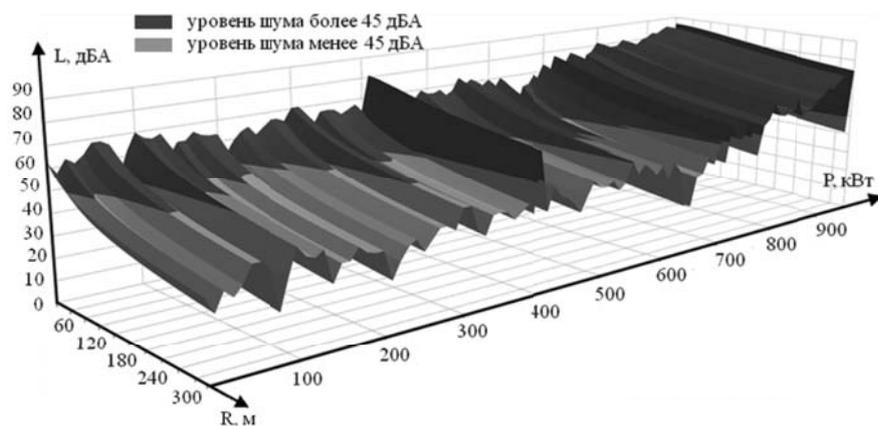


Рис. 3. Зависимость уровня шума (L), создаваемого ветроэнергетической установкой в составе ветродизельной электростанции, от удаленности расчетной точки (r) и мощности ВЭУ (P)

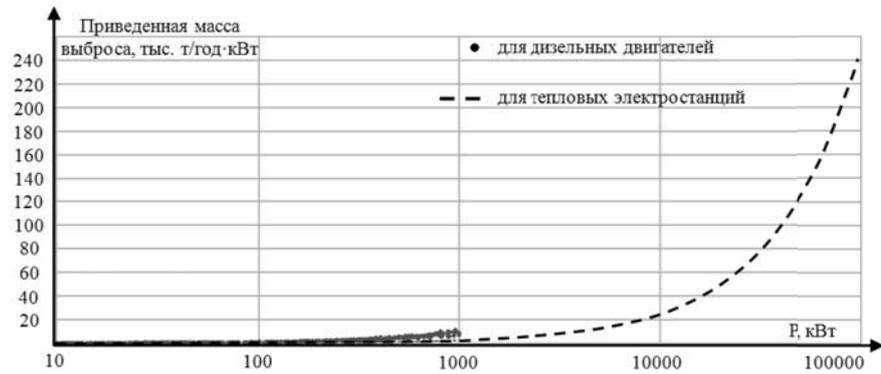


Рис. 4. Массы годового выброса вредных веществ в атмосферу при работе ветродизельных электростанций и крупных тепловых электростанций

бросов кислотных осадков и веществ, вызывающих эвтрофикацию.

Однако воздействие ВДЭС носит чисто локальный характер. Радиус воздействия в зависимости от мощности ВДЭС составляет от 15 до 100 км (при радиусе воздействия ТЭС до 1 500 км). Вследствие этого в большинстве случаев нельзя суммировать воздействие от нескольких ВДЭС. Поэтому в абсолютных величинах у крупных ТЭС массы годового выброса вредных веществ в атмосферу, как и массы кислотных осадков и эвтрофикации, будут значительно выше (рис. 4).

Из рис. 4 следует, что при мощности ТЭС более 5 МВт приведенная масса выброса вредных веществ будет превышать величину выброса для анализируемых дизельных двигателей. Время нахождения газов в атмосфере будет гораздо продолжительнее за счет высоких (до 300 м) труб, что увеличивает вероятность образования кислотных дождей и сокращения концентрации кислорода в воде.

Значительное действие на организм человека оказывает шум. Влияние шума на здоровье может быть различным — от простого раздражения до серьезных патологических заболеваний всех внутренних органов и систем [5]. Шумовой раздражитель также негативно влияет на нервную систему человека, сердечно-сосудистую систему, вызывает сильное раздражение. Повышенный шум может стать причиной бессонницы, быстрого утомления, агрессивности, влиять на репродуктивную функцию и способствовать серьезному расстройству психики.

Из результатов расчетов уровня шума для ВЭУ следует, что при эксплуатации ВДЭС уровень шума уменьшается до допустимой величины на расстоянии 80–100 м от энергоустановки. То есть при ширине санитарной зоны 100 м шум в жилых домах не превышает допустимых значений. Для сравнения, уровень шума снаружи здания ТЭС в среднем составляет 50–55 дБА при допустимом значении 45 дБА. Но все виды ТЭС удалены от потребителей на достаточно большие расстояния (десятки километров).

К экологическим достоинствам применения ВДЭС в системах электроснабжения потребителей восточных регионов можно отнести следующее.

ВДЭС вырабатывают электроэнергию на напряжении 0,4 кВ и не являются источником электромагнитного поля промышленной частоты. Объекты крупной энергетики (воздушные линии 110 кВ и

трансформаторные подстанции) создают электромагнитные поля. При длительном пребывании человека в электромагнитном поле могут возникнуть неблагоприятные физиологические изменения, связанные с воздействием на нервную и сердечно-сосудистую систему (изменение давления, пульса, аритмия).

Леса играют важную роль в жизни людей, поскольку 1 га леса поглощает 4 т/год CO_2 и 30–50 т пыли/год. Средняя продуктивность леса составляет 7 т/га год [15]. Значительные площади восточных регионов заняты лесами. При строительстве высоковольтных линий электропередач (ЛЭП) протяженностью 100 км необходимо вырубить 200 га леса [8]. Размещение ВДЭС в непосредственной близости от потребителей не требует строительства ЛЭП и, следовательно, вырубки лесов.

Проведенные теоретические исследования позволяют сделать вывод о том, что электрификация восточных регионов России на основе развития малой распределенной энергетики в целом будет иметь экологическую направленность. Антропогенная нагрузка при эксплуатации ВДЭС значительно ниже, чем от объектов централизованной энергетики.

Однако исследование фактических данных воздействия ВДЭС на экологию с последующей разработкой мер по снижению этого воздействия для восточных регионов страны остается весьма актуальной задачей.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (соглашение № 14.574.21.0009 о предоставлении субсидии от 17.06.2014, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57414X0009).

Список литературы

1. Арбузов В. В., Грузин Д. П., Симакин В. И. Экономика природопользования и природоохраны. Пенза : Пензенский государственный университет, 2004. 251 с.
2. ГОСТ Р 54418.11-2012. Возобновляемая энергетика. Ветроэнергетика. Установки ветроэнергетические. Ч. 11. Методы измерения акустического шума. 2014-01-01. М. : Стандартинформ, 2013.
3. Каталог ветрогенераторов / Производственная компания ALTAL. URL: <http://www.altalgroup.com> (дата обращения: 10.11.2014).
4. Корчина Т. Я., Корчин В. И., Кушникова Г. И., Сорокин И. В. Основные направления снижения антропогенной нагрузки на природную среду северного нефтегазодобывающего региона // Экология человека. 2012. № 9. С. 15–22.

5. Лычева О. А., Галиев Р. С. Влияние городского шума на особенности развития аллергической реакции немедленного типа // Экология человека. 2012. № 4. С. 11–15.
6. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных дизельных установок : утв. Министерством природных ресурсов Рос. Федерации от 14 февраля 2001 г. СПб. : Интеграл, 2001.
7. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Дальнего Востока и Байкальского региона» : постановление Правительства Рос. Федерации от 15 апреля 2014 г. № 308 // Российская Газета. 2014. 24 апр. URL: <http://www.rg.ru/2014/04/24/baykal-site-dok.html> (дата обращения: 10.01.2015)
8. О порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон: постановление Правительства Рос. Федерации от 24 февраля 2009 г. № 160 // Собрание законодательства Российской Федерации. № 10. Ст. 1220. URL: <http://www.szrf.ru/doc.phtml?nb=edition00&issid=2009010000&docid=59> (дата обращения: 12.01.2015)
9. Основы государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 года : утв. Президентом РФ от 30 апреля 2012 г. Доступ из информационно-правового портала «Гарант». URL: <http://base.garant.ru/70169264/> (дата обращения: 14.01.2015)
10. Пугач Л. И. Энергетика и экология. Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2003. 504 с.
11. РД 34.02.305-98. Нормативные документы для тепловых электростанций и котельных. Методика определения валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельных установок ТЭС : утв. РАО «ЕЭС России» от 21 января 1998 г. Челябинск : АООТ «ВТИ», 1998.
12. Российский статистический ежегодник 2012 : сборник статистических материалов. М. : Росстат, 2012. 786 с.
13. Соснина Е. Н., Маслеева О. В., Пачурин Г. В., Кечкин А. Ю., Филатов Д. А. Воздействие возобновляемых источников энергии на окружающую среду. Инфраструктурные отрасли: проблемы и перспективы развития (транспорт, энергетика, коммуникации) : монография. Одесса, 2014. С. 88–106.
14. Соснина Е. Н., Филатов Д. А. Автоматизированная информационная база данных по энергоустановкам на возобновляемых источниках энергии // Труды НГТУ. 2014. С. 194-200.
15. Экология. Справочник. URL: <http://ru-ecology.info/index/> (дата обращения: 12.10.2014).
16. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям «Экономические аспекты и вопросы воздействия на различные компоненты окружающей среды» / Министерство природных ресурсов и экологии Рос. Федерации. 2014. URL: <http://www.mnr.gov.ru/activities/detail.php?ID=134002> (дата обращения: 12.11.2014).
17. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: постановление Госкомсанэпиднадзора России от 31 октября 1996 г. № 36. М. : Минздрав России, 1997.
18. Чащин В. П., Сюрин С. А., Гудков А. Б., Попова О. Н., Воронин А. Ю. Воздействие промышленных загрязнений атмосферного воздуха на организм работников, выполняющих трудовые операции на открытом воздухе в условиях холода // Медицина труда и промышленная экология. 2014. № 9. С. 20–26.
19. Экология Дальнего Востока // Биофайл: научно-информационный журнал. URL: <http://biofile.ru/geo/13993.html> (дата обращения: 03.10.2014).
20. Энергетическая эффективность зданий – общее потребление энергии и определение энергетических характеристик (EN 15603:2008): свод правил. М. : 2013. 52 с.
21. Sosnina E. N., Shalukho A. V. The effective utilization of renewable energy sources in a local power supply system // Power Technology and Engineering. 2013. N 6. P. 467–470.

References

1. Arbuzov V. V., Gruzin D. P., Simakin V. I. *Ekonomika prirodopol'zovaniya i prirodookhrany* [Economy of environmental management and nature protection]. Penza, 2004, 251 p.
2. GOST R 54418.11-2012. *Vozobnovlyаемая энергетика. Vetroenergetika. Ustanovki vetroenergeticheskie. Chast' 11. Metody izmereniya akusticheskogo shuma* [GOST P 54418.11-2012. Renewable Power. Wind power. Wind turbine generator systems. Part 11. Acoustic noise measurement techniques]. Adopted 2014-01-01. Moscow, 2013.
3. *Katalog vetrogeneratorov* [The number of wind turbines]. ALTAL GRUP. Available at: <http://www.altalgroup.com> (accessed 10.11.2014).
4. Korchina T. Ya., Korchin V. I., Kushnikova G. I., Sorokun I. V. Principal directions of lowering of antropogenic loading on natural environment of northern oil-gas extractive region. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012, 9, pp. 15-22. [in Russian]
5. Lycheva O. A., Galiev R. S. Influence of city noise on development of immediate-onset allergy. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012, 4, pp. 11-15. [in Russian]
6. *Metodika rascheta vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosfere ot stacionarnykh dizel'nykh ustanovok* [Method of calculation of emissions of the polluting substances in the atmosphere from stationary diesel installations]. Approved: The ministry of natural resources of the Russian Federation of February 14, 2001. Saint Petersburg, 2001.
7. *About the statement of a state program of the Russian Federation "Social and economic development of the Far East and Baikal region": resolution of the government of Russian Federations of April 15, 2014 No. 308. Ros. gaz.* [Russian newspaper], 2014, 24 April. Available at: <http://www.rg.ru/2014/04/24/baykal-site-dok.html> (accessed 10.01.2015).
8. *About an order of establishment of security zones of objects of electronetwork economy and special conditions of use of the land plots located in borders of such zones: resolution of the government of the Russian Federation of February 24, 2009 No 160. Sbornie zakonodatel'stva Rossijskoj Federacii* [Collection of Laws of the Russian Federation], 2009, No. 10, P. 1220. Available at: <http://www.szrf.ru/doc.phtml?nb=edition00&issid=2009010000&docid=59> (accessed 12.01.2015).
9. *Osnovy gosudarstvennoy politiki v oblasti ekologicheskogo razvitiya Rossii na period do 2030 goda* [Bases of a state policy in the field of ecological development of Russia for the period till 2030]. Approved: The Russian President of April 30, 2012. Available at: <http://base.garant.ru/70169264/> (accessed 14.01.2015).
10. Pugach L. I. *Energetika i ekologiya* [Power and ecology]. Novosibirsk, 2003, 504 p.

11. RD 34.02.305-98. *Normativnye dokumenty dlya teplovykh elektrostantsii i kotel'nykh. Metodika opredeleniya valovykh vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosfere ot kotel'nykh ustanovok TES* [RD 34.02.305-98. Normative documents for thermal power plants and boiler rooms. A technique of definition of gross emissions of the polluting substances in the atmosphere from boiler installations of thermal power plant]. Approved: RAO UES of Russia of January 21, 1998. Chelyabinsk, 1998.

12. *Rossiiskii statisticheskii ezhegodnik 2012. Sbornik statisticheskikh materialov* [Russian statistical year-book 2012. Collection of statistical materials]. Moscow, Federal State Statistics Service, 2012, 786 p.

13. Sosnina E. N., Masleeva O. V., Pachurin G. V., Kechkin A. Yu., Filatov D. A. *Vozdeistvie возобновляемых источников энергии на okruzhayushchuyu sredu* [Impact of renewables on environment]. In: *Infrastrukturnye otrasli: problemy i perspektivy razvitiya (transport, energetika, kommunikatsii)* [Infrastructure branches: problems and prospects of development (transport, power, communications)]. Odessa, 2014, pp. 88-106.

14. Sosnina E. N., Filatov D. A. *Avtomatizirovannaya informatsionnaya baza dannykh po energoustanovkam na возобновляемых источниках энергии* [The automated information database on power installations on renewables]. Trudy NGTU [Works NGTU]. 2014, pp. 194-200. [in Russian]

15. *Ekologiya. Spravochnik*. [Ecology. The Handbook]. Available at: <http://ru-ecology.info/index/> (accessed 12.10.2014).

16. *Spravochnyi dokument po nailuchshim dostupnym tekhnologiyam «Ekonimicheskie aspekty i voprosy vozdeistviya na razlichnye komponenty okruzhayushchei sredy»* [The help document on the best available technologies "Economic Aspects and Questions of Impact on Various Components of Environment"]. The Ministry of natural resources and environment of the Russian Federation. 2014. Available at: <http://www.mnr.gov.ru/activities/detail.php?ID=134002> (accessed 12.11.2014).

17. SN 2.2.4/2.1.8.562-96. *Shum na rabochikh mestakh, v pomeshcheniyakh zhilykh, obshchestvennykh zdaniy i na territorii zhiloi zastroiki: postanovlenie Goskomsanepidnadzora Rossii ot 31 oktyabrya 1996 g. N 36*. [CN 2.2.4/2.1.8.562-96. Noise on workplaces, in rooms of residential, public buildings and in the territory of a housing estate: the resolution of the Goskomsanepidnadzor of Russia of October 31, 1996 No. 36]. Moscow, The Ministry of Health of Russia, 1997.

18. Chashhin V. P., Sjurin S. A., Gudkov A. B., Popova O. N., Voronin A. Ju. Influence of industrial pollution of ambient air on health of workers engaged into open air activities in cold conditions. *Meditcina truda i promyshlennaya ekologiya* [Occupational Medicine and Industrial Ecology]. 2014, 9, pp. 20-26. [in Russian]

19. Ecology of the Far East. *Biofail. Nauchno-informatsionnyi zhurnal* [Biofil. Scientific information journal]. Available at: <http://biofile.ru/geo/13993.html> (accessed 03.10.2014). [in Russian]

20. *Energeticheskaya effektivnost' zdaniy - obshchee potreblenie energii i opredelenie energeticheskikh kharakteristik (EN 15603:2008). Svod pravil* [Energy performance of buildings - Overall energy use and definition of energy ratings (EN 15603:2008). Set of rules]. Moscow, 2013, 52 p.

21. Sosnina E. N., Shalukho A. V. The effective utilization of renewable energy sources in a local power supply system. *Power Technology and Engineering*. 2013. 6, pp. 467-470.

Контактная информация:

Соснина Елена Николаевна — доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева»

Адрес: 603950, ГСП-41, г. Н.Новгород, ул. Минина, д. 24
E-mail: sosnina@nntu.nnov.ru