

Ориентировочное время созревания компоста 2 месяца в летний период и 3 месяца в зимний. Для улучшения созревания рекомендуется в этот период 2 – 3 раза перемешать компост погрузчиком непрерывного действия ПНД-250. С его помощью можно не только перемешивать компост, но и грузить его в транспортные средства для транспортировки.

Одновременно на площадке может готовиться до 20 штабелей общим объемом 11760 м³, из которых 4700 м³ ОСВ. Между штабелями предусматривается технологический проезд шириной 3 м.

Таким способом можно перерабатывать до 23500 м³ подсушенного ОСВ в год, что составляет примерно 117500 м³ в год влажного осадка, поступающего на иловые карты. Это около 25% всего осадка, образующегося на гомельских очистных сооружениях.

Исходя из этого, в год будет производиться около 58800 м³ почвоулучшающих композиций. При средней плотности компоста 1,6 т/м³, его масса составит 94080 т. Средняя месячная производительность составит 4900 м³, что при плотности компоста 1,6 т/м³ составит 7840 т.

Список литературы

1. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений: ГОСТ Р 17.4.3.07-2001.

2. Директива Совета от 12 июня 1986г. о защите окружающей среды и, в частности почвы, при применении шлама сточных вод в сельском хозяйстве: 86/278/ЕЕС.

3. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ контроля загрязнений.

4. ГОСТ 17.4.2.01-81. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния.

5. ГОСТ 17.4.2.03-86. Охрана природы. Почвы. Паспорт почв.

6. ГОСТ 17.4.3.06-86. Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ.

УДК 551.55: 551.58 + 621.548.01

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СОВРЕМЕННОЙ ОЦЕНКИ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Камлюк Г.Г.

Государственное учреждение «Республиканский гидрометеорологический центр», г.Минск, Республика Беларусь, kaml@pogoda.by

In materials of article modern winds about parameters in the conditions of warming of climate of the account are presented. Recommendations about a choice of locations of installations of the wind power taking into account topography, character of winds, types of installations of wind power and height of placement of their vetrorotor over a terrestrial surface are made also.

Введение

В рамках мероприятий по обеспечению энергетической безопасности и в условиях дефицита собственных энергоресурсов в Республике Беларусь наряду с традиционными источниками энергии уделяется достаточно присталь-

ное внимание получению энергии за счет возобновляемых источников энергии (ВИЭ), в частности, за счет энергии ветра, которая является общедоступной и экологически безопасной.

Современная оценка ветроэнергетических ресурсов страны

Необходимость актуализации имеющейся информации о ветровом режиме на территории Республики Беларусь возникла по следующим причинам:

- устойчивое снижение средних скоростей ветра примерно с середины семидесятых годов прошлого века на фоне потепления климата (рисунки 1 и 2);
- начало внедрения ВЭУ установленной мощностью свыше 1,5 МВт с осями вращения ветроротора ВЭУ на высоте 80-100 м (и выше) от поверхности земли.

В связи с этим государственное учреждение «Республиканский гидрометеорологический центр» в 2009-2010 годах выполнило задание «Оценка ветроэнергетических ресурсов и разработка рекомендаций по выбору мест размещения ветроэнергетических установок на территории Республики Беларусь» [1]. В основу исследований положены многолетние данные о параметрах ветра – направлении и средней скорости – с пунктов приземных метеорологических наблюдений [2] на высоте 10 м и радиозондирования атмосферы на высотах до 200 м по территории Республики Беларусь с 1971 по 2010 год.

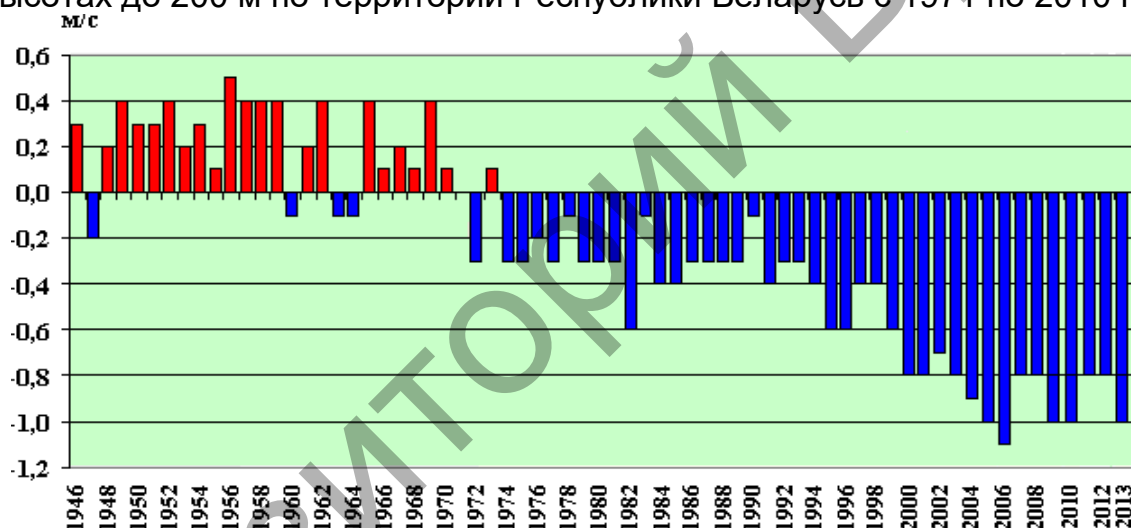


Рисунок 1 – Снижение средней годовой скорости ветра по сравнению со средней многолетней климатической нормой – 3,5 м/с [1; 4].

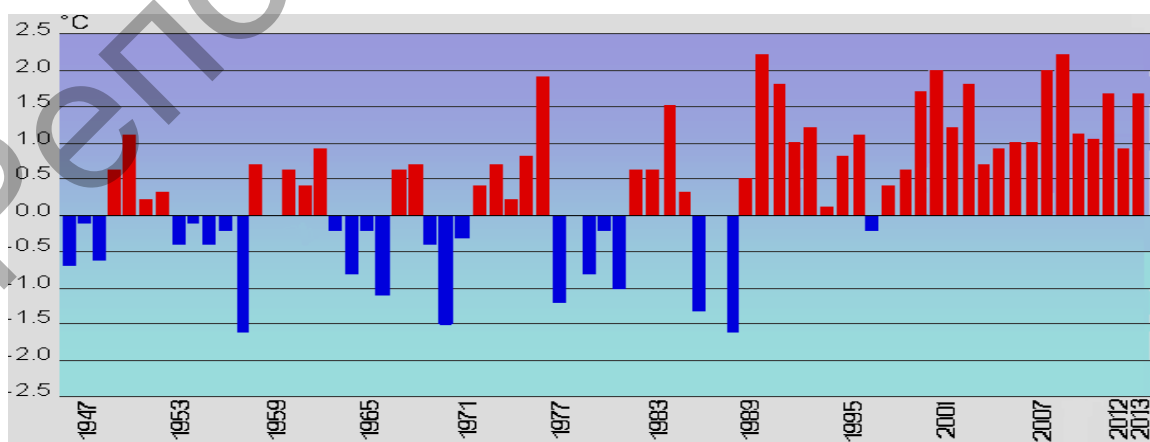


Рисунок 2 – Повышение средней годовой температуры воздуха по сравнению с многолетней климатической нормой – плюс 5,8° С [1].

Основным критерием оценки пригодности предполагаемой площадки для размещения ВЭУ и ветропарков является средняя годовая скорость ветра. По её величине можно судить о перспективности применения ВЭУ в том или ином регионе (районе). Для более полной оценки ожидаемой прибыли нужны данные о статистическом распределении скоростей ветра, других метеорологических параметрах (в т.ч. расчетных), приведенных к сравнимым условиям. За сравнимые условия обычно принимаются условия открытой ровной местности на высоте 10 м от поверхности земли, имеющие место на действующих стационарных пунктах приземных метеорологических наблюдений. Информация о скорости ветра на различных высотах от поверхности земли получена расчетным путем на основании приземных и высотных данных.

Для принятия решения об окончательном выборе площадки для размещения ветропарков и выделения для этих целей инвестиционных средств, производятся измерения параметров ветра (мониторинг параметров ветра) в течение года. Результаты мониторинга параметров ветра в большинстве случаев являются определяющими при выделении инвестиций для возведения ветропарков.

Статистическое распределение скоростей ветра, полученное по результатам годичного мониторинга, сравнивается путем обнаружения корреляционных связей с данными наблюдений за ветром на ближайших пунктах гидрометеорологических наблюдений. На основании полученных результатов исследований производится расчет ветроэнергетического потенциала (ВЭП) на уровнях расположения ветрогенераторов ВЭУ, планируемых к размещению в районе выбранной площадки в зависимости от их установленной мощности.

Государственным учреждением «Республиканский гидрометеорологический центр» в 2011-2012 гг. был проведен мониторинг параметров ветра на 4 перспективных площадках внедрения ВЭУ в Минской области (Воложинский и Дзержинский районы) и Гродненской области (Сморгонский и Ошмянский районы). По его результатам были подтверждены корреляционные связи актуализированных данных о ВЭП, в частности, о средней скорости ветра, с данными мониторинга параметров ветра (рисунок 3).

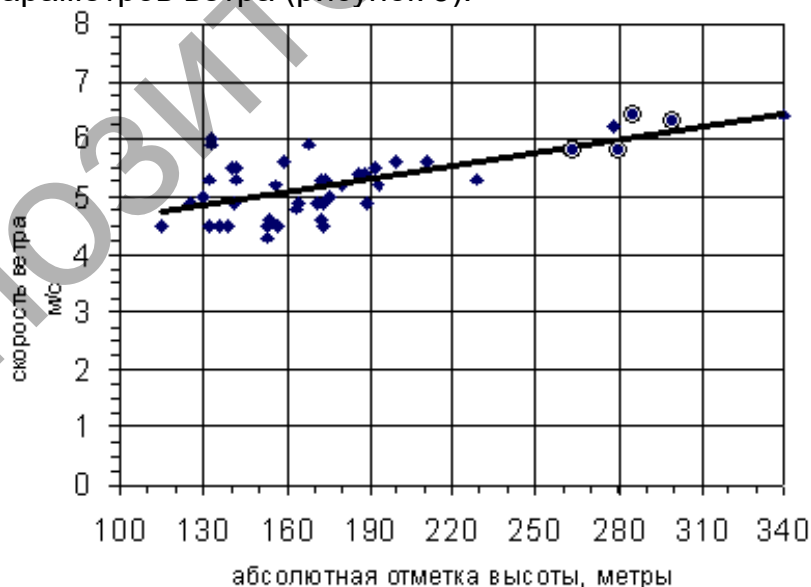


Рисунок 3 – Зависимость средних годовых расчетных скоростей ветра от абсолютной высоты для стационарных пунктов приземных метеорологических наблюдений (поле точек слева) и измеренных скоростей ветра при проведении мониторинга параметров ветра (4 точки, обведенные кружками – справа) на высоте 70-80 м от поверхности земли [6].

По результатам проведенных исследований [1], а также с привлечением данных проведенного годовичного мониторинга параметров ветра, были уточнены карты схемы распределения средних расчетных скоростей ветра для различных периодов и возможных высот размещения ветророторов ВЭУ (рисунок 4 – для средних годовых скоростей ветра на высотах 80 и 100 м от поверхности земли).

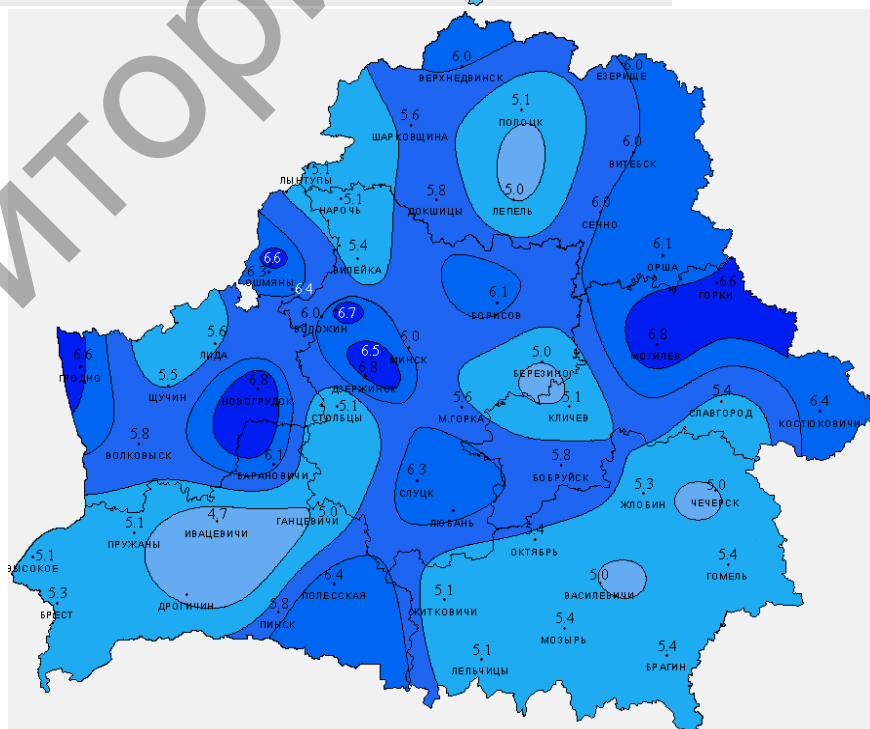
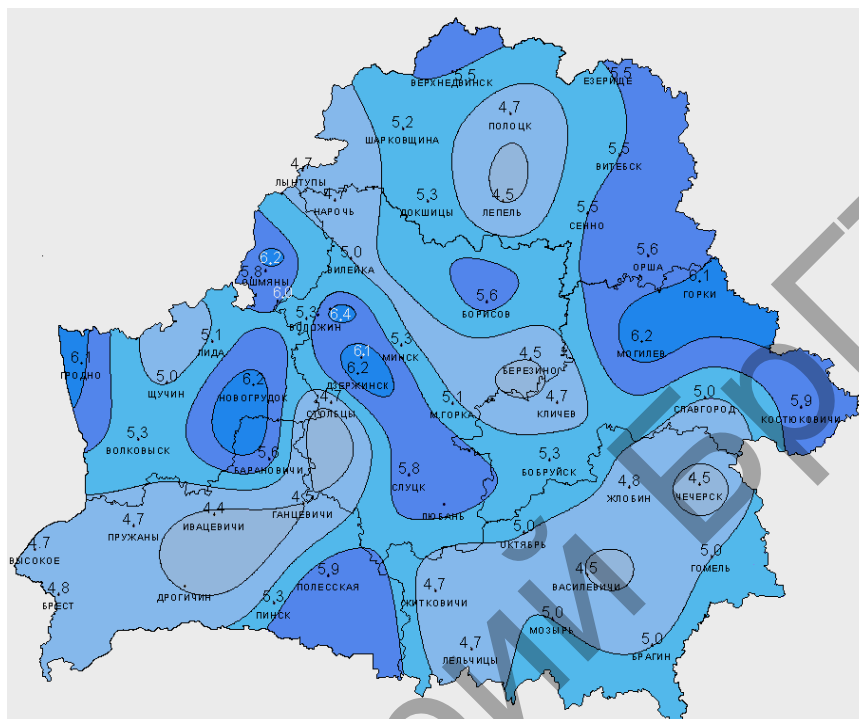


Рисунок 4 – Годовое распределение средних расчетных скоростей ветра на высотах 80 м (вверху) и 100 м (внизу) над поверхностью земли с результатами мониторинга параметров ветра на территории Минской и Гродненской областей (выделены белым цветом) [1].

Вторым критерием выбора месторасположения ВЭУ и ветропарков является совокупность повторяемости тех или иных направлений ветра в течение многолетнего ряда наблюдений (роза ветров). В первую очередь учитываются преобладающие направления ветра для оптимального размещения ВЭУ с точки зрения максимальной открытости горизонта в этих направлениях (секторах). По многолетним данным (с 1971 по 2010 годы) стационарных пунктов наблюдений государственной сети гидрометеорологических наблюдений Республики Беларусь (выборочная сеть пунктов наблюдений) имеет место устойчивое преобладание в течение года западных, юго-западных и южных ветров. Представленное многолетнее распределение направлений ветров (рисунок 5) может несколько отличаться от розы ветров для различных сезонов года, а также различной длительности периодов измерений, в частности, от результатов годичного мониторинга параметров ветра.

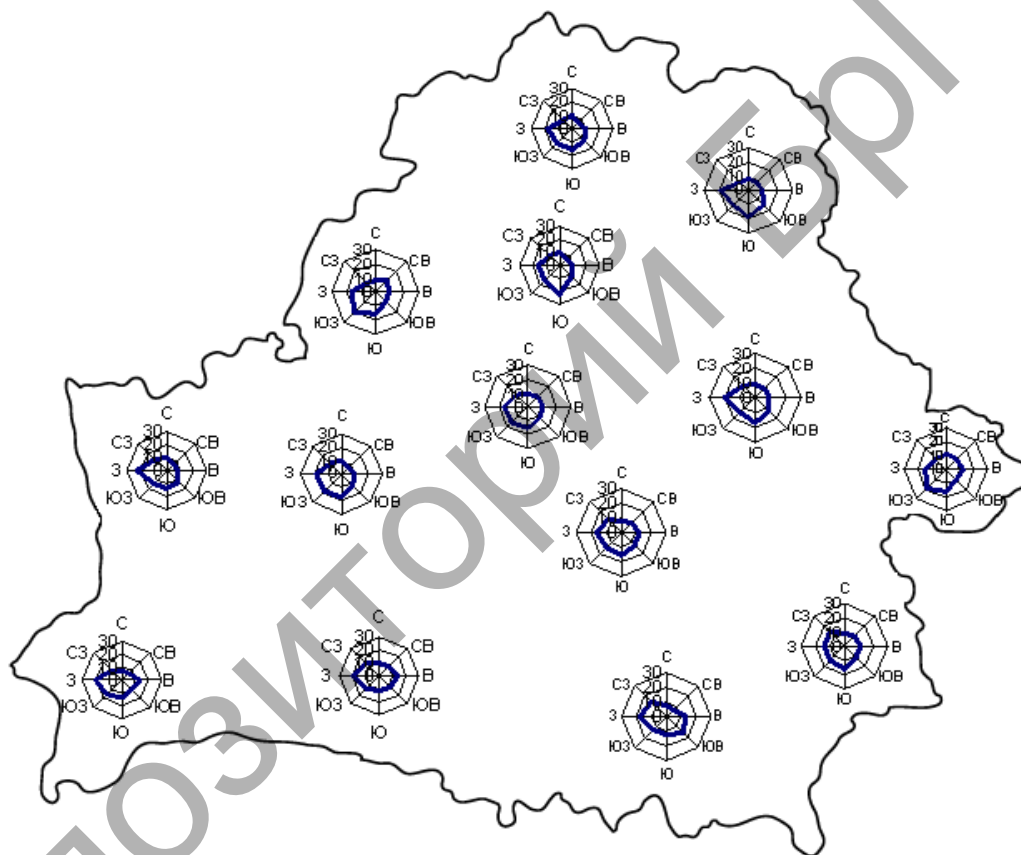


Рисунок 5 – Розы ветров по данным многолетних наблюдений (1971-2010 гг.) выборочной сети гидрометеорологических наблюдений [1].

По результатам многолетних климатических данных о параметрах ветра, а также проведенным расчетам средней скорости ветра на возможных высотах размещения осей ветроротора ВЭУ от поверхности земли, характерным для данной местности, с целью оценки ВЭП территории Республики Беларусь произведены расчеты возможной выработки электроэнергии с помощью ВЭУ установленной мощностью 2,5 МВт. На основании этих расчетных данных построены карты схемы возможной годовой выработки электроэнергии для единичных ВЭУ, расположенных на площадках в районе стационарных пунктов приземных метеорологических наблюдений для высотах расположения ветроротора ВЭУ 80 и 100 м от поверхности земли (рисунок 6).

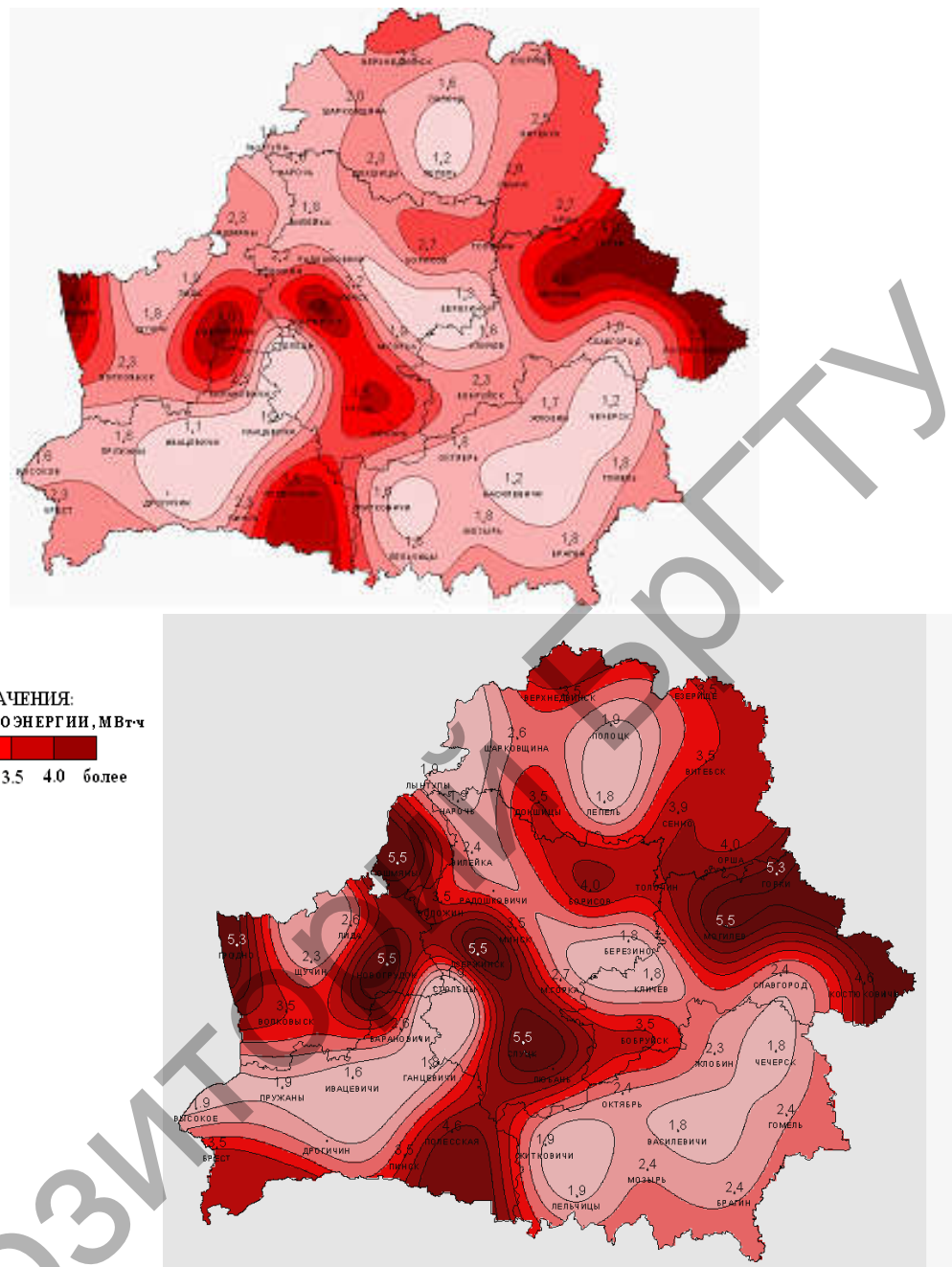


Рисунок 6 – Годовая выработка электрической энергии (МВт·ч) для ВЭУ установленной мощности 2,5 МВт на высоте ветроротора ВЭУ 80 м (вверху) и 100 м (внизу) над поверхностью земли [1; 4].

Современное состояние и перспективы развития ветроэнергетики

Современное состояние ветроэнергетики в Республике Беларусь характеризуется сравнительно низким показателем внедрения ветроэнергетических установок (ВЭУ) по сравнению со странами с аналогичным климатом: в настоящее время действует 28 ВЭУ общим объемом установленной мощности 5-6 МВт. Наиболее значимый проект в области белорусской ветроэнергетики – возведение ВЭУ мощностью 1,5 МВт. в д.Грабники Новоградского района Гродненской области, эксплуатируемый с мая 2011 г. Поставщиком и производителем оборудования этого проекта была компания-производитель Huawei Electric Apparatus Group (Китай), выделившая заемные средства в объеме 85%

стоимости проекта. Среднегодовая выработка электроэнергии в д.Грабники составляет около 3,8 млн. кВт·ч в год, что соответствует экономии до 1,25 тысяч тонн условного топлива. На этой же площадке планируется создание ветропарка с количеством 7-8 ВЭУ и суммарной годовой выработкой электроэнергии 25-30 млн. кВт·ч [5]. Имеется опыт продолжительной эксплуатации двух ветроэнергетических установок (ВЭУ) немецкого производства в Мядельском районе Минской области - опытные проекты, не носившие промышленного значения, (работают с 2001-2002 гг.) вырабатывают в год около 1,3 млн. кВт/ч.

Наряду с этим в развитии ветроэнергетической отрасли имеются и существенные проблемы – в частности, срыв реализации проекта немецкой компании «Enertrag» в Дзержинском районе Минской области.

Своеобразным толчком для развития ветроэнергетики в Республике Беларусь явилось принятие Закона о возобновляемых источниках энергии и Национальной программы развития местных и возобновляемых источников энергии на 2011-2015 годы. В соответствии с этой программой в стране планируется построить более 220 ВЭУ суммарной мощностью до 460 МВт.

Несмотря на устойчивую тенденцию снижения средних скоростей ветра, страна обладает достаточным ветроэнергетическим потенциалом (ВЭП) для экономически обоснованного внедрения ветропарков, размещение которых целесообразно на площадках со средней годовой скоростью ветра на оси ветроротора ВЭУ 5 м/с и выше. Идеальные места для освоения энергии ветра – это протяженные, продуваемые со всех сторон равнины, расположенные на возвышенностях, среднегодовые скорости ветра на которых на высотах 80-100 метров от поверхности земли могут достигать 6 – 7 м/с и выше. Для территорий с меньшими средними годовыми скоростями ветра могут решаться локальные задачи выработки электроэнергии с помощью ВЭУ меньшей мощности. В связи с этим из ранее выявленных на территории Республики Беларусь 1800 строительных площадок, которые обладают необходимым ВЭП для размещения ветропарков [4], предварительно согласованы с Министерством обороны Республики Беларусь 65 перспективных площадок с приведенными выше критериями скоростей ветра.

Одним из важных показателей утилизации энергии ветра является КПД ВЭУ. В ветроэнергетике, ввиду значительной изменчивости энергии ветрового потока, чаще используется выражение «коэффициент использования установленной мощности ВЭУ». При анализе влияния увеличения высоты опоры и увеличения скорости ветра получены различные коэффициенты использования установленной мощности (%). Так, например, одна и та же ВЭУ «Fuhrlender FL-2500 100m» мощностью 2,5 МВт и диаметром ветроротора 100 м, будучи расположена на опорах разной высоты, будет обеспечивать различную годовую производительность (таблица 1).

Из результатов расчета можно сделать вывод: коэффициент использования установленной мощности, и, соответственно, выработка электроэнергии повышается с увеличением высоты опоры ВЭУ и скорости ветра, поэтому тщательный выбор места размещения ветропарка, а также высоты опоры ВЭУ имеют определяющее значение для экономики любого проекта. Тщательный выбор места строительства ВЭУ либо ветропарка, а также высоты опоры ВЭУ, с увеличением которой растет и скорость ветра, имеют определяющее значение для экономики любого проекта.

Таблица 1 – Годовая выработка ВЭУ «Fuhrlender FL 2500 100m» при разных высотах опор и скоростях ветра

Высота опоры, м	Средняя годовая скорость ветра на высоте оси ветротурбины, м/с	Годовая выработка электроэнергии, МВт·ч	Коэффициент использования установленной мощности, %
65	≤5,0	2,2	10
85	5,5	3,1	14
100	6,0	4,1	19
115	6,5	5,0	22
130	7,0	6,2	28

На основании проведенных расчетов предполагаемое внедрение на территории перспективных площадок 300-500 ВЭУ установленной мощностью 2-2,5 МВт (при размещении 3-5 ВЭУ на одной площадке) при средней годовой скорости ветра 6 м/с и КПД ВЭУ, равном 0,25, позволит рассчитывать на выработку примерно 1,5-2,5 млрд. кВт·ч в год. Это составит около 4-7% годового потребления электроэнергии в Республике Беларусь. Стоимость реализации такого проекта от 1,0 до 1,6 млрд. € при стоимости 1 кВт установленной мощности примерно 1300 € (по оценке фирмы «Deutsche Wind Guard» оборудования и проекта внедрения ВЭУ в условиях Республики Беларусь). Расчет является ориентировочным, предполагая корректировку с учетом «умеренного роста цен в течение ближайших нескольких лет» [7].

Ключевой задачей реализации проектов ветроэнергетической отрасли в стране является координация действий между профильными министерствами и ведомствами, которые из-за высоких административных барьеров зачастую тормозят этот процесс. Кроме того, в последнее время отмечается повышенная заинтересованность со стороны зарубежных инвесторов (банков) в финансовой поддержке развития ветроэнергетики в Республике Беларусь.

Выводы

Разработка расчетных показателей эффективности использования ветровой энергии на территории Республики Беларусь в виде климатических и энергетических параметров, определяющих ВЭП, является решающим фактором выбора конкретных площадок размещения ветропарков, подбора ветроэнергетического оборудования. Даже незначительные просчеты при проектировании могут привести к снижению эффективности выработки энергии ВЭУ и значительным экономическим потерям. ВЭП каждой конкретной площадки на территории страны в отношении ее перспективности или неперспективности для ветроэнергетики может быть оценен с помощью соответствующих расчетов, а также путем проведения мониторинга параметров ветра.

Список литературы

1. Оценка ветроэнергетических ресурсов и разработка рекомендаций по выбору мест размещения ветроэнергетических установок на территории Республики Беларусь: отчет о НИР / ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр». – Мн., 2010 (№ госрегистрации 20100024).

2. Справочник по климату Беларуси. Часть 4. Ветер, атмосферное давление. – Мн., 2007. – С. 66 – 68.

3. Ветроэнергоресурсы и условия возведения ветроэнергетических установок на территории Восточной Прибалтийско-Черноморской зоны Европы / Н.А.Лаврентьев, Г.В. Волобуева, А.И.Гноевой, Г.Г.Камлюк, В.И.Евчук – Мн., ООО «Белветроэнерго», 2002.

4. Оценка ветроэнергетического потенциала Республики Беларусь / Г.Г.Камлюк // Научно-практический журнал «Энергетическая стратегия». – Мн., 2011.– №1(19). – С. 74–76.

5. Ветроэнергетика Республики Беларусь: состояние и перспективы развития / Г.Г. Камлюк // Научно-практический журнал «Энергетическая стратегия». – Мн., 2012.– №2(26). – С. 66 – 68.

6. Оценка результатов мониторинга параметров ветра в Минской и Гродненской областях / Г.Г.Камлюк // Научно-практический журнал «Энергетическая стратегия». – Мн., 2013. – №4 (34). – С. 65 – 67.

7. К вопросу об оценке ветроэнергетического потенциала зон внедрения ветроэнергетических установок (ВЭУ) в Республике Беларусь / Г.Г.Камлюк // Научно-практический журнал «Энергоэффективность». – Мн., 2011.– № 1. – С. 21 – 24.

УДК 504:656.13

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕВРОПЕЙСКОГО ОПЫТА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОГРАММ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Картавая Е.Ф., Картавий А.Г., Хрутьба В.А.

Луцкий национальный технический университет, г. Луцк, Украина.

kartava.olena@i.ua

The possibility of reforming the regional system of waste management on the basis of European experience, which creates prerequisites for the implementation of effective environmental , economic, energy saving technologies.

Введение

Многолетняя энергетично-сырьевая специализация и низкий технологичный уровень промышленности Украины выдвинули ее в число стран с наиболее высокими объемами образования и накопления отходов. В среднем за год в стране образуется до 50 млн. тонн твердых бытовых отходов (ТБО). Из них только около 7% утилизируется (3% перерабатывается как вторичное сырье и около 4% сжигается на специализированных заводах по сжиганию мусора с использованием тепловой энергии). Остальные бытовые отходы отправляются на мусорные свалки и полигоны[1]. Значительная часть полигонов переполнены, многие не отвечают нормам экологической безопасности. Количество ТБО в стране имеет стойкую тенденцию к увеличению. Например, только в Луцке объемы образования и накопления бытовых отходов доходят до 400м³ в год [2]. Нуждается в совершенствовании система сбора и утилизации ТБО. Региональная