

УДК 620.9

## ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В ГОРОДЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

### **Ширяев Александр Дмитриевич**

Магистрант 1 курса кафедры теплосиловых установок и тепловых двигателей Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна. Высшая школа технологии и энергетики, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.  
E-mail: a.d.shiryaev@rambler.ru

### **Крюков Кирилл Александрович**

Ассистент кафедры физики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна. Высшая школа технологии и энергетики, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.  
E-mail: jeki55@mail.ru

### **Аннотация**

Генерация электрической энергии в Санкт-Петербурге осуществляется преимущественно на традиционных источниках энергии (теплоэлектроцентралях), где в качестве топлива используется, как правило, природный газ. Ископаемое топливо конечно и его стоимость с течением времени увеличивается, что приводит к необходимости поиска альтернативных источников энергии. В данной статье произведена оценка целесообразности применения возобновляемых источников энергии на территории Санкт-Петербурга, а также осуществлен выбор наиболее подходящего источника на основе метеорологических данных и природных особенностей города.

**Ключевые слова:** энергетика Санкт-Петербурга, возобновляемые источники энергии, ветряная энергетика, солнечная энергетика, климат Санкт-Петербурга.

## THE FEASIBILITY OF DEVELOPING RENEWABLE ENERGY IN THE CITY OF ST. PETERSBURG

### **Alexander D. Shiryaev**

1st year master's student of the Department of Thermal Power Plants and Heat Engines of the St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design. Higher School of Technology and Energy, St. Petersburg, Ivan Chernykh str., 4.  
E-mail: a.d.shiryaev@rambler.ru

### **Kirill A. Kryukov**

Assistant of the Department of Physics of the St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design. Higher School of Technology and Energy, St. Petersburg, Ivan Chernykh str., 4.  
E-mail: jeki55@mail.ru

## ABSTRACT

Electric power generation in St. Petersburg is carried out mainly on traditional energy sources (thermal power plants), where natural gas is usually used as fuel. Fossil fuels are finite and their cost increases over time, which leads to the need to search for alternative energy sources. This article evaluates the feasibility of using renewable energy sources on the territory of St. Petersburg, and also selects the most suitable source based on meteorological data and natural features of the city.

**Keywords:** St. Petersburg energy, renewable energy sources, wind energy, solar energy, climate of St. Petersburg.

С точки зрения развития солнечной энергетики в городе Санкт-Петербурге возможно применение фотоэлектрических панелей на крышах и фасадах зданий, что позволит не занимать свободные территории в черте и на окраинах города для постройки солнечных электростанций (СЭС).

На данный момент в Российской Федерации основная доля электрической и тепловой энергий производится на традиционных источниках. Традиционная энергетика включает в себя теплоэнергетику, где генерация электроэнергии осуществляется на конденсационных электростанциях (КЭС) и теплоэлектроцентралях (ТЭЦ), использующих в качестве источника энергии органическое топливо, а тепловая энергия производится на теплоэлектроцентралях и котельных. Также к традиционной энергетике относится гидроэнергетика, использующая энергию потока воды на гидроэлектростанциях (ГЭС), и ядерная энергетика, где электроэнергия вырабатывается на атомных электростанциях (АЭС), использующих для этого энергию управляемой цепной ядерной реакции деления.

Обеспечение тепловой и электрической энергий потребителей города Санкт-Петербурга также осуществляется от различных источников энергии, однако преимущественно традиционными источниками. Например, по состоянию на 2021 год на территории города эксплуатировались 15 тепловых электростанций общей мощностью 4532,8 МВт, по данным Администрации Санкт-Петербурга. Тем временем альтернативная энергетика не получила широкого распространения на данных территориях, хотя потенциал возобновляемых источников города велик.

Санкт-Петербург является административным центром Северо-Западного федерального округа, занимает второе место по численности населения среди всех городов России, третье среди городов в Европе. По данным Росстата, к 2022 году численность составила 5376672 человек.

Располагается на северо-западе России, на побережье Финского залива и в устье реки Невы. Общая протяженность всех водотоков на территории города 282 км, что занимает около 7% от всей площади города.

Климат Санкт-Петербурга умеренный и влажный, переходный от умеренно-континентального к умеренно-морскому. Для города характерна частая смена воздушных масс, в летний период наблюдаются западные и северо-западные ветра, а в зимний – западные и юго-западные. Среднегодовая температура воздуха  $+4,3^{\circ}\text{C}$ , самым холодным месяцем является февраль со средней температурой  $-7,9^{\circ}\text{C}$ , а самым теплым является июль со средней температурой  $+17,8^{\circ}\text{C}$  [1].

В соответствии с рисунком 1, по данным meteoblue, в Санкт-Петербурге в среднем за год наблюдается 62 солнечных дня, около 180 дней со сплошной облачностью и около 123

дней с частичной облачностью. Поэтому преобладают дни с облачной, пасмурной погодой, рассеянным освещением.

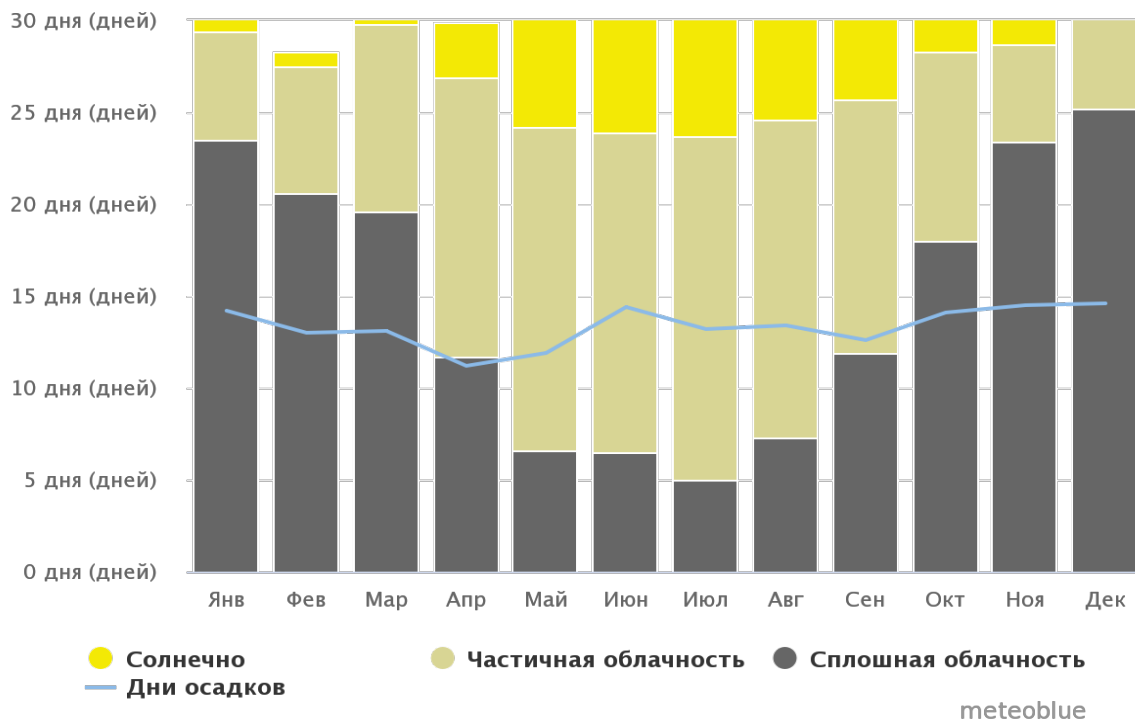


Рисунок 1 – Климатический график г. Санкт-Петербурга [2]

Согласно данным Национального управления по авиации и исследованию космического пространства (NASA), в Санкт-Петербурге средний удельный уровень инсоляции за год составляет 3,4 кВт·ч/(м<sup>2</sup>·день) в соответствии с рисунком 2 [3].

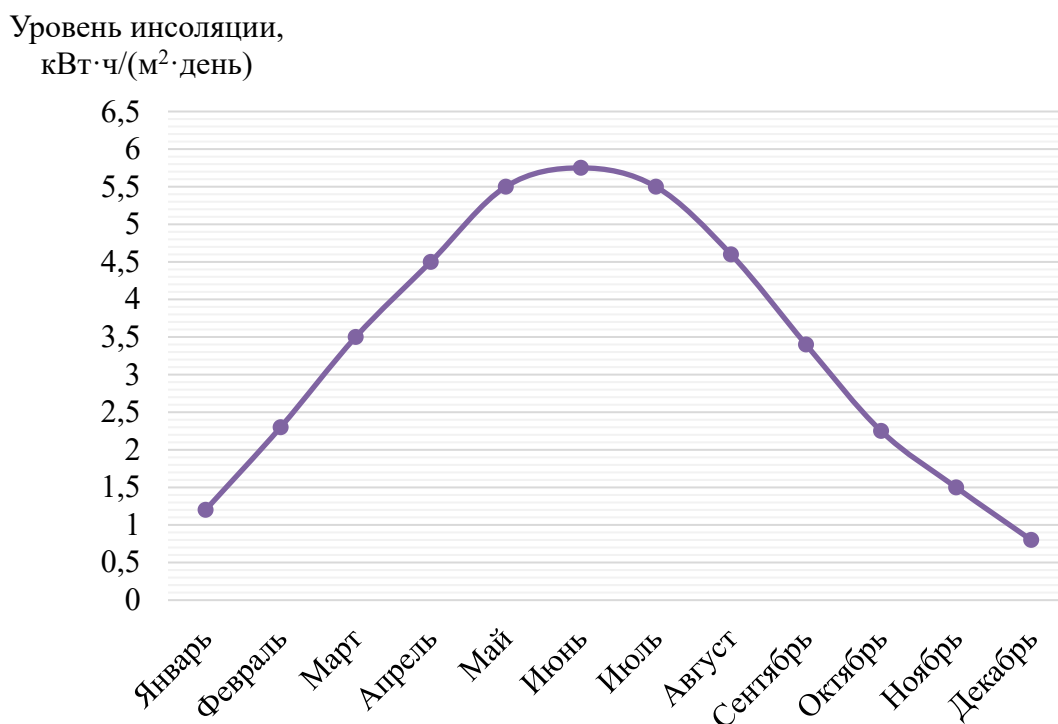


Рисунок 2 – Удельный уровень инсоляции в г. Санкт-Петербурге

Максимальное значение удельного уровня инсоляции на территории города Санкт-Петербурга наблюдается в период с мая по июль (5-6 кВт ч/(м<sup>2</sup> день)), а минимальное с ноября по январь (0,5-1,5 кВт ч/(м<sup>2</sup> день)). В зимний период выработка электрической энергии приблизительно будет в 5-7 раз меньше, чем в летний, поэтому целесообразно применение солнечной энергетики совместно с другим источником энергии. Например, возможно использование ветрогенераторов.

Ветра, поступающие с Атлантического океана, оказывают сильное воздействие на климат Санкт-Петербурга. В соответствии с рисунком 3 около 50% воздушных масс составляют ветра западного, северо-западного и юго-западного направления, около 26% северных и восточных направлений и 24% ветра южных и юго-восточных направлений.

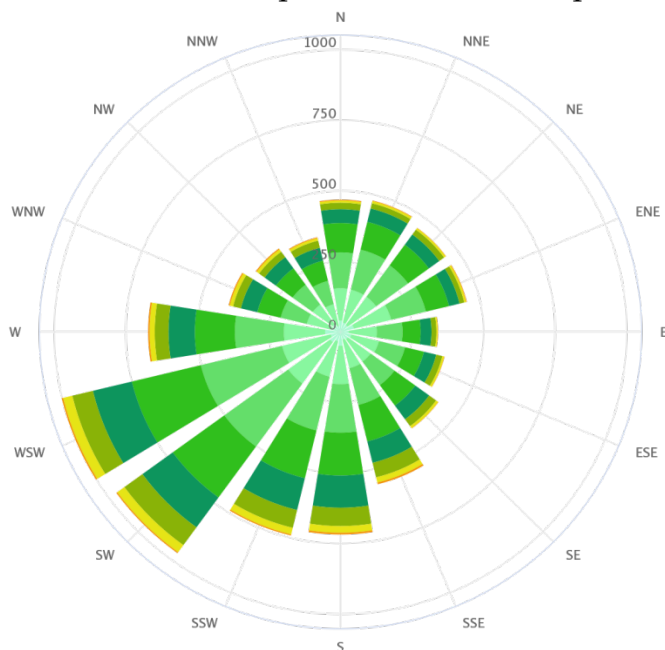
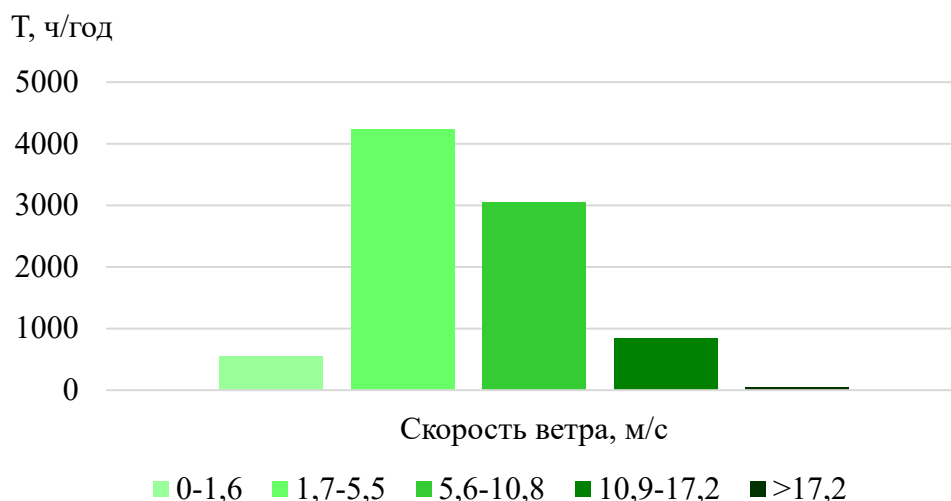


Рисунок 3 – Роза ветров г. Санкт-Петербурга [2]

Согласно рисунку 4, по данным meteoblue, средняя годовая скорость ветра находится в диапазоне от 1,5 м/с до 5,5 м/с. Наибольшее количество часов в год ветер является умеренно-слабым по шкале Бофорта и имеет скорость 1,7-5,5 м/с, а именно 4241 ч/год. Также часто ветряные потоки имеют скорость 5,6-10,8 м/с и наблюдаются 3048 ч/год. Со скоростью 0-1,6 м/с ветер дует 541 ч/год, 10,9-17,2 м/с – 841 ч/год, а штормовой ветер со скоростью более 17,2 м/с в среднем наблюдается 52 ч/год.



#### Рисунок 4 – Скорость ветра в г. Санкт-Петербурге

На водных территориях, например, на Невской губе Финского залива и на берегу Финского залива скорость ветра имеет большие значения, чем в центре города. В период с ноября по апрель доминируют ветра со скоростью более 8 м/с, а с мая по октябрь ветряные потоки в среднем имеют скорость 4-7 м/с.

В Невскую губу Финского залива впадает река Нева, которая является главной водной магистралью города. В Санкт-Петербурге находится множество рек, каналов, рукавов и протоков, но строительство классических ГЭС и малых ГЭС невозможно из-за территориальных особенностей [4]. Возможно применение бесплотинных ГЭС погружного типа и приливных турбин, но на данный момент в России такие установки не получили широкого применения, а также ограничивающим фактором применения подобных технологий в городе является нарушение исторического облика города.

Почти вся территория Санкт-Петербурга расположена на плоской низкой равнине, город характеризуется слабым и подвижным грунтом. Разведанные подземные источники горячих геотермальных вод отсутствуют, поэтому строительство геотермальных электростанций (ГеоЭС) на территории Санкт-Петербурга является нецелесообразным.

Изучение региона города Санкт-Петербурга показало, что в качестве возобновляемого источника энергии в городе Санкт-Петербурге возможно применение солнечных и ветряных электростанций, так как геотермальная энергетика и гидроэнергетика из-за географических особенностей не могут быть применены на данных территориях, а биоэнергетические сооружения целесообразно применять, например, на фермах, где источником биомассы являются отходы животных. В качестве источника энергии для Санкт-Петербурга такое направление не будет пригодным, так как эффективнее развивать биоэнергетику в частном производстве. По данным комитета по агропромышленному и рыбохозяйственному комплексу Ленинградской области, к 2021 году в области функционировало 97 животноводческих предприятий [5]. На этих фермах возможно использование биомассы для производства тепловой и электрической энергий для собственных нужд.

Из чего можно заключить, что на основании метеорологических данных из рассмотренных нетрадиционных источников энергии в городе Санкт-Петербурге наиболее целесообразно развитие ветряной энергетики, особенно в Финском заливе и на его побережье, так как там наблюдаются наиболее сильные ветра.

#### Список литературы:

1. СП 131.13330.2020 СНиП 23-01-99\* "Строительная климатология" // URL: <https://docs.cntd.ru/document/573659358> (дата обращения: 31.10.2022).
2. Климат Санкт-Петербург // URL: <https://www.meteoblue.com/ru> (дата обращения: 31.10.2022).
3. The POWER Project // URL: <https://power.larc.nasa.gov/> (дата обращения: 31.10.2022).
4. Акватория Санкт-Петербурга // URL: <http://avt.spb.ru/vodnyj-transport/akvatorija-sankt-peterburga/> (дата обращения: 31.10.2022).
5. Липатов, М. С. Альтернативная энергетика как перспективное направление для устойчивого развития сельских территорий / М. С. Липатов // Энергетика и автоматизация в современном обществе : Материалы ежегодной III Всероссийской научно-практической конференции обучающихся и преподавателей. В 3-х частях, Санкт-Петербург, 03 июня 2020 года / Под общей редакцией Т.Ю. Коротковой. – Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД, 2020. – С. 52-54.

**References:**

1. SP 131.13330.2020 SNiP 23-01-99\* "Construction climatology" // URL: <https://docs.cntd.ru/document/573659358> (date accessed: 31.10.2022).
2. Climate of Saint Petersburg // URL: <https://www.meteoblue.com/ru> (date accessed: 31.10.2022).
3. The POWER Project // URL: <https://power.larc.nasa.gov/> (date accessed: 31.10.2022).
4. The water area of St. Petersburg // URL: <http://avt.spb.ru/vodnyj-transport/akvatorija-sankt-peterburga/> (date accessed: 31.10.2022).
5. Lipatov, M. S. Alternative energy as a promising direction for sustainable development of rural areas / M. S. Lipatov // Energy and automation in modern society : Materials of the annual III All-Russian Scientific and Practical Conference of students and teachers. In 3 parts, St. Petersburg, June 03, 2020 / Under the general editorship of T.Y. Korotkova. – St. Petersburg: HSE SPbGUPTD, 2020. – pp. 52-54.