

## РАЗВИТИЕ ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СТРАНАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА И В БЕЛАРУСИ

**Роговский Н. М., Калинин М. Ю.**

*Белорусский государственный университет  
г. Минск, Республика Беларусь, kamu@tut.by*

Энергетика является одной из важнейших факторов, обеспечивающих промышленное и сельскохозяйственное производство и жизнеобеспечение многих стран мира. Современные способы получения электроэнергии с использованием АЭС, ГЭС плотинного типа, ТЭЦ, как правило, отрицательно влияют на состояние окружающей среды. В связи с этим актуальным становится использование альтернативных, возобновляемых источников энергии. Развитие альтернативной энергетики и поиск новых источников энергии – главная мировая тенденция нынешнего тысячелетия. В докладе дан анализ динамики развития ветроэнергетики в странах Европейского Союза и в Беларуси.

*Ключевые слова:* энергия ветра; ветроэнергетика; территория Беларуси.

## DEVELOPMENT OF WIND ENERGY IN COUNTRIES EUROPEAN UNION AND IN BELARUS

**Rogovskiy N. M., Kalinin M. Yu.**

*Belorussian State University,  
Minsk, Republic of Belarus, kamu@tut.by*

Energy is one of the most important factors ensuring industrial and agricultural production and livelihoods of many countries of the world. Modern methods of generating electricity using nuclear power plants, dam-type hydropower plants, thermal power plants, as a rule, adversely affect the state of the environment. In this connection, the use of alternative, renewable energy sources becomes topical. The development of alternative energy and the search for new sources of energy is the main global trend of the current millennium. The report analyzes the dynamics of wind energy development in the European Union and in Belarus.

*Key words:* wind energy; wind power; territory of Belarus.

Человек давно стал использовать энергию воды, солнца и ветра в своей жизни. Последнее массовое возрождение интереса к ветроэнергетике началось в 1970 гг. после нефтяного кризиса, продемонстрировавшего зависимость многих стран от импорта нефти. В середине 1970 гг. в Дании начались испытания предшественников современных ветрогенераторов (ВГ). В 1975 г. Американское космическое агентство NASA запускает программу по ветроэнергетике. Крупные ВГ, разработанные в рамках этой программы, установили несколько мировых рекордов по размерам и мощности. Был запущен первый в США и мире ветропарк (ВП), который производил энергию для 4 000 жилых домов. В 1978 г. в США приняли политику государственного регулирования отрасли. Президент подписал акт, который обязывал компании покупать определенные объемы электроэнергии из возобновляемых источников. В 1980 гг. Дания начинает осваивать прибрежный ветер. В период с 1980 г. по 1990 г. в США было построено 46 ВП, мощности которых хватало для обеспечения энергией 300 тыс. домов. В 1991 г. на юге Дании ввели в эксплуатацию первый в мире прибрежный ВП из 11 турбин. Мощность каждой турбины составляла 450 кВт. Уже на момент начала XXI в. в США работают 97 ВП, производя энергию для 592000 домов. Общая мощность всех ВП 2554 МВт. Совокупная мощность всех ВП к началу века вырастает до 17400 МВт. В 2009 г. у берегов Норвегии начинают работать первые в мире крупнотоннажные плавучие ВГ. В 2010 г. в США работает 581 ВП, рассчитанный на 10 000 000 домов, и средняя цена ветряной электроэнергии в США составляет 0,08\$ за кВт, это примерно 20 % от цены в 1980 гг. (0,38 \$ за кВт). Вскоре Китай обходит США и становится страной, где вырабатывается больше всего совокупной

энергии, а мировая выработка ветроэнергетики составляет 197039 мВт. В последние 20–25 лет ветроэнергетика сделала огромный рывок, как количественный, так и качественный. Многие страны планируют через некоторое время полностью перейти на *возобновляемые источники энергии* (ВИЭ) [4].

Совет Европы утвердил план, согласно которому доля ВИЭ в общем энергопотреблении ЕС к 2020 г. должна достигнуть 20 %. А доля биотоплива в общем объеме потребления бензина и дизельного топлива дорожным транспортом всех стран – членов ЕС должна составить не менее 10 %. В 2018 г. в странах ЕС были построены новые энергетические объекты общей мощностью в 41 ГВт, из них: – 14 480 МВт (35 %) пришлось на ВЭУ; – 6 930 МВт (29 %) – на газовые электростанции; – 5 700 МВт (19 %) – на фотогальванические станции; – 4 260 МВт (13 %) – на теплоэлектростанции, работающие на углеводородном сырье; – 470 МВт (2 %) – на ГЭС; – 160 МВт (0,7 %) – на теплоэлектростанции, работающие на биомассе; – 100 МВт (0,4 %) – на солнечные установки; – 60 МВт (0,3 %) – на АЭС.

Впервые в истории производство ветровой энергии оказалась ведущей технологией в Европе в 2008 г. В 2018 г. суммарная мощность ВЭУ в ЕС достигла 300 ГВт, что составило 57 % общего объема новых энергетических мощностей [5]. Для того чтобы к 2030 г. добиться сокращения эмиссии углекислого газа на 54 % по сравнению с 1990 г., необходимо, чтобы к этому времени существенно изменилась картина энергобаланса: доля возобновляемых источников – не менее 49 %; атомная энергетика – 17 %; традиционная углеводородная энергетика – 34 %.

В 2050 г. предусматривается сохранение примерно такой же структуры энергетики, что и в 2030 г. Однако потребление электроэнергии в регионе должно сократиться на 20 % по сравнению с 2030 г. Для этого планируется провести ряд мероприятий, одно из которых означает увеличение доли ВИЭ до 75 % в энергобалансе страны, и, особенно ветровой энергетики в силу её «экологической чистоты» и константности [7]. Для сравнительного анализа динамики и масштабов развития ветровой энергетики ниже приведены картографический материал с таблицей 1 распределения мощностей ВЭУ по странам ЕС (в ГВт).

Таблица 1

**Суммарная мощность вырабатываемой энергии на ВЭС по странам ЕС за период 2000-2018 гг. [3]**

Страны	2018 г.	2014 г.	2010 г.	2005 .	2000 г.
ФРГ	78	57	38	27	9,4
Испания	48	51	43	21	4,7
Великобритания	37	32	10	2,9	0,9
Франция	21	17	9,9	1	0
Италия	18	15	9	2,3	0,6
Швеция	15	11	3,5	0,9	0,5
Дания	13	13	7,8	6,6	4,2
Польша	12	7,6	1,7	0,1	0
Португалия	12	12	9,1	1,8	0,2
Нидерланды	8,2	5,8	4	2,1	0,8
Румыния	6,6	6,2	0,3	0	0
Ирландия	6,1	5,1	2,8	1,1	0,2
Бельгия	5,3	4,6	1,3	0,2	0
Греция	5,1	3,7	2,7	1,3	0,5
Австрия	5	3,7	2	1,3	0

Страны	2018 г.	2014 г.	2010 г.	2005 .	2000 г.
Финляндия	3,1	1,1	0,3	0,2	0
Болгария	1,4	1,3	0,7	0	0
Литва	1,1	0,6	0,2	0	0
Хорватия	1	0,7	0,1	0	0
Венгрия	0,7	0,6	0,5	0	0
Эстония	0,6	0,6	0,3	0	0
Чехия	0,5	0,5	0,3	0	0
Кипр	0,2	0,2	0	0	0
Латвия	0,1	0,1	0	0	0
Люксембург	0,1	0	0	0	0

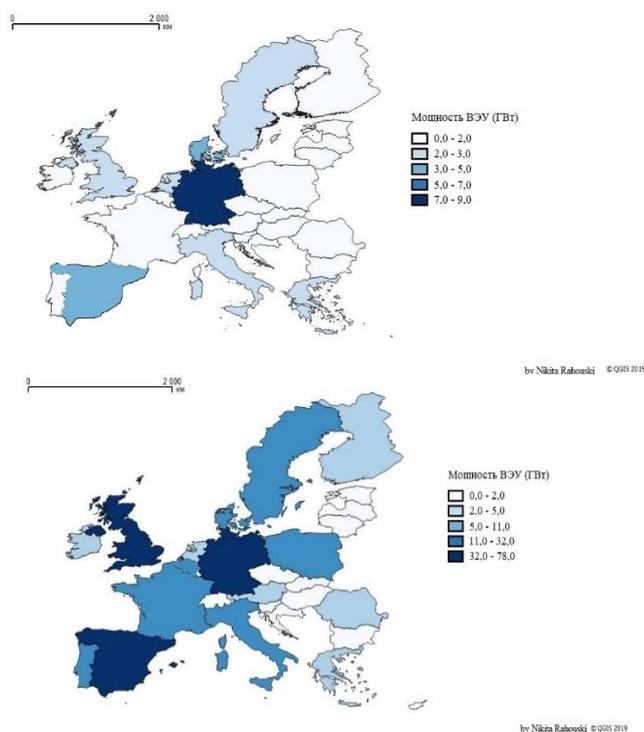


Рис. Мощность ВЭУ по странам ЕС на 2000 и 2018 гг. (составлено Роговским Н. М.)

Ветровая энергетика имеет масштабное и стремительное распространение во многих странах ЕС, замещая традиционные источники энергии. В период с 2000 по 2018 год суммарная доля ветровой энергетики увеличилась в 13,5 раз (табл. 2).

Таблица 2

- Сравнительная характеристика вырабатываемых суммарной и ветровой мощностей за 2000-2018 гг. [3]

Годы	2018	2014	2010	2005	2000
Суммарная мощность, ГВт	3002	3034,7	3154,1	3106,4	2877,1
Мощность ВЭУ, ГВт	299,1	250,4	147,5	69,8	22
Доля ВЭУ в энергобалансе, %	10	8,3	4,7	2,5	0,75

Ветровая энергетика в отличие от других видов получения энергии занимает всё более ведущие позиции в энергобалансе стран ЕС. В большинстве европейских стран доля ВИЭ увеличивается, но также существуют страны, где данный вид получения энергии не

нашёл большого распространения по различным причинам. В первую очередь, это причина связана с большой стоимостью ВЭУ, что для некоторых стран восточной части ЕС является лимитирующим фактором. Также, во-вторых, в этих странах физико-географическое положение, а конкретно, большое расстояние от побережья Атлантического океана, не даёт такого экономически положительного эффекта, как в странах западной части ЕС. А, в-третьих, некоторые страны, ярким примером которых может служить Испания, собираются приостанавливать всеобщее распространение ВЭУ по причине того, что данный источник энергии несёт в себе проблему шумового загрязнения. Но самым главным фактором остаётся то, что ВЭУ не могут обеспечить такую же эффективность с занимаемой площади в отличии от СЭУ, ведь Испания расположена в субтропических широтах, где больше солнечной радиации, нежели в более северных широтах. Поэтому только расположение в зоне активных ветров не может стать самым выгодным вариантом для некоторых территорий.

Как и при любом способе получения энергии, у ВЭУ есть свои достоинства и недостатки. Достоинства ВЭУ:

- они дают вид энергии, не сопровождающийся выбросами вредных газов в атмосферу;
- они занимают совсем немного места и легко вписываются в ландшафт;
- они используют неиспользуемую энергию ветра;
- они могут быть созданы в труднодоступных местах. Для удалённых мест установка ветровых электрогенераторов может быть лучшим и наиболее экономичным решением в получении электроэнергии.

К недостаткам данного вида получения энергии можно отнести:

- непостоянность, которая заключается в негарантированности получения нужного количества электроэнергии в нужное время. На неких участках суши силы ветра может оказаться недостаточно для выработки нужного количества электроэнергии.
- условно низкий выход электроэнергии. Ветровые генераторы уступают в выработке электроэнергии дизельным генераторам, что приводит к необходимости установки нескольких турбин. Не считая того, ветровые турбины неэффективны при пиковых нагрузках в электрических сетях;
- высокая стоимость традиционно используемых установок, (например, ВЭУ, производящая 1 ГВт электроэнергии, стоит около 1 млн долларов США);
- некоторая опасность для птиц;
- шумовое воздействие может причинять беспокойство, как животным, так и людям, живущим вблизи [6].

Ветровую энергетику начинают постепенно опробовать и на территории Республики Беларусь. Ветровая энергетика в стране имеет небольшую историю, но предпосылки к появлению ВЭУ появились давно по причине малой обеспеченности страны в традиционных энергоносителях. Факторами, давшими толчок в развитии альтернативной, а конкретно ветровой энергетики были:

требование природоохранного характера, значение которого возрастает как следствие обязательных с точки зрения законодательства условий, принятых Конвенцией по климату в декабре 1997 г.;

требование в отношении увеличения мощностей выработки энергии, согласно которому отдаётся предпочтение таким формам производства, которые можно создавать быстрыми темпами и постепенно наращивать.

В Беларуси были введены программы развития альтернативной энергетики, одобренные Советом Министров (СМ): «Республиканская программа энергосбережения на 2001-2005 гг.» от 16 января 2001 г., «Программа увеличения использования местных видов топлива и нетрадиционных источников энергии на 2003-2005 гг. и на период до 2010 г.» от 29 декабря 2003 г., «Национальная программа развития ВИЭ на 2011-2015 гг.».

Также существуют Постановления СМ, регулирующие использование нетрадиционных и возобновляемых источников: «О развитии малой и нетрадиционной энергетики» от 24 апреля 1997 г.; «О мерах по экономическому стимулированию деятельности субъектов хозяйствования, направленной на сокращение потребления топливно-энергетических ресурсов и освоение энерго- и ресурсосберегающих технологий» от 31 марта 1998 г.; «Об утверждении порядка выдачи и возврата кредитов субъектам хозяйствования на выполнение мероприятий по энергосбережению» от 12 апреля 1999 г., где уже находит начало льготирование субъектов за выполнение подобных мероприятий; «Об утверждении целевой программы обеспечения в республике не менее 25 % объёма производства электрической и тепловой энергии за счёт использования местных видов топлива и альтернативных источников энергии на период до 2012 г.», где отмечается, что альтернативные источники энергии должны занять одну из главных ниш в белорусской энергосистеме [2].

Первая полноценная ветровая установка заработала в Новогрудском районе в 2011 г. Далее ветровые установки получили распространение на Могилёвщине и Браславщине. Первый ветропарк появился в д. Волма Дзержинского района на базе Международного государственного экологического института им. А.Д. Сахарова в 2012 г., а, входящий в энергосистему Беларуси, в 2015 г. в Новогрудском районе. На данный момент ВЭС дают стране около 110,6 МВт электроэнергии. В целом программой предусмотрены довольно оптимистические прогнозы развития белорусской ветроэнергетики. Государством активно ведутся мероприятия по привлечению инвестиций в возобновляемую энергетику [1].

Большая часть территории страны равнинно-холмистая с перепадами высот от 100 до 345 м, поэтому формирование максимальных скоростей ветра может происходить в местах резких перепадов высот: в воздушных коридорах, вдоль рек с обрывистыми берегами, вдоль водоразделов, между высокими холмами, над поверхностью болот, озёр и водохранилищ. Перспективными для размещения ВЭУ являются: во-первых – Полоцкая низменность; в окружении Городокской, Витебской, Оршанской, Минской возвышенностей и Свенцянской гряды; во-вторых, Нарочано-Вилейская низина в окружении Свенцянской гряды, Минской и Ошмянской возвышенностей; в-третьих, Лидская равнина в окружении Гродненской, Волковысской, Новогрудской и Ошмянской возвышенностей. В определенные периоды в поймах рек, на возвышениях и вдоль них среднегодовая скорость ветра может достигать 8 м/с, а при порывах – 20–30 м/с. Карты распределения средней расчетной скорости ветра на высоте 150 м от поверхности земли по сезонам года, позволяют сделать вывод, что наиболее «выгодными» сезонами для производства энергии являются зима и осень: на востоке Гродненской, на юго-западе Минской и на востоке Могилевской областей отмечаются скорости ветра от 8,0 до 9,5 м/с зимой и от 7,4 до 8,4 м/с осенью.

Согласно «Стратегии развития энергетического потенциала Республики Беларусь», на территории выявлено более 1500 площадок для размещения ВЭУ с теоретически возможным энергетическим потенциалом более 1600 МВт. Выявленные площадки – это в основном ряды холмов высотой от 20 до 80 м, где скорость ветра может достичь 5–8 м/с и на каждой из них можно разместить от 3 до 20 ВЭУ. В период 2013–2020 гг. предусмотрено построить ВП суммарной мощностью до 300 МВт. На 2019 г. по данным Минприроды Республики Беларусь числится 106 ВЭУ суммарной мощностью в 110,6 МВт (табл. 3).

Беларусь имеет достаточный потенциал для развития альтернативной энергетики. Дополнительным толчком для ее развития может служить как государственная правовая поддержка, так и частная коммерческая, в частности, иностранная. На данный момент страна является потенциально весомым участником мирового рынка альтернативной энергетики и развитие данного направления в нашей стране имеет существенные резервы.

## Местоположение ВЭУ, их количество и мощность, МВт

Административный район	Орографический объект	Мощность ВЭУ, МВт	Количество установок
Браславский	Браславская гряда	0,13	1
Мядельский	Свирская гряда	2,35	4
Сморгонский	Ошмянская гряда	5,30	6
Воложинский	Ошмянская гряда	0,99	2
Новогрудский	Новогрудская возв.	29,73	20
Кореличский	Новогрудская возв.	0,21	3
Зельвенский	Волковысская возв.	1,40	2
Столбцовский	Столбцовская равн.	1,80	2
Несвижский	Копыльская гряда	1,80	1
Барановичский	Барановичская равн.	0,15	1
Пинский	равнина Загородье	0,5	2
Горецкий	Мстиславско-Горецкая возв.	6	6
Мстиславский	Мстиславско-Горецкая возв.	1	1
Дрибинский	Оршано-Могилёвская равн.	23,1	20
Могилёвский	Оршано-Могилёвская равн.	22,66	24
Шкловский	Оршанская возв.	7	7
Круглянский	Оршанская возв.	6	4

В Беларуси по опыту ЕС создана нормативная база, которая на законодательном уровне регулирует отношения между государством и частными компаниями, которые, по большей части, являются иностранными. На данный момент лимитирующим для развития частного зарубежного сектора является малая возможность развиваться, т.к. порог вырабатываемой электроэнергии слишком мал для широкомасштабного распространения ВЭУ в стране, а, выходя, за его пределы, льготы перестают действовать для иностранных резидентов.

При правильном подходе к решению текущих проблем в энергобалансе, с которыми сталкивается Республика Беларусь, рациональной оценке их состояния и перспектив решения, ветровая энергетика сможет значительно заместить традиционную энергетiku в энергопроизводстве и значительно изменить текущий облик не только структуры энергетики страны, но и экологического и экономического состояния страны.

## Библиографические ссылки

1. Ветроэнергетика Беларуси [Электронный ресурс]. - [www.energya.by/vetroenergetika-v-belarusi-segodnya-i-zavtra/](http://www.energya.by/vetroenergetika-v-belarusi-segodnya-i-zavtra/) - Дата доступа: 10.07.2019
2. Возобновляемые источники энергии: монография / С. П. Кундас, С. С. Позняк, Л. В. Шенец; МГЭУ им. А. Д. Сахарова. – Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2009. С. 315.
3. Европейское статистическое агентство [Электронный ресурс]. - [www.ec.europa.eu/eurostat/web/energy](http://www.ec.europa.eu/eurostat/web/energy) – Дата доступа: 25.06.2019.
4. История ветроэнергетики [Электронный ресурс]. - <https://gisee.ru/articles/windenergy/24528/> – Дата доступа: 03.07.2019.
5. Мировая энергетическая статистика за 2018 год // International Energy Agency.
6. Характеристика альтернативной энергетики [Электронный ресурс]. - [www.alternativenenergy.ru/vetroenergetika/21-dostoinstva-i-nedostatki-vetrovoj-yenergetiki.html](http://www.alternativenenergy.ru/vetroenergetika/21-dostoinstva-i-nedostatki-vetrovoj-yenergetiki.html) – Дата доступа: 11.06.2019.
7. Характеристика ветровой энергетики мира [Электронный ресурс]. - [www.portalenergo.ru/articles/details/id/507](http://www.portalenergo.ru/articles/details/id/507) – Дата доступа: 20.06.2019.