

УДК 620.91

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ И
ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ
ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC ASPECTS OF THE USE OF
SOLAR PANELS AND WIND TURBINES**

В.А. Апанасевич

Научный руководитель – С.И. Ракевич, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
s.rakevich@bntu.by

V. Apanasevich

Supervisor – S. Rakevich, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: в данной научной статье рассмотрен природный потенциал Республики Беларусь для развития возобновляемых источников энергии, а также экономические и экологические аспекты использования солнечных панелей и ветрогенераторов для выработки электрической энергии.

Abstract: this scientific article examines the natural potential of the Republic of Belarus for the development of renewable energy sources, as well as the economic and environmental aspects of using solar panels and wind turbines to generate electricity.

Ключевые слова: солнечная панель, ветрогенератор, электрическая энергия, экологичность, экономичность.

Keywords: solar panel, wind turbine, electric energy, environmental friendliness, cost-effectiveness.

Введение

В Республике Беларусь активно развивается возобновляемая энергетика. Наибольший потенциал имеет солнечная и ветровая энергетика. Стоимость возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и ветровая энергия, постоянно снижается. Это связано с развитием технологий, увеличением масштабов производства и снижением затрат на производство оборудования. Использование подобных установок в последнее время становится весьма выгодным решением.

Основная часть

В Республике Беларусь достаточно благоприятные условия для использования установок, работающих на возобновляемых источниках энергии: скорость ветра в стране в среднем достигает 3,8 метра в секунду на высоте 100 метров над поверхностью. Исходя из таблицы 1, наибольшее количество энергии ветра может быть получено в зимний период.

Таблица 1 – Средняя скорость ветра в Республике Беларусь

Станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ср. V, м/с
Витебск	4,7	4,5	4,3	4,1	3,9	3,7	3,4	3,3	3,6	4,2	5,0	4,8	4,1
Минск	4,9	5,0	4,7	4,4	4,1	3,9	3,6	3,5	3,7	4,3	4,8	5,0	4,3
Могилев	4,3	4,1	4,0	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8	2,9	3,5	4,1	4,1	3,6
Брест	4,0	4,0	4,2	3,5	3,2	3,1	3,0	2,9	2,9	3,2	3,8	3,8	3,5
Гомель	4,6	4,5	4,4	4,1	3,8	3,5	3,3	3,1	3,3	3,8	4,3	4,3	3,9
Гродно	3,9	3,7	3,9	3,5	3,4	3,1	2,9	2,9	3,0	3,3	3,9	3,4	3,4

Интенсивность солнечной радиации меняется в зависимости от географической широты и средней облачности на территории страны. С учетом количества солнечной энергии, поступающей на территорию Республики Беларусь, территорию страны можно поделить на радиационно-климатические пояса [1] (рисунок 1).

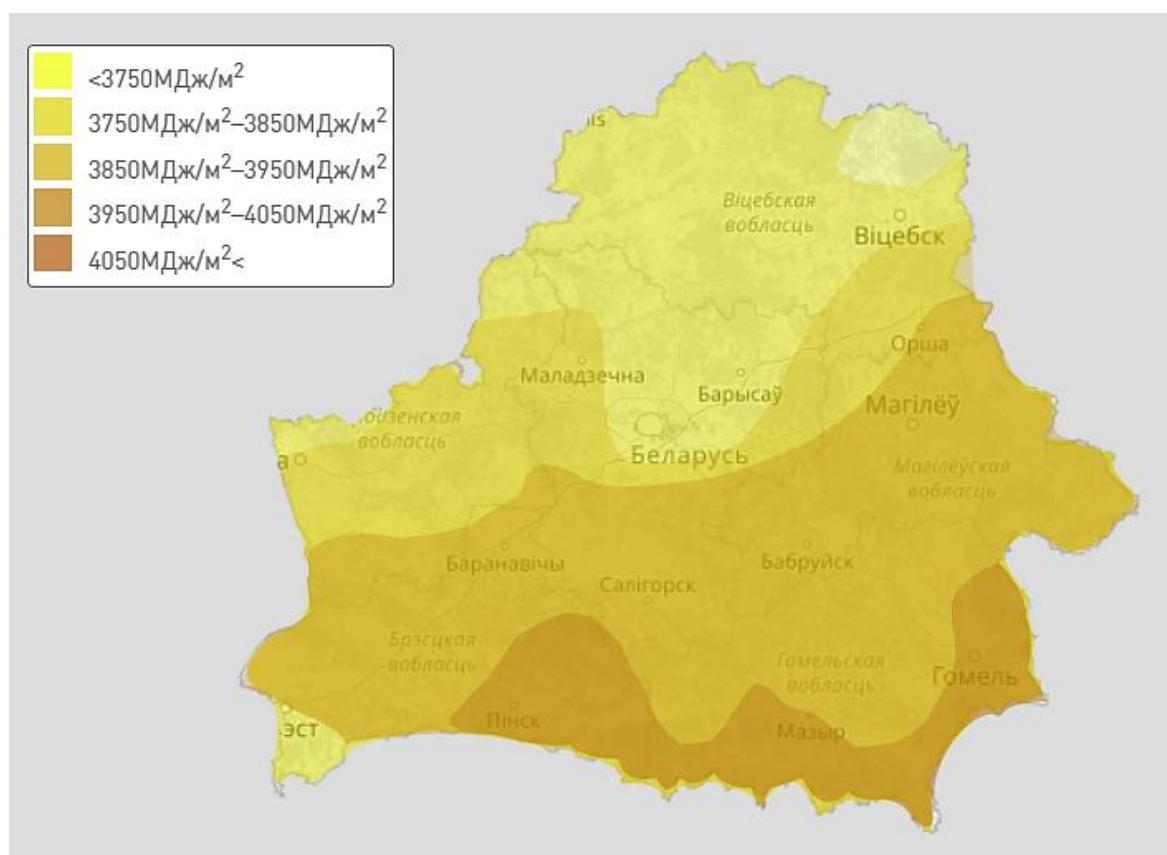


Рисунок 1 – Годовая суммарная солнечная радиация, МДж/м²

В таблице 2 приведен расчет, позволяющий получить теоретическое значение потенциала солнечной энергии [2].

Таблица 2 – Солнечная энергия на территории страны

Пояс	1	2	3	4	5
Размер области, тыс. км ²	3,1	49,2	35,4	95	24,9
Среднегодовой поток солнечного излучения	3700	3800	3900	4000	4050
Приход солнечной энергии на весь участок, млрд МДж	11 470	186 960	138 060	380 000	100 845
Приход солнечной энергии на весь участок, млн т.у.т	391	6381	4712	12 969	3442
Приход солнечной энергии на весь участок, млрд кВт·ч	3189	51 975	38 381	105 640	28 035

Примерные цены на солнечные панели:

1. Маломощные панели (100–300 Вт).

Цена: 264–495 BYN за шт. Применение: дачи, автономные системы.

2. Бытовые решения (300–500 Вт):

Цена: 150–300 USD (495–990 BYN) за шт. Окупаемость: 4–6 лет для частного дома.

3. Промышленные панели (500–600 Вт):

Цена: 990–1 485 BYN за шт. Выгода: ниже стоимость за 1 Вт.

4. Оптовые закупки (на 1 кВт системы):

Полный комплект: 3300–4950 BYN. Цена за Вт: 3.3–4.95 BYN.

Примерные цены на ветрогенераторы:

1. Маломощные (бытовые) ветрогенераторы (0.3–5 кВт):

300–1 000 Вт:

Цена: 980–4 900 BYN.

Пример: китайский генератор на 500 Вт ~1 200 BYN.

1–5 кВт:

Цена: 6 540–26 160 BYN.

2. Средней мощности (5–50 кВт):

5–20 кВт:

Цена: 32 700 – 130 800 BYN.

20–50 кВт:

Цена: 163 500 – 392 400 BYN.

3. Промышленные (100 кВт–3 МВт и выше):

100–500 кВт:

Цена: 654 000 – 3 270 000 BYN.

1–3 МВт:

Цена: 4.9–13.1 млн BYN.

Рассмотрим несколько вариантов использования установок на возобновляемых источниках энергии, а именно:

- В быту. Рассматривая использование солнечных панелей и ветрогенераторов для снижения потребления электроэнергии из сети, нельзя не отметить, что это может закрыть только базовые потребности, например освещение на улице, если это частный дом. В некоторых случаях обслуживание нескольких установок одновременно является экономически невыгодно.

- В походах, а также на отдаленной от электросети территории (села, хутора и т. п.). Наибольшая экономическая выгода может быть достигнута именно при таком использовании установок: вместо проведения дополнительных линий электропередач намного удобнее поставить гелиостанцию с возможностью аккумулирования электроэнергии, а в походах гораздо дешевле выйдет взять с собой небольшую солнечную батарею, мощности которой хватит для зарядки гаджетов.

- Промышленные здания (фабрики и заводы). У нас в стране такие системы уже могут покрывать 30–50% энергопотребления предприятия, а летом – почти полностью, что серьезно снижает затраты при постоянно растущих тарифах. Хотя «зеленый» тариф у нас не так развит, как в ЕС, излишки энергии все равно можно использовать с выгодой. По налогам ситуация особенная – прямых углеродных сборов пока нет, но зато можно быстрее списать оборудование и снизить экологические платежи, что важно для экспортеров. В белорусских условиях такие проекты окупаются за 5–8 лет, а дальше – чистая прибыль плюс улучшение имиджа компании. Для тех, кто думает о будущем и хочет снизить риски от роста цен на энергоносители – это однозначно интересный вариант.

Экологические проблемы, связанные с солнечными панелями и ветрогенераторами в Беларуси, начинаются уже на этапе их производства. Поскольку страна не имеет собственного производства фотоэлектрических элементов и ветротурбин, весь экологический след от их изготовления остается за рубежом – преимущественно в Китае и ЕС, где при производстве используются энергоемкие процессы с высокими выбросами CO_2 . При транспортировке оборудования на большие расстояния также образуются значительные углеродные эмиссии.

В процессе эксплуатации солнечные станции требуют отчуждения земель – под промышленные СЭС в Беларуси уже занято около 500 га, что приводит к изменению локальных экосистем. Для ветрогенераторов существует проблема гибели птиц и летучих мышей – одна ветроустановка может быть причиной гибели 10–15 птиц ежегодно.

Основная экологическая угроза возникает на этапе утилизации. Отработанные солнечные панели, содержащие свинец, кадмий и другие токсичные элементы, чаще всего оказываются на полигонах ТКО из-за отсутствия специализированных мощностей по переработке. Лопасты ветрогенераторов из композитных материалов практически не поддаются переработке в существующих условиях и также захораниваются.

При этом нормативная база по обращению с отходами ВИЭ в стране на данный момент пока не разработана, что усугубляет экологические риски. По оценкам экспертов, к 2030 году в Беларуси может накопиться более 1000 тонн отходов солнечных панелей, требующих специальных условий утилизации.

Заключение

Республика Беларусь – страна с достаточным энергетическим потенциалом для развития возобновляемой энергетики. Наиболее экономически выгодный вариант использования установок – использование их в походах и на отдаленной от электросетей территории. Экологические проблемы в Республике Беларусь связаны в основном с отчуждением земель, а также с утилизацией солнечных панелей и ветрогенераторов.

Литература

1. Государственный кадастр возобновляемых источников энергии: [сайт]. – URL: <http://195.50.7.239/GeoData> (дата обращения: 12.04.2025).
2. Климатические ресурсы альтернативных возобновляемых источников энергии и возможности ее использования в Беларуси / Г. А. Василенко, П. А. Ковриго // Белорусское географическое общество. – Минск, 2007. – 5 с.