

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 1 (2021)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/OGVZ5983>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD, доцент*

Ответственный секретарь

Приходько Е. В., *к.т.н., профессор*

Редакция алкасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*
Никитин К. И., *д.т.н., профессор (Россия)*
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*
Новожилов Т. А., *к.т.н., доцент (Россия)*
Оспанова Н. Н., *к.п.н., доцент*
Нефтисов А. В., *доктор PhD, доцент*
Шокубаева З. Ж. *технический редактор*

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

<https://doi.org/10.48081/OPJQ7153>***К. В. Хацевский, Т. В. Гоненко**Омский государственный технический университет,
Российская Федерация, г. Омск

АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ ВЕТРОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В ЭНЕРГОСИСТЕМУ РОССИИ

В работе рассмотрена деятельность России в такой области, как ветроэнергетика. Определено ее место в современной энергосистеме страны. Выявлено, что зачастую ошибочные представления об эффективности ветроэлектростанций негативно влияют на их внедрение. Представлены постановления и федеральные законы, принятые государством для нормирования деятельности в данной области. На основе изученной литературы, авторами предложен ряд мероприятий, которые, по их мнению, положительно повлияют на развитие ветроэнергетики в России.

Ключевые слова: ветровые электростанции, ветроэнергетический потенциал, возобновляемые источники энергии.

Введение

Развитие промышленности, сельского хозяйства и других отраслей требует качественного и надежного обеспечения электроэнергией. В то же время в нашей стране существующие системы электроснабжения значительно устарели, при их модернизации все чаще обращают внимание на альтернативные способы обеспечения электрической энергией. Альтернативные источники в большинстве случаев подразумевают локальную генерацию, что, несомненно, менее выгодно в сравнении с крупными электростанциями. Тем не менее, стоит учитывать существенные технологические потери электрической энергии, которые возникают при передаче её на большие расстояния. Большая протяжённость и наличие множества элементов в цепи при передаче электроэнергии снижают общую надёжность электроснабжения, а также увеличивают его стоимость.

Один из множества возможных способов выхода из данной ситуации – применение собственных систем генерации электрической энергии. К одному из таких видов энергии можно отнести энергию ветра. Как известно ветер

имеет ряд преимуществ, обусловленных его природой: в дневные часы его можно чаще наблюдать, чем в ночные. А в зимнее время года в большинстве регионов сила ветра выше, чем в летний.

Сейчас энергия ветра практически не генерируется в энергосистему России, при этом рынок в области ВИЭ значительно отстает от зарубежных. У нас в стране за последние годы построили лишь несколько ветровых электростанций (ВЭС) с установленной мощностью более 1 МВт. По данным отчета [1], установленная мощность ВЭС на территории России к середине 2016 г. составляет 11 МВт (без учета ветропарков в Крыму). При этом наше государство практически не имеет опыта работы с ВЭС мегаваттного класса. Стоит также обратить внимание, что для большинства из установок требуется капитальный ремонт.

Материалы и методы

Исходя из опыта развития ветроэнергетики в стране стало понятно, что часто ее развитие тормозят неправильные представления о ветроэнергетическом потенциале (ВЭП). Так, согласно [2] характерные значения удельной мощности ветра, рассчитанные по методике WASP, в большинстве регионах России на высоте 50 м не превышают 150–200 Вт/м² (рис. 1). Эти данные позволяют говорить об эффективном использовании ВЭУ суммарной установленной мощности не более 4–5 ГВт в основном в районах с малым населением и, соответственно, с трудностями передачи и сбыта электроэнергии. Отсюда, можно сделать выводы о неэффективности использования ВЭС в России. В то же время, в работе [3] расчеты, проводимые по данной методике, подвергаются критике. Они не учитывают таких факторов как: годовые и суточные характеристики ветра; данные ВИК по высотам превышающим 20–30 метров; данные метеорологических и аэрологических станций России и бывшего СССР.

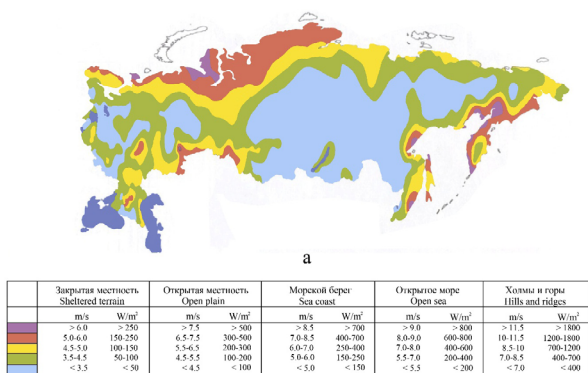


Рисунок 1 – Скорости и удельные мощности ветра, рассчитанные по методике WASP для территории России для высоты 50 м.

Распределение по карте (а) и поясняющая таблица (б)

Приведем еще один пример негативного воздействия ошибочных представлений об эффективности повсеместного использования ВЭС. Принятое в 2012 году ПП РФ № 449 по развитию возобновляемых источников энергии в России, в качестве достаточного целевого показателя для ВЭС, которые финансирует государство, обозначен явно заниженный, как показано в работе [3], коэффициент использования номинальной мощности ВЭУ, равный 27 % (хотя в современных ВЭС он может достигать 35–40 %). В результате такого занижения, расчетная себестоимость электроэнергии будущих российских ветроэлектростанций увеличивается, что повлечет рост тарифов.

Несмотря на это, в последние годы, следуя мировым тенденциям, Правительство РФ произвело первые шаги в направлении ускорения развития ВЭУ и сформулировало роль государства в осуществлении поддержки, которые законодательно закреплены. На основе поправок, внесенных Федеральным законом № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» от 4.11.2007 г. была создана ассоциация «НП Совет рынка». Она участвует в создании правил для различных рынков электроэнергии и мощности; утверждает и разрабатывает: регламенты оптового рынка; Договор о присоединении к торговой системе оптового рынка; ведет реестр субъектов оптового рынка (в том числе и ветроэнергетических объектов), осуществляет разрешение споров на рынке [4, 5].

Даже в упомянутом Постановлении № 449 были сформулированы требования, предъявляемые к механизмам работы с объектами ВИЭ, нормам и стандартам по развитию ветроэнергетики в стране. Через некоторое время, после принятия закона в него начали вводиться. По 449 постановлению вводились различные поправки и распоряжения, рассчитанные на изменение некоторых норм. После этого, в 2016 году, увидело свет Распоряжение Правительства от 01.08.2016 г. № 1634-г «Схема территориального планирования Российской Федерации в области энергетики». Этот документ предполагает, что до 2030 в нашей стране будет построено 15 ветроэлектростанций суммарной мощностью 4500 МВт (табл. 1).

Таблица 1 – Целевые показатели объемов ввода установленной мощности генерирующих объектов (в МВт)

Год	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
На основе энергии ветра	200	400	500	500	500	500	500	150,2

Еще одним важным вопросом является локализация ветроэнергетического оборудования в России. Эта деятельность направлена на увеличение производственных мощностей на территории страны и открытие новых

научно-исследовательских центров. Целевые показатели по этому процессу представлены в Распоряжении Правительства РФ от 28.07.2015 г. № 1472-р.

В тоже время, ряд экспертов считают, что существует необходимость решения некоторых финансовых барьеров, например, через увеличение инвестиций ветроэнергетической отрасли или наращивание государственного финансирования. В первом случае улучшение ситуации можно достигнуть, либо за счет увеличения инвестиционной привлекательности проектов (с привлечением зарубежным специалистов и инвесторов), либо за счет уменьшения процентных ставок при получении различных кредитов (при этом стоит учитывать основные экономические риски). Второе – увеличение финансирования государством – является одним из возможных вариантов, однако, этот процесс должен быть прозрачно и эффективно реализован [6, 7].

Также правительству стоит произвести обновление, а в некоторых случаях замену существующих нормативных документов и стандартов, которые оказывают влияние на внедрение ВИЭ, при этом необходимо учитывать стандарты международной электротехнической комиссии (IEC). Приведем, для примера, земельное законодательство, необходимо понимать, что его изменение под нужды ветроэнергетики – слишком сложный процесс, однако, значительные территориальные ресурсы нашей страны создают возможность для расширения деятельности инвесторов во многих регионах, где находится больше свободных площадей и существует дефицит электроэнергии [8]. Подобная стратегия поможет создать в стране конкурентную среду между регионами, а это позволит в целом увеличит инвестиции в проекты, связанные с ветроэнергетикой. Еще одно эффективное мероприятие – доработка государственного территориального планирования, при этом ветроэлектростанции будут строиться там, где это действительно необходимо и обоснованно. На данный момент существует схема территориального планирования, которая включает проекты ветроэлектростанций мощностью 100 МВт и выше, однако, ее стоит доработать и внести данные о ВЭС малой и средней мощности [9, 10]. В случае возникновения административных барьеров в одном регионе такое планирование позволит перенести станцию в другой, с более благоприятными условиями.

Результаты и обсуждения

Сейчас, темпы роста ветроэнергетической отрасли в РФ существенно отстают от стран с развитым ветроэнергетическим рынком. Несмотря на это, результаты последних конкурсных отборов говорят о положительной динамике, которая создаст необходимый фундамент для строительства на территории страны ветроэлектростанций, общая мощность которых составит 700 МВт. Стоит отметить, что для вывода ветроэнергетики России на мировой уровень, необходимо ввести в работу значительные объемы

мощностей. Потенциал, заложенный в ветроэнергетических ресурсах нашей страны огромен, ведь она обладает огромным экономическим и техническим потенциалом энергии ветра – 16500 ТВт·ч/год. Часть причин, из-за которых эти ресурсы до сих пор не используются, описаны в работе. Тем не менее, со стороны Государства и бизнеса возрастает интерес к строительству новых объектов на основе ветровых и других ВИЭ.

Список использованных источников

1 Перспективы ветроэнергетического рынка в России: Исследование / Фонд имени Фридриха Эберта; Всемирная ветроэнергетическая ассоциация; Штефан Гзенгер, Денисов Р.С. – 2017. – 29 с.

2 **Старков, А. Н.** Атлас ветров России / Старков А. Н. [и др.] – М. : «Можайск-Терра», 2000. – 558 с.

3 **Николаев, В. В.** Обоснование параметров ветродизельных энергокомплексов с учетом местного ветропотенциала и графиков нагрузки: дис. канд. тех. наук: 05.14.08: защищена 06.09.2016 / Николаев Василий Владимирович. – М., 2016. – 147 с.

4 **Николаев, В. Г.** Оценка ветроэнергетического потенциала России / Николаев В. Г. // Энергетик. – 2011. – №. 9. – С. 37–49.

5 **Хацевский, К. В.** Политические аспекты внедрения ветроэлектростанций в энергосистему России / К. В. Хацевский, Е. А. Кукарекин, М. В. Куц, А. В. Симаков // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. LX междунар. студ. науч.-практ. конф. – Новосибирск: Изд. АНС «СибАК». – 2017. – № 12 (59). – С. 450–454.

6 **Бубенчиков, А. А.** Проблемы применения ветроэнергетических установок в регионах с малой ветровой нагрузкой / А. А. Бубенчиков [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 5–2 (36). – С. 39–43.

7 **Лисицын, А. Н.** О перспективах ветроэнергетики в современном мире / А. Н. Лисицын, Н. М. Задорожная // Инновационные технологии в науке и образовании: Сборник статей V Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 2017. – С. 36–42.

8 **Серебряков, Р. А.** Современное состояние, проблемы и перспективы развития ветроэнергетики / Р. А. Серебряков, С. С. Доржиев, Е. Г. Базарова // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2016. – № 3. – С. 13–20.

9 **Шагаров, Д. В.** Проблемы выбора и применения электрогенераторов для ветроэнергетической установки / Д. В. Шагаров, Е. М. Приходько,

К. В. Хацевский // Актуальные вопросы энергетики: материалы всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2018. – С. 188–192.

10 **Лебедев, И. С.** Оптимизация конструкции конфузора ветроэнергетической установки для регионов с нестабильно-малым ветровым давлением / И. С. Лебедев, А. А. Бубенчиков, В. Н. Горюнов, К. В. Хацевский // Вестник МЭИ. – 2019. – № 1. – С. 14–19. DOI: 10.24160/1993-6982-2019-1-14-19.

References

1 Perspektivy vetroenergeticheskogo rynka v Rossii: Issledovanie / Fond imeni Fridriha Eberta; Vsemirnaya vetroenergeticheskaya associaciya; SHtefan Gzenger, Denisov R. S. [Prospects of the Wind Energy Market in Russia: Research / Friedrich Ebert Foundation; World Wind Energy Association; Stefan Gzenger, Denisov R. S.] – 2017. – 29 p.

2 **Starkov, A. N.** Atlas ветров России / Starkov A.N. [i dr.] «Mozhajsk-Terra», [Starkov A. N. Atlas of the winds of Russia / Starkov A. N. [et al.] – М. : Mozhaisk-Terra] – 2000. – 558 p.

3 **Nikolaev, V. V.** Obosnovanie parametrov vetrodizel'nyh energokompleksov s uchetom mestnogo vetropotenciala i grafikov nagruzki: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.14.08: zashchishchena 06.09.2016/ Nikolaev Vasilij Vladimirovich [Nikolaev V. V. Justification of the parameters of wind-diesel power complexes taking into account the local wind potential and load schedules: dis. ... Candidate of Technical Sciences: 05.14.08: defended 06.09.2016/ Nikolaev Vasily Vladimirovich.] – М., 2016. – 147 p.

4 **Nikolaev, V. G.** Ocenka vetroenergeticheskogo potenciala Rossii / Nikolaev V.G. // Energetik [Nikolaev V. G. Evaluation of the wind energy potential of Russia / Nikolaev V. G. // Energetik] – 2011. – №. 9. P. 37–49.

5 **Khatsevskiy, K. V.** Politicheskie aspekty vnedreniya vetroelektrostantsij v energosistemu Rossii / K. V. Khatsevskiy, E. A. Kukarekin, M. V. Kuc, A. V. Simakov // Nauchnoe soobshchestvo studentov XXI stoletiya. Tekhnicheskie nauki: sb. st. po mat. [Khatsevskiy K. V. Political aspects of the introduction of wind power plants in the energy system of Russia / K. V. Khatsevskiy, E. A. Kukarekin, M. V. Kuts, A. V. Simakov // Scientific community of students of the XXI century. Technical sciences: mat. LX International Student Scientific and Practical Conference-Novosibirsk: SibAK Publishing House»]. – 2017. – № 12 (59). – P. 450–454.

6 **Bubenchikov, A. A.** Problemy primeneniya vetroenergeticheskikh ustanovok v regionah s maloj vetrovoj nagruzkoj / A. A. Bubenchikov [i dr.] // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [Bubenchikov A. A. problems

of the application of wind turbines in areas with low wind load / A. Bubenichikov A. [et al.] // International research journal.] – 2015. – № 5–2 (36). – P. 39–43.

7 **Lisitsyn, A. N.** O perspektivah vetroenergetiki v sovremennom mire / A.N. Lisitsyn, N.M. Zadorozhnaya // Innovacionnye tekhnologii v nauke i obrazovanii: Sbornik statej V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. [Lisitsyn A. N. About the prospects of wind energy in the modern world / A. N. Lisitsyn, N. M. Zadorozhnaya // Innovative technologies in science and education: Collection of articles of the V International Scientific and Practical Conference-Penza] 2017. – P. 36–42.

8 **Serebryakov, R. A.** Sovremennoe sostoyanie, problemy i perspektivy razvitiya vetroenergetiki / R. A. Serebryakov, S. S. Dorzhiev, E. G. Bazarova // Aktual'nye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk [Serebryakov R. A. Modern state, problems and prospects of wind power development / R. A. Serebryakov, S. S. Dorzhiev, E. G. Bazarova // Actual problems of the humanities and natural sciences]. – 2016. – №. 3. – P. 13-20.

9 **Shagarov, D. V.** Problemy vybora i primeneniya elektrogeneratorov dlya vetroenergeticheskoy ustanovki / D.V. Shagarov, E.M. Prihod'ko, K.V. Khatsevskiy // Aktual'nye voprosy energetiki: materialy vsrossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. [Shagarov D. V. Problems of selection and application of electric generators for a wind power plant / D. V. Shagarov, E. M. Prihodko, K. V. Khatsevskiy // Actual issues of power engineering: materials of the All-Russian scientific and practical conference with international cooperation. participation.] – Omsk: Izd-vo OmSTU] – 2018. – P. 188–192.

10 **Lebedev, I. S.** Optimizaciya konstrukcii konfuzora vetroenergeticheskoy ustanovki dlya regionov s nestabil'no-malym vetrovym davleniem / I. S. Lebedev, A. A. Bubenichikov, V. N. Goryunov, K. V. Khatsevskiy // Vestnik MEI. [Lebedev I. S. design Optimization of a confuser windmills to regions with unstable low wind pressure / I. Lebedev, A. A. Bubenichikov, V. N. Goryunov, V. K. Khatsevskiy // MPEI Vestnik.] – 2019. – No. 1. – P. 14-19. DOI: 10.24160/1993-6982-2019-1-14-19.

Материал поступил в редакцию 19.03.21.

К. В. Хацевский, Т. В. Гоненко

Ресейдің энергетикалық жүйесіне жел электр станцияларын енгізуді талдау

Омбы мемлекеттік техникалық университеті,
Ресей Федерациясы, Омбы қ.
Материал 19.03.21 баспаға түсті.

K. V. Khatsevskiy, T. V. Gonenko

Analysis of the implementation of wind power plants in the Russian energy system

Omsk State Technical University,
Russian Federation, Omsk.
Material received on 19.03.21.

Жұмыста Ресейдің жел энергетикасы сияқты саладағы қызметі қарастырылған. Әрине, оның елдің заманауи энергетикалық жүйесіндегі орны. Жел электр станцияларының тиімділігі туралы қате түсініктер оларды енгізуге теріс әсер ететіні анықталды. Осы саладағы қызметті қалыпқа келтіру үшін мемлекет қабылдаған ережелер мен федералды заңдар ұсынылған. Зерттелген әдебиеттер негізінде авторлар бірқатар шараларды ұсынды, олардың пікірінше, Ресейдегі жел энергетикасының дамуына оң әсер етеді.

Кілтті сөздер: жел электр станциялары, Жел энергетикалық әлеуеті, жаңартылатын энергия көздері.

The paper considers Russia's activities in the field of wind energy. Definitely its place in the modern energy system of the country. It is revealed that often erroneous ideas about the efficiency of wind power plants negatively affect their implementation. The resolutions and federal laws adopted by the state for the regulation of activities in this area are presented. Based on the studied literature, the authors propose a number of measures that, in their opinion, will have a positive impact on the development of wind energy in Russia.

Keywords: wind power plants, wind energy potential, renewable energy sources.

Теруге 19.03.2021 ж. жіберілді. Басуға 29.03.2021 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

17,4 Мб RAM

Шартты баспа табағы 21,0. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Шукурбаева

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3746

Сдано в набор 19.03.2021 г. Подписано в печать 29.03.2021 г.

Электронное издание

17,4 Мб RAM

Усл. печ. л. 21,0. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Шукурбаева

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 3746

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

«Торайғыров университет»

коммерциялық емес акционерлік қоғамы

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

«Торайғыров университет»

коммерциялық емес акционерлік қоғамы

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik.tou.edu.kz