

УДК 621.32

**ВЕТРОВАЯ ЭНЕРГИЯ КАК НЕИССЯКАЕМЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ**

Анищик О.Р, Стаскевич П.И.

Научный руководитель – ассистент Михайлова Я.В.

История применения энергии ветра человеком идет из глубокой древности. Самые первые упоминания об этом возникли около 1000 лет до нашей эры. Считается, что история ветряных мельниц западных стран ведется с первого документального возникновения датской или европейской ветряной мельницы в 1180 году в Нормандии. Скорее всего, что ветряные мельницы попали в Европу из Персии через средиземноморские страны.

В конце XIX века возникла идея применения энергии ветра для получения постоянного электрического тока. В литературе можно встретить описание ветряной установки Браша, который стал одним из самых первых в генерировании электроэнергии.

Все ветрогенераторы можно разделить на 3 типа: ветрогенераторы с вертикальной осью вращения, с горизонтальной осью вращения и гибридные ветрогенераторы. С горизонтальной осью: одно- двух- трех- и многолопастные. Гибридными являются парусный и летающий. Ротор Савониуса, Ротор Дарье, геликоидный, ортогональный, многолопастной ротор являются ветрогенераторами с вертикальной осью вращения.

Достоинства ветрогенераторов: отсутствие отходов, возобновляемый ресурс, минимальные затраты на эксплуатацию, большой срок службы. Недостатки ветрогенераторов: выработка шума, требуется постоянное воздействие ветра, портят ландшафт.

Срок окупаемости зависит от различных факторов: скорость ветра, эффективность ветрогенератора и многих других. В среднем 5- 7 лет. Если ветрогенератор работает на 25% процентов своей мощности, он уже работает на окупаемость. В среднем вырабатывает около 28-29% своей мощности, но бывает и 30-33%.

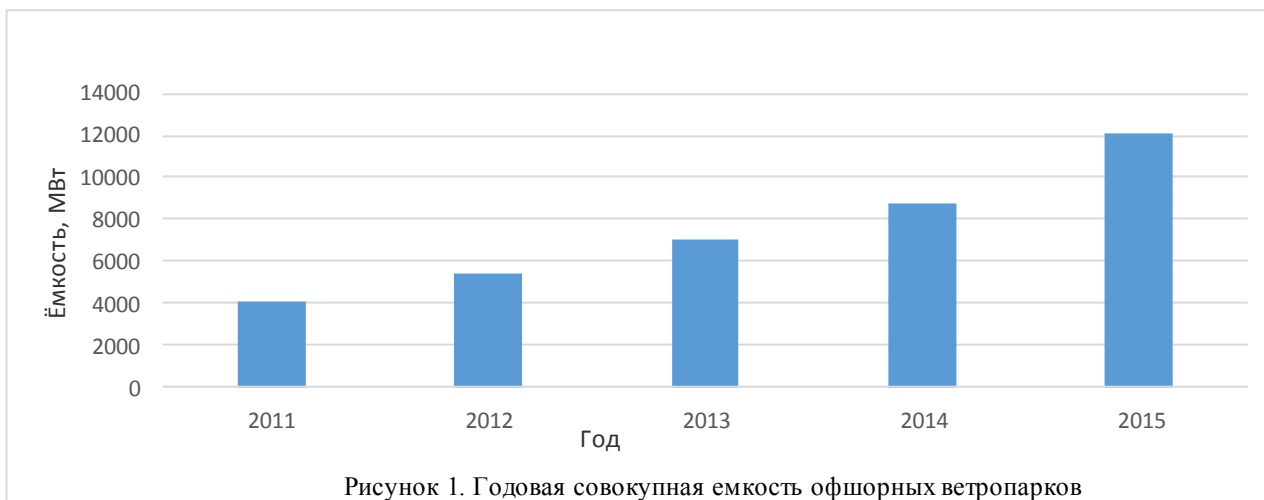
В 2015 году французская компания NewWind представила концепт ветряка в виде дерева. По сравнению с традиционными ветровыми генераторами, дерево обладает рядом преимуществ – оно почти не производит шума, может вырабатывать энергию даже при легком дуновении ветра и эстетично на вид. Недостатком является малая эффективность. Вырабатываемую энергию можно использовать, например, для уличного освещения или зарядки электромобилей.

В море есть обширные территории для строительства электростанций, а растущий дефицит наземных сделал вынос ветроэнергетики за пределы суши весьма логичным. При этом, уже на удалении 10-15 км от берега, оффшорный ветропарк не будет менять морские пейзажи. Существенное отличие от наземных ветропарков заключается в условиях установки и эксплуатации. Оффшорная ветроэнергетика считается относительно новой технологией. Пионером в секторе оффшорной ветроэнергетики является Дания.

Более 91% оффшорных ветропарков всего мира в настоящее время установлено у берегов Европы. Однако, даже учитывая очевидные преимущества, развитие оффшорной ветроэнергетики осуществлялось намного медленнее наземной. Это отставание происходило по разным причинам, к которым можно отнести и сложность ведения работ в морских условиях, и высокая стоимость морских ветротурбин, а также стоимость подключения в энергосеть. Однако сегодня уже существуют плавучие ветротурбины, не требующие установки фундамента.

Таблица 1- Лидеры оффшорной энергетики

Тройка стран-лидеров, 2015	Ёмкость, МВт
Великобритания	5006,5
Германия	3294,3
Дания	1271,3
Всего в мире	12107



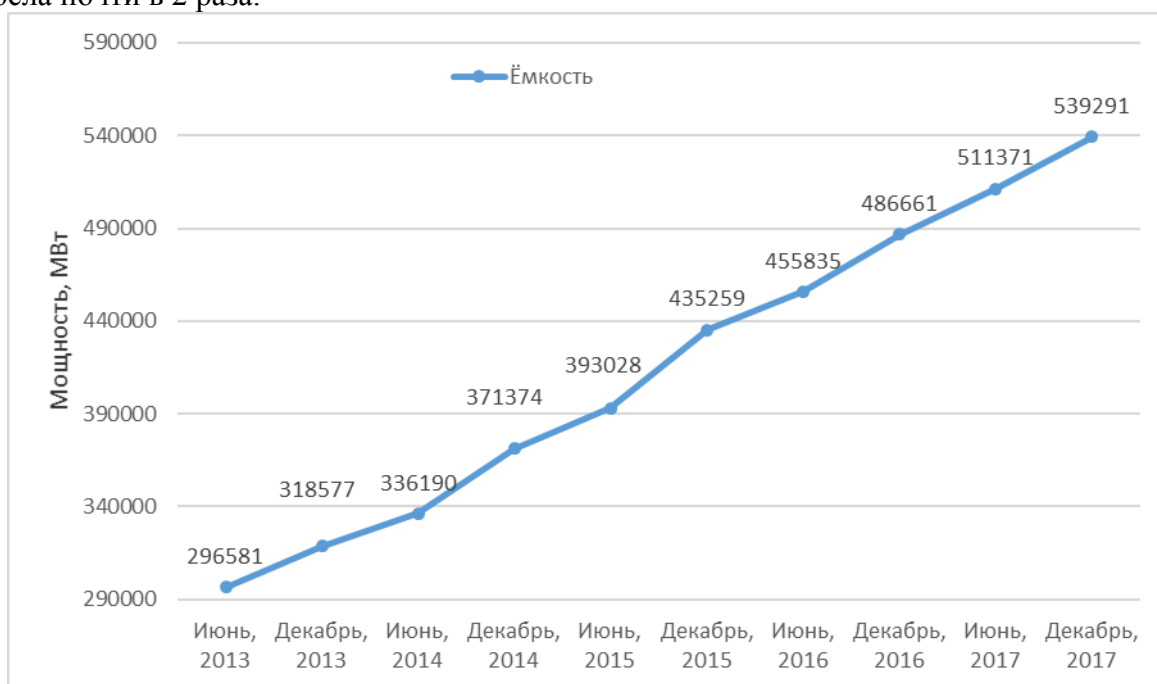
Общая емкость офшорных ВЭС составляла на 2015 в 3 раза больше, чем в 2011 году.

Типовая установка включает в себя следующие составные части: генератор переменного тока; лопасти, которые передают вращение к валу; мачта ветряка, к которой крепятся лопасти; аккумуляторы, накапливающие энергию, что позволяет использовать ее при небольшом ветровом потоке или его полном отсутствии. Батарея также выполняет функцию стабилизации электрической энергии, поступившей от генератора; контроллер – преобразователь переменного напряжения, полученного с генератора, в постоянное, которое применяется для заряда батареи. Управление контроллером осуществляется поворотом лопастей, что позволяет учитывать, куда движутся потоки воздуха;

АВР – устройство автоматического переключения, связывающее ветрогенератор с другими источниками энергии (солнечными панелями, электросетью);

датчик направления ветров – прибор, облегчающий лопастям поиск ветрового потока; инвертор для преобразования постоянного тока из аккумуляторов в переменное напряжение, которое применяется в электрокоммуникациях.

За 2013-2017 год, по данным WWEA, общая установленная мощность ветрогенераторов возросла почти в 2 раза.



Темпы роста за последние 4 года почти не меняются, в среднем 14,1% или 55,159 МВт установленной мощности в год.

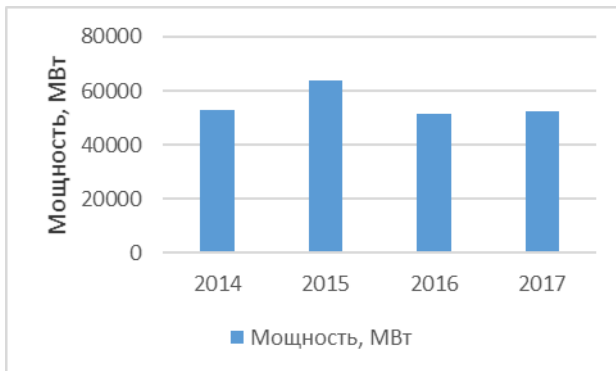


Рисунок 3. Годовой прирост мощности

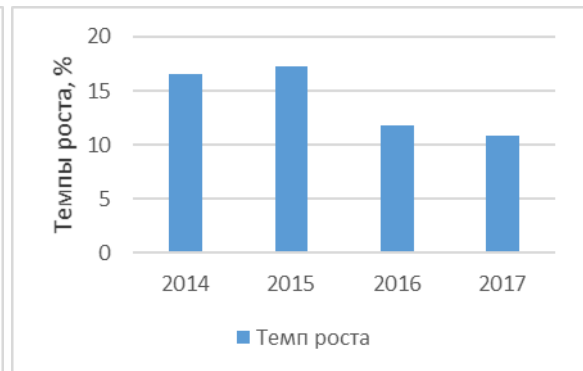


Рисунок 4. Темпы роста

Сейчас безусловным лидером в области ветроэнергетики является Китай, после него идут США и Германия. Десятка стран-лидеров продемонстрирована на таблице 2.

Таблица 2 – Лидеры по выработке ветровой энергии

Страна	Общая мощность, 2016, МВт	Добавленная мощность, 2017, МВт	Общая мощность, 2017, МВт
Китай	168730	19000	187730
США	82033	6894	88927
Германия	50019	6145	56164
Мир	42822	5600	48500
Индия	28279	4600	32879
Испания	23020	6	23026
Великобритания	14512	3340	17852
Франция	12065	1695	13760
Бразилия	10800	1963	12763
Канада	11898	341	12239
Общая сумма	486661	52552	539291

Лидером по производству ветрогенераторов является компания Vestas, суммарная мощность установленных ветрогенераторов за 2016 составила 9 ГВт.

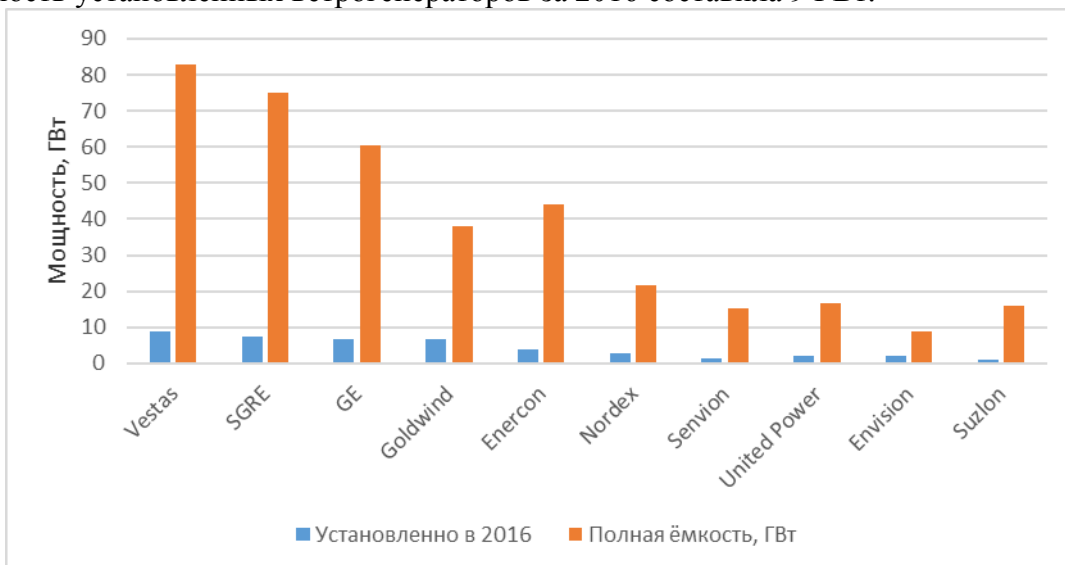


Рисунок 4. Лидеры по производству ветрогенераторов

В Беларуси на начало 2017 года было 73 ветроэнергетические установки. Их общая мощность 68,4 МВт. Они произвели около 73,4 млн кВтч в 2016 году. Есть планы запустить еще 6 ветряков общей мощностью 8,45 МВт. Сейчас доля возобновляемых источников составляет около 6%, и планируется увеличить ее только до 9% к 2035 году. Для сравнения, в странах Евросоюза цель стоит до 27% уже в 2030 году. Данная карта-схема показывает ветроэнергетический потенциал на высоте 100 метров, проанализировав эти карты можно выявить места для их расположения с расчетом на максимальный эффект.

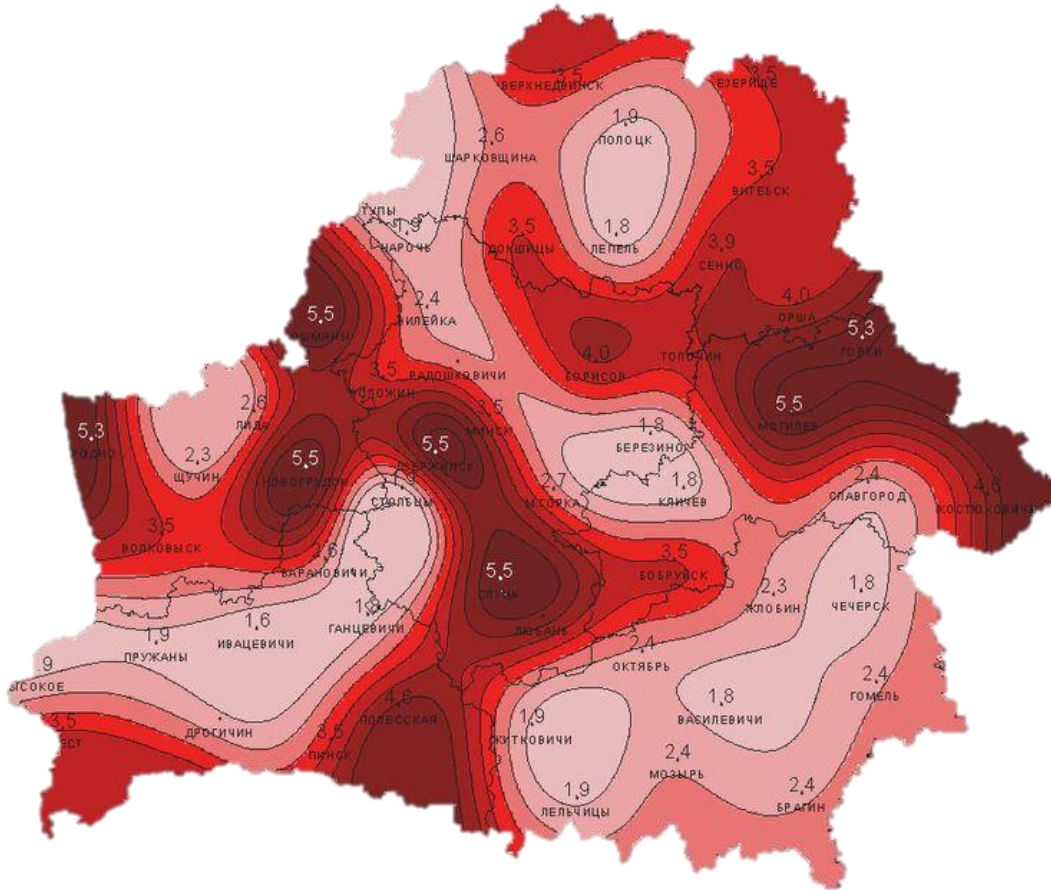


Рисунок 5. Ветроэнергетический потенциал на высоте установки ветротурбины 100 м

Изучив историю становления ветровой энергетики и тенденции ее развития в мире и РБ становится понятно, что ветроэнергетика продолжает развиваться, появляются новые виды более эффективных ветрогенераторов и уменьшается стоимость их установки. Проводятся расчеты по выявлению площадок, на которых установленные ветрогенераторы будут максимально эффективны. В РБ развитие ветроэнергетики идет малыми темпами по той причине, что по территории не проходят постоянные ветра и рельеф не способствует возникновению мощных ветров. Следующим шагом в исследовании ветроэнергетики является расчет наиболее эффективных площадок для ветровых парков и мощностей ветрогенераторов в этих парках.

#### Литература

1. Ветроэнергетика: преимущества и недостатки использования ВЭС. Часть 1 / Март 13, 2012 / Ольга Шейдина, Редактор // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zelenet.com/preimushhestva-i-nedostatki-vertikalnogo-vetryaka/1192/>. – Дата допуска: 21.04.2018.
2. От ветряной мельницы к ВЭУ / Декабрь 28, 2012 / Ольга Шейдина, Редактор // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zelenet.com/ot-vetryanoj-melnicy-k-veu/6731/>. – Дата допуска: 21.04.2018.

3. Основные виды ветрогенераторов: вертикальные, горизонтальные // [Электронный ресурс]. – Режим допуска: <http://tcip.ru/blog/wind/osnovnye-vidy-vetrogeneratorov-vertikalnye-gorizontálne.html>. – Дата допуска: 21.04.2018.
4. Оффшорная ветроэнергетика (или ветроэнергетика морского базирования) приковала интерес Европы и всего мира. // [Электронный ресурс] . – 2016. – Режим допуска: <http://www.windpower.by/ru/news/464.html>. – Дата допуска: 21.04.2018.
5. Преимущества и недостатки вертикального ветрогенератора / Сентябрь 06, 2016 / Ольга Шейдина, Редактор // [Электронный ресурс]. – Режим допуска: <http://zelenet.com/vetroenergetika-preimushhestva-i-nedostatki-ispolzovaniya-ves-chast-1/33813/>. – Дата допуска: 21.04.2018.
6. Вертикальные, горизонтальные ветрогенераторы, их характеристики и виды // [Электронный ресурс] . – Режим допуска: <https://ecoteplo.pro/vetrogenerator/>. – Дата допуска: 21.04.2018.
7. Wind Power Capacity reaches 539 GW, 52,6 GW added in 2017 // [Electronic resource]. – 2017. – Mode of access: <http://www.wwindea.org/2017-statistics/>. – Date of access: 21.04.2018