

DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-8-41-49

Фёдоров О.П., *Лявданский Д.В.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

*E-mail: lyacdanski@gmail.com

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ВЭС НА ТЕРРИТОРИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ В АКВАТОРИИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

Аннотация. В статье рассматриваются градостроительные аспекты установки ветряных электростанций на территории Санкт-Петербургской агломерации в акватории Финского залива.

Основным методом исследования является анализ различных данных: законодательной базы, природно-климатических условий, научных исследований, установленных маршрутов движения крупных судов и визуально-пространственных характеристик. Собранная информация нанесена на сводную карту-схему, позволяющую выявить и оценить пригодные для установки ВЭС участки акватории Финского залива.

В результате исследования установлено наличие в заливе четырех пригодных для установки ветряных электростанций зон. Эти зоны расположены по обе стороны от комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений, а также вдоль северного берега залива между поселком Лисий Нос и общественно-деловым комплексом «Лахта-центр». Каждая из выявленных зон обладает различным набором природно-климатических, композиционных и объемно-пространственных характеристик, обеспечивающих гибкость в принятии решений и возможность создать уникальный архитектурный ансамбль. Также даны рекомендации по выбору методики оценки степени влияния планируемых объектов на сложившиеся туристические панорамы и виды города в случаях, когда рассматриваемая под застройку территория находится за пределами охраняемых законом зон.

Ключевые слова: ветрогенератор, эстетика, экология, альтернативная энергия, город, ветроэнергетическая установка.

Введение. По состоянию на 2023 год Санкт-Петербург получает электроэнергию от 15 газовых ТЭС совокупной мощностью 4532,5 МВт [1]. Хотя данная технология и намного чище, чем угольные тепловые электростанции, все же она наносит ущерб экологии региона по причине того, что при выработке энергии газовые ТЭС выбрасывают в атмосферу углекислый газ, который, как известно, создает парниковый эффект и снижает содержание кислорода в воздухе. Помимо углекислого газа опасность представляют окислы азота, негативно влияющие на центральную нервную систему [2]. Угрозой является и само топливо - природный газ крайне огнеопасен и требует соблюдения техники безопасности на высочайшем уровне. Описанные выше особенности газовых ТЭС являются одной из причин присвоения им третьего уровня опасности. Сложившаяся ситуация говорит о необходимости продумать стратегию модернизации сложившейся энергетической системы города. Одним из перспективных вариантов модернизации является популярный в наше время переход к альтернативным источникам энергии. Этот путь избрали многие развитые страны мира и успешно его реализуют [3].

Альтернативу ТЭС предлагает сама природа и география региона. Санкт-Петербург расположен на равнинном берегу Финского залива и постоянно продувается с его стороны. Согласно данным метеослужбы аэропорта Пулково ветер

наиболее силен в акватории залива на незначительном отдалении от берега. Современные технологии в области ветряной энергетики позволяют превратить ветер в высокопроизводительный источник энергии. Для полноценной замены ТЭС придется устанавливать промышленные ВЭУ. Однако помимо инженерной у этого вопроса есть и эстетическая сторона [4].

Высота современного промышленного ветрогенератора варьируется от 60 до 150 метров, что соответствует 20–50 этажной застройке. Высота застройки Санкт-Петербурга до революции редко превышала 5-7 этажей, за исключением доминант в виде храмов или шпилей [5]. Из этого следует, что появление такой ВЭУ в границах Санкт-Петербурга 1917 года серьезно скажется на градостроительном облике и небесной линии, которые охраняются не только неравнодушными горожанами и градозащитниками, но и законом [6]. Более того, такой чисто техногенный объект категорически не сочетается с исторической застройкой города не только из-за гигантизма, но и из-за диссонанса в архитектурном облике. ВЭУ, в отличие от любого исторического здания или объекта представляет из себя вытянутую мини-малистичную подвижную конструкцию. Получается, что установка промышленных ветрогенераторов в описанных районах не представляется возможной по целому ряду причин.

Методы и материалы. Методы исследования: анализ документов, карт, данных наблюдений за погодой. Систематизация путем отображения всех полученных сведений на картах-схемах.

Основная часть. Главным ограничением для установки промышленных ветрогенераторов в Санкт-Петербурге является закон, поэтому в рамках исследования было проанализировано законодательство в сфере градостроительства, а именно закон Санкт-Петербурга от 19 января 2009 г. № 820-7 "О границах объединенных зон охраны объектов культурного наследия, расположенных на территории Санкт-Петербурга, режимах использования земель и требованиях к градостроительным регламентам в границах указанных зон" (Принят Законодательным Собранием Санкт-Петербурга 24 декабря 2008 года, с изменениями 2022 г.). В пункте 2.2.1.1. настоящего закона сказано: «Силуэт города определяет соотношение доминант и фоновой застройки. Не допускается появление новых доминант в пределах охранной зоны, зоны регулирования застройки и хозяйственной деятельности 1, а также в пределах обзора панорам исторического центра, открытых городских пространств». Пункт 2.2.2.1.:

«Визуальные направления – направления зрительного восприятия архитектурных доминант и акцентов, завершающих перспективу открытых городских пространств. Охраняются визуальные направления, в пределах которых ограничивается высота застройки городской среды с целью обеспечения высотного преобладания над нею доминант и акцентов на фоне неба». Пункт 2.2.3.1.; «Охраняются сочетания ценных компонентов городского ландшафта с акцентами и доминантами, зрительно четко воспринимаемые на фоне неба в пределах видимости 6 км. Объекты дальних планов, расположенные за пределами видимости 6 км, не должны снижать композиционную роль компонентов ближних планов» [7]. Вышеперечисленные цитаты из закона №820-7 Санкт-Петербурга указывают, что надлежит проверять возводимый объект на предмет попадания в 6 километровый радиус от каждой охраняемой панорамы и степень его влияния на среду (рис.1). Де-факто это значит, что строительство видимых в таком радиусе от охраняемых панорам объектов, скорее всего запретят.

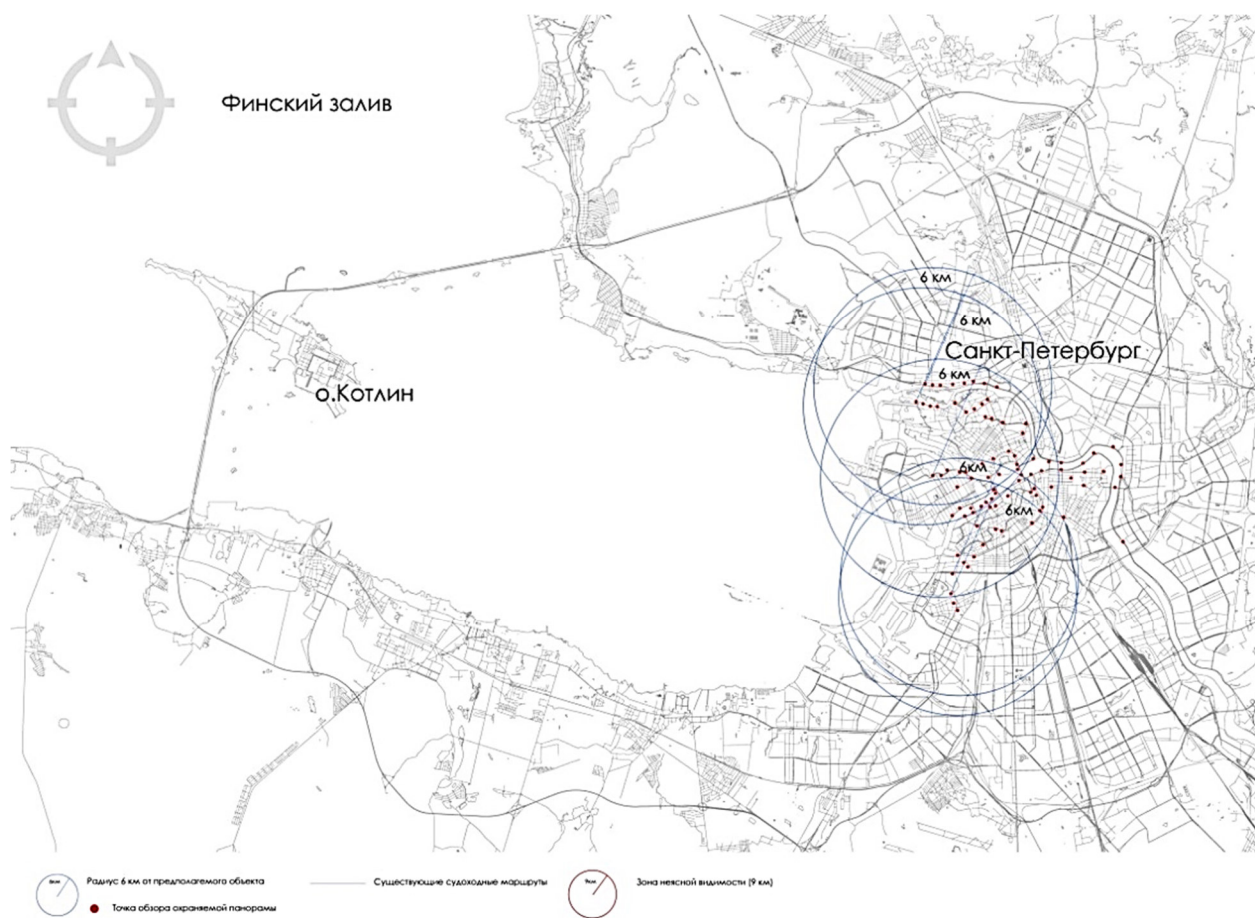


Рис. 1. Схема 6 километровых радиусов от охраняемых панорам

Но в данном вопросе стоит руководствоваться не только законом, но и здравым смыслом и уважением к городу. Нарушать исторически

сложившиеся панорамы, за которые так любят Санкт-Петербург неправильно и неэтично. По-

этому, даже если предполагаемый объект находится за пределами обозначенных радиусами зон, необходимо провести исследование на потенциальный риск снижения композиционной значимости существующих акцентов и доминант. В качестве методики для такого исследования целесообразно использовать подход, разработанный в СПбГАСУ в рамках НИРС «Влияние "Лахта-Центра" на историческую панораму Санкт-Петербурга» (Фёдоров О.П., Белослюдцева Ю.О., Метлицкая А.А., Фазлиева Д.М.). Эта методика предполагает признание объекта не нарушающим рассматриваемые «открыточные» виды и панорамы, и не снижающим композиционную значимость существующих акцентов и доминант при соблюдении следующих условий: объект не должен визуально возвышаться более чем на 1/3 средней высоты застройки над линией средней высоты застройки на панораме, и должен быть визуально удален от ближайшей доминанты (группы доминант) не менее, чем на собственную высоту этой доминанты, взятую от линии горизонта. Таким образом, проверяются все охраняемые панорамы, на которые потенциально может попасть планируемый высотный объект. Результаты анализа наносятся на две карты-схемы: «Карта видимости» и «Карта доминант». На первой карте цветом выделяются участки улиц или открытых пространств, отдельные точки, на которых видно объект в градации от 0 до 1, то есть от отсутствия видимости до абсолютной просматриваемости во всю высоту в светлое время суток. Для наглядности используется силуэтное изображение объекта, на котором выделяется цветом его часть, видимая невооруженным взглядом из конкретной точки или на панораме. На

второй карте отмечаются участки, с которых рассчитывается степень визуального отдаления от доминант ближних планов [8]. В контексте рассматриваемой темы рекомендуется проводить подобные исследования не только для обозначенных в законе панорам и видов, но и для неохраняемых, но известных «туристических» панорам. В особенности Кронштадта и территории вокруг него, на которой расположено множество исторических фортов и других значимых для истории объектов, на визуальное восприятие которых могут повлиять шельфовые ветрогенераторы.

Для размещения ВЭУ помимо эстетических параметров должны учитываться и природно-климатические [9]. Это наиболее открытые и продуваемые территории с наиболее высокой среднегодовой скоростью ветра. Таким характеристикам лучше всего соответствуют участки акватории Финского залива на расстоянии от двух до четырех километров от береговой линии. Помимо этого, должны быть учтены и геологические условия, особенно характеристика дна Финского залива в районе Санкт-Петербурга, а также средняя глубина акватории [10–13]. Поскольку приемлемой для установки промышленных ВЭУ считается глубина не более 30 метров, необходимо изучить лоцманские карты и найти участки дна с соответствующей требованию глубиной (рис. 2). В случае с Финским заливом найти такие зоны не очень сложно. Исторически это место славилось множеством мелей и в целом малой глубиной. Участок Финского залива между устьем Невы и островом Котлин даже получил в свое время фольклорное название «Маркизова лужа».

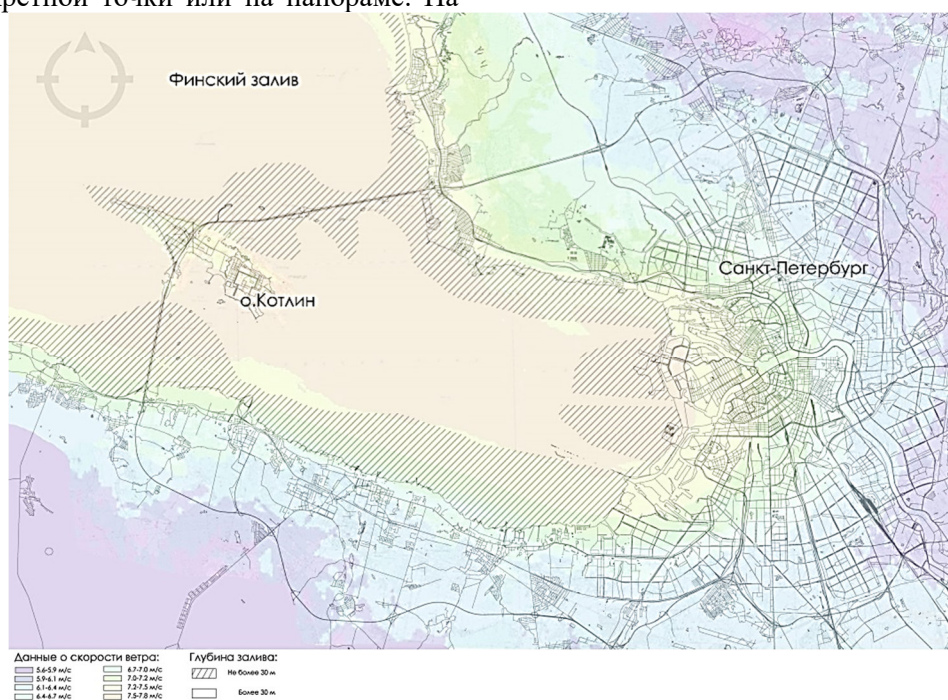


Рис. 2. Схема природно-климатических условий

В результате проведенного анализа законодательства, климатических и геологических условий было выделено несколько зон вокруг дамбы и вдоль северного берега Финского залива, подходящих для установки промышленных ветрогенераторов (рис. 3, 4). Выбранные участки соответствуют нескольким важным параметрам: не попадают на охраняемые исторические панорамы, находятся в местах с наиболее высокой средней скоростью ветра на рабочей высоте ветрогенератора, расположены в акватории залива в наиболее мелководных местах с глубиной не более 30 метров и не препятствуют проходу судов

по установленным маршрутам. Также важным фактором является большая площадь выявленных зон, поскольку технические особенности промышленных ветрогенераторов не позволяют ставить их очень компактно. Требуется расстояние не менее, чем в пять раз больше диаметра лопастей по основному направлению ветра, а в идеале десять и в три раза – по второстепенному направлению лопастей между соседними установками. Ненормативное расстояние может привести к снижению их эффективности и производительности [14].

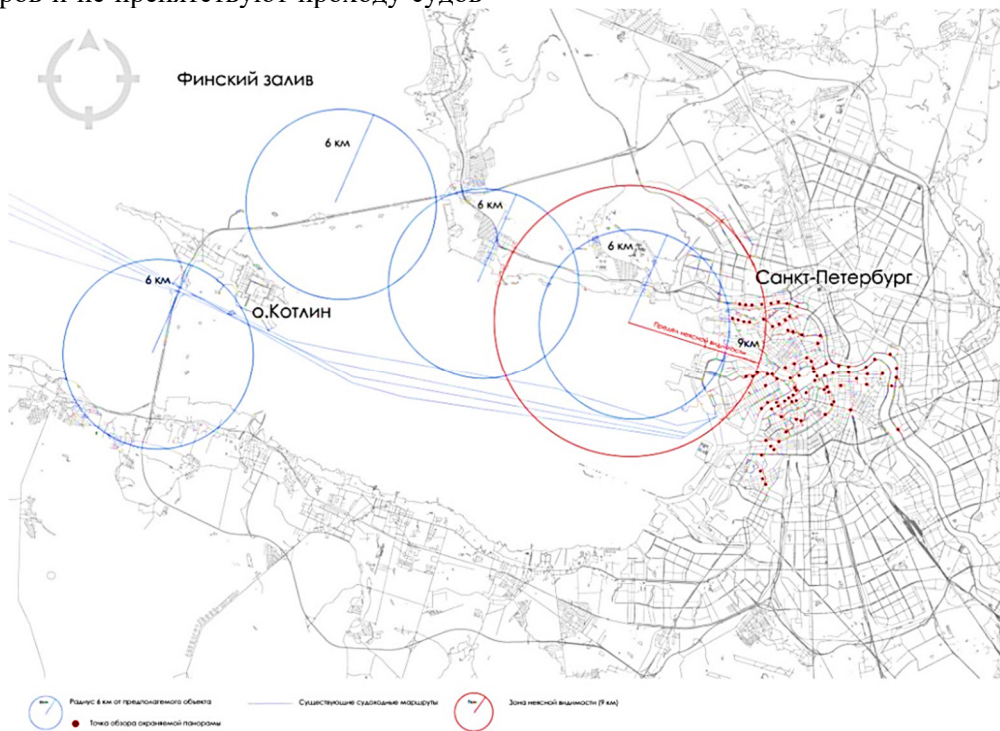


Рис. 3. Схема радиусов от проектных точек

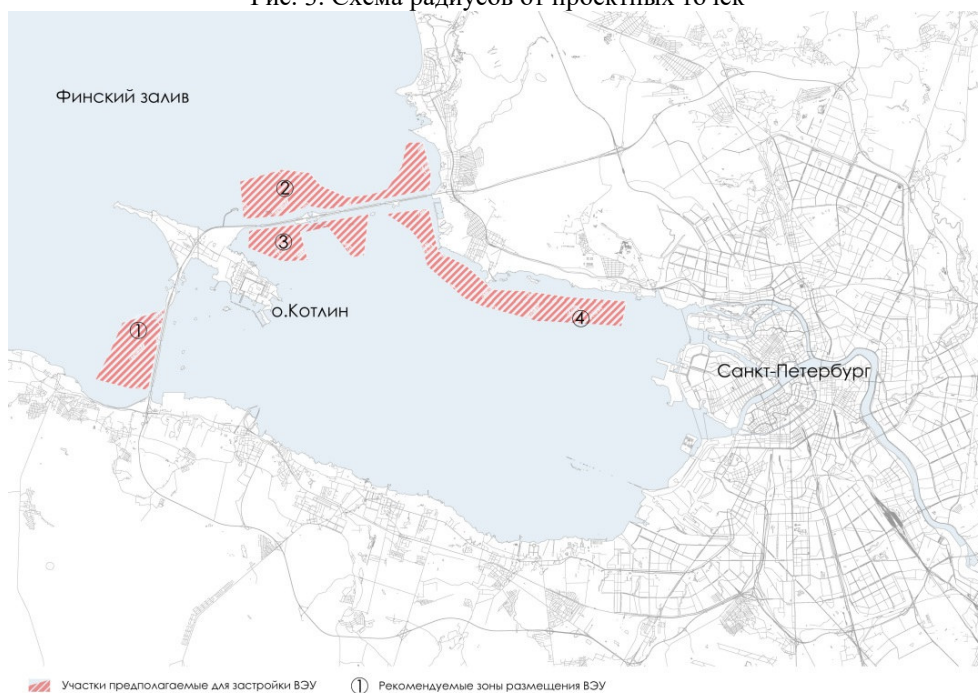


Рис. 4. Схема расположения зон для установки ВЭС



Рис. 6. Вид на ветрогенераторы у южной части дамбы (проект)

Кроме того, при движении по дамбе данная зона формирует первый план для панорамы о. Котлин, важным компонентом которой является Кронштадтский Морской собор. Таким образом, расположение ВЭС в этой зоне создает риски для данной исторически и ландшафтно ценной панорамы. Если же рассматривать под застройку зону 2, то важнейшей точкой обзора и анализа видовых характеристик должна стать эстакада судопропускных сооружений комплекса защитных сооружений С-2. Отметка КАД над С-2 выше, чем по остальной дамбе, а значит обзор с неё будет лучше, что определяет важность этого отрезка.

Четвертая зона при идентичных климатических параметрах более благоприятна с инженерной точки зрения. Согласно данным лоцманских карт глубина залива в этом месте варьируется от 12 до 20 метров, что в 1,5–2 раза меньше, чем в других зонах. Этот фактор может стать решающим за счет меньших трудозатрат и необходимых финансовых вложений для установки ветрогенераторов на шельфе вдоль северного берега залива.

Однако эта зона входит в зону охраняемого ландшафта акватории Невской губы и Финского залива ЗОЛ-3-1, что вызывает необходимость представления обоснований для получения разрешения на строительство. На этой территории отсутствуют рукотворные линейные объекты, что затруднит согласование, поскольку не получится обосновать появление новых объектов как дополнение и завершение существующего архитектурного ансамбля, как в случае с зоной 3.

С точки зрения архитектурной композиции все тоже сложится по-другому. На 4 участке нет горизонтальных суперобъектов наподобие комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений. Но нет и существующих исторических доминант, влияющих на формирование панорам и накладывающих комплекс ограничений. Застройка береговой линии в этом месте либо отсутствует, либо представляет из себя малоэтажную коттеджную или курортную застройку, а также несколько благоустроенных и диких пляжей. Поэтому там необходимо выстраивать из ветряков самостоятельную композицию на фоне залива.

Исключение в этой зоне составляет башня «Лахта-центр» и окружающие ее вспомогательные здания. В последнее время эта территория бурно развивается, вокруг башни растет современный деловой квартал. Поддержать его рост необходимо, поскольку в Петербурге других таких кварталов нет, что нехарактерно для большинства современных мегаполисов [15]

Башня, имеющая закручивающуюся заостренную верху форму, и расположенные рядом с ней 175 метровые флагштоки обеспечивают объемно-пространственную совместимость с ветряками. Грамотное дополнение ансамбля «Лахта-Центра» ветроэнергетическими установками способно создать современный городской пейзаж на игре высот и футуристичных форм, визуально связать пространство акватории с сушей. Это, безусловно, повысит привлекательность места для прогулок среди туристов и жителей города.

Выводы.

1. Определены зоны на территории Санкт-Петербурга, пригодные для размещения ветроэнергетических установок, соответствующие Российскому и Санкт-Петербургскому законодательству, а также природно-климатическим параметрам.

2. Выделенные зоны имеют различные характеристики, что дает гибкость в эстетических и инженерных решениях при проектировании ветроэлектростанций.

3. Наиболее пригодными для размещения ветрогенераторов по совокупности факторов оказались участки шельфа Финского залива по обе стороны от дамбы и вдоль северного берега от посёлка Лисий Нос до башни «Лакhta-Центр».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Действующая схема и программа перспективного развития электроэнергетики Санкт-Петербурга на 2022-2026 годы. [Электронный ресурс] // Администрация Санкт-Петербурга. URL: https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2022/04/29/32/25-%D0%BF%D0%B3_%D0%BE%D1%82_27.04.2022.PDF (дата обращения: 9.04.2023).
2. Ситникова Ю.И., Батухтин А.Г. Экологические проблемы ТЭЦ // Экология водоемов – охладителей энергетических станций. Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием. Забайкальский государственный университет (Чита), 2017. С. 259–263
3. Корниенко Д.Н., Попова Н.М., Долбилова М.А., Калинина А.И. Состояние и перспективы развития энергетики России // Градостроительство. инфраструктура. коммуникации. 2021. № 4 (25) С. 32–37
4. Федоров О.П., Кузьмина А.А., Лобанов Ю.Н. Архитектурные особенности использования ветроэнергетических установок в исторической застройке // Вестник гражданских инженеров. 2020. № 4(81). С. 29–38. DOI 10.23968/1999-5571-2020-17-4-29-38.
5. Семенцов С.В. Этапы формирования пространственной среды Санкт-Петербурга. Ч.1. Историческое развитие кварталов и их регламентация // Вестник гражданских инженеров. 2006. № 2 (7) С. 16–19
6. Приказ Министерства культуры Российской Федерации от 30.10.2020 № 1295 "Об утверждении предмета охраны, границ территории и требований к градостроительным регламентам в границах территории исторического поселения федерального значения город Санкт-Петербург" (Зарегистрирован 16.06.2021 № 63887) Действующая схема и программа перспективного развития электроэнергетики Санкт-Петербурга на 2022–2026 годы [Электронный ресурс] // Официальное опубликование правовых актов. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202106160028> (дата обращения: 09.05.2023).
7. ЗАКОН САНКТ-ПЕТЕРБУРГА О границах объединенных зон охраны объектов культурного наследия, расположенных на территории Санкт-Петербурга, режимах использования земель и требованиях к градостроительным регламентам в границах указанных зон* (с изменениями на 29 марта 2023 года) [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/891801807> (дата обращения: 11.03.2023).
8. Fedorov O., Lobanov Y. Conformity of pre-design studies on Lakhta-Center influence on the Saint Petersburg historical panorama and scenery spots // E3S Web of Conferences : Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019, Moscow. Moscow: EDP Sciences. 2020. Vol. 164. 05013. DOI:10.1051/e3sconf/202016405013.
9. Илья Н. Бузаджи Подбор площадки для строительства ветроэлектростанции // С.О.К. 2019. №5. С. 88–90
10. Санкт-Петербург (Saint Petersburg) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ventusky.com/ru/saint-petersburg> (дата обращения: 10.05.2023).
11. Архив погоды в Санкт-Петербурге [Электронный ресурс]. URL: https://world-weather.ru/archive/russia/saint_petersburg/#t2 (дата обращения: 10.05.2023).
12. Карта "25002 - 0,25 - От Ленинграда до Кронштадта" [Электронный ресурс]. URL: http://www.rivermap.narod.ru/maps/Finsky_zaliv/finsky_gulf.htm (дата обращения: 21.05.2023).
13. Карта "23000 - 1,0 - От Санкт-Петербурга до маяка Шепелевский", 2004г. [Электронный ресурс] // Электронные лоции Финского залива. URL: http://www.rivermap.narod.ru/maps/Finsky_zaliv/finsky_gulf.htm (дата обращения: 21.05.2023).
14. Безруких П.П., Безруких(мл.) П.П., Грибков С.В. Ветроэнергетика М.: Изд-во Теплоэнергетик, 2014. 89 с.
15. Безлепкин М.Н. Территориальные экономические зоны как новый механизм управления пространственным развитием Санкт-Петербурга // Управленческое консультирование. 2014. №3 (63) С. 81–88.

Информация об авторах

Фёдоров Олег Павлович, доцент, б.зв. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Россия, 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д.4.

Лявданский Даниил Владленович, студент 4 курса очной формы по направлению обучения градостроительство. E-mail: lyacdanski@gmail.com. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Россия, 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д.4.

Поступила 07.06.2023 г.

© Фёдоров О.П., Лявданский Д.В., 2023

Fedorov O.P., *Liavdanskii D.V.

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

**E-mail: lyacdanski@gmail.com*

URBAN PLANNING FEATURES OF THE PLACEMENT OF WIND FARMS ON THE TERRITORY OF THE ST. PETERSBURG AGGLOMERATION IN THE WATERS OF THE GULF OF FINLAND

Abstract. *The article deals with urban planning aspects of the installation of wind power plants on the territory of the St. Petersburg agglomeration in the waters of the Gulf of Finland.*

The main method of research is the analysis of various data: the legislative framework, natural and climatic conditions, scientific research, established routes of large vessels and visual and spatial characteristics. The collected information is plotted on a summary map-scheme that allows you to identify and evaluate the areas of the Gulf of Finland suitable for the installation of wind farms.

As a result of the study, the presence of four zones suitable for the installation of wind power plants in the bay was established. These zones are located on both sides of the complex of flood defenses of St. Petersburg, as well as along the northern shore of the bay between the village of Lisiy Nos and the public and business complex "Lakhta Center". Each of the identified zones has a different set of climatic, compositional and spatial characteristics that provide flexibility in decision-making and the ability to create a unique architectural ensemble. Recommendations are also given on the choice of a methodology for assessing the degree of influence of planned objects on the established tourist panoramas and views of the city in cases when the territory under consideration for development is outside the legally protected zones.

Keywords: *wind generator, aesthetics, ecology, alternative energy, city, wind power plant.*

REFERENCES

1. The current scheme and program for the long-term development of the St. Petersburg electric power industry-St. Petersburg for 2022-2026 [Dejstvuyushchaya skhema i programma perspektivnogo razvitiya elektroenergetiki Sankt-Peterburga na 2022-2026 gody]. Administration of St. Petersburg. URL: https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2022/04/29/32/25-%D0%BF%D0%B3_%D0%BE%D1%82_27.04.2022.PDF (date of treatment: 04.19.2023).

2. Sitnikova Y.I., Batukhtin A.G. Environmental Problems CHP [Ekologicheskie problemy TEC] Ecology of cooling reservoirs of power plants. All-Russian Scientific and practical conference with international participation. 2017. Pp. 259–263. (rus)

3. Kornienko D.N., Popova N.M., Dolbilova M.A., Kalinina A.I. The state and prospects of development of energy in Russia [Sostoyanie i perspektivy razvitiya energetiki Rossii]. Urban planning. infrastructure. communications. 2021. No. 4 (25). Pp. 32–37. (rus)

4. Fedorov O.P., Kuzmina A.A., Lobanov Yu.N. Architectural features of the use of wind power plants in historical buildings [Arkhitekturnyye osobennosti ispol'zovaniya vetroenergeticheskikh ustanovok v istoricheskoy zastroyke]. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. 2020. No. 4(81). Pp. 29–38. DOI:10.23968/1999-5571-2020-17-4-29-38.

5. Sementsov S.V. Stages of forming of St. Petersburg spatial pattern. Part 1. Historical development of quarters and their regulation. [Etapy formirovaniya prostranstvennoj sredy Sankt-Peterburga. CH.1. Istoricheskoe razvitie kvartalov i ih reglamentaciya] Bulletin of Civil Engineers. 2006. No. 2 (7). Pp. 16–19 (rus)

6. Order of the Ministry of Culture of the Russian Federation No. 1295 dated 10/30/2020 "On Approval of the Subject of Protection, Boundaries of the Territory and Requirements for Urban Planning Regulations within the Boundaries of the Territory of the Historical Settlement of Federal Significance of the City of St. Petersburg" (Registered 06/16/2021 No. 63887) The current scheme and program for the long-term development of the St. Petersburg electric

power industry-St. Petersburg for 2022-2026. [Prkaz Ministerstva kul'tury Rossijskoj Federacii ot 30.10.2020 № 1295 "Ob utverzhdenii predmeta ohrany, granic territorii i trebovanij k gradostroitel'nym reglamentam v granicah territorii istoricheskogo poseleniya federal'nogo znacheniya gorod Sankt-Peterburg" (Zaregistririvan 16.06.2021 № 63887). Dejstvuyushchaya skhema i programma perspektivnogo razvitiya elektroenergetiki Sankt-Peterburga na 2022-2026 gody]. Official publication of legal acts. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202106160028> (date of treatment: 09.05.2023).

7. THE LAW OF ST. PETERSBURG ON the Borders of the United Zones for the Protection of Cultural Heritage Objects Located on the Territory of St. Petersburg, Land Use Regimes and Requirements for Urban Planning Regulations within the Boundaries of these Zones* (as amended on March 29, 2023) [ZAKON SANKT-PETERBURGA O granicah ob"edinennyh zon ohrany ob"ektov kul'turnogo naslediya, raspolozhennyh na territorii Sankt-Peterburga, rezhimah ispol'zovaniya zemel' i trebovaniyah k gradostroitel'nym reglamentam v granicah ukazannyh zon* (s izmeneniyami na 29 marta 2023 goda)]. Electronic fund of legal and regulatory documents. URL: <https://docs.cntd.ru/document/891801807> (date of treatment: 03.11.2023).

8. Fedorov O., Lobanov Y. Conformity of pre-design studies on Lakhta-Center influence on the Saint Petersburg historical panorama and scenery spots. E3S Web of Conferences : Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019, Moscow. 2019. Vol. 164.

Moscow: EDP Sciences, 2020. 05013. DOI: 10.1051/e3sconf/202016405013.

9. Il'ya N. Buzadzhi Selection of a site for the construction of a wind farm [Podbor ploshchadki dlya stroitel'stva vetroelektrostancii]. S.O.K. 2019. No. 5. Pp. 88–90 (rus)

10. Saint Petersburg (Saint Petersburg) [Sankt-Peterburg (Saint Petersburg)]. URL: <https://www.ventusky.com/ru/saint-petersburg> (date of treatment: 10.05.2023).

11. Archive of weather in St. Petersburg [Arhiv pogody v Sankt-Peterburge]. URL: https://world-weather.ru/archive/russia/saint_petersburg/#2 (date of treatment: 05.10.2023).

12. Map "25002 - 0.25 - From Leningrad to Kronstadt" [Karta "25002 - 0,25 - Ot Leningrada do Kronshadtta"]. URL: http://www.rivermap.narod.ru/maps/Finsky_zaliv/finsky_gulf.htm (date of treatment: 10.05.2023).

13. Map "23000 - 1,0 - From St. Petersburg to the Shepelevsky lighthouse", 2004. [Karta "23000 - 1,0 - Ot Sankt-Peterburga do mayaka SHepelevskij", 2004g]. Electronic lots of the Gulf of Finland. URL: http://www.rivermap.narod.ru/maps/Finsky_zaliv/finsky_gulf.htm (date of treatment: 10.05.2023).

14. Bezrukikh P.P., Bezrukikh(ml.) P.P., Gribkov S.V. Wind Power Engineering [Vetroenergetika]. Teploenergetik, 2014. 89 p. (rus)

15. Bezlepkin M.N. Territorial Economic Zones as a New Mechanism Managing Spatial Development of Saint-Petersburg. [Territorial'nye ekonomicheskie zony kak novyj mekhanizm upravleniya prostranstvennym razvitiem Sankt-Peterburga]. Managerial consulting. 2014. No. 3 (63). Pp. 81–88. (rus)

Information about the authors

Fedorov, Oleg P. Assistant professor. St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. Russia, 190005, St. Petersburg, 2nd Krasnoarmeyskaya str., 4.

Liavdanskii, Daniil V. 4th year full-time student in the field of urban planning. E-mail: lyacdanski@gmail.com. St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. Russia, 190005, St. Petersburg, 2nd Krasnoarmeyskaya str., 4.

Received 07.06.2023

Для цитирования:

Фёдоров О.П., Лявданский Д.В. Градостроительные особенности размещения ВЭС на территории Санкт-Петербургской агломерации в акватории Финского залива // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. № 8. С. 41–49. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-8-41-49

For citation:

Fedorov O.P., Liavdanskii D.V. Urban planning features of the placement of wind farms on the territory of the St. Petersburg agglomeration in the waters of the Gulf of Finland. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2023. No. 8. Pp. 41–49. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-8-41-49