

2. Стребков, Д.С. Солнечные концентраторные технологии для энергообеспечения зданий / Д.С. Стребков [и др.] // Гелиотехника. – 2002. – № 3. – С. 64–68.

3. Базарова, Е.Г. Повышение эффективности использования солнечной энергии в энергетических установках с концентраторами: дис. канд. техн. наук: 05.14.08 / Е.Г. Базарова. – М., 2008. – 142 с.

4. Филиппченкова, Н.С., Стребков Д.С. Неследящие солнечные концентраторные модули с жалюзийными гелиостатами / Н.С. Филиппченкова, Д.С. Стребков // Возобновляемые источники энергии: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием и X научной молодежной школы: сборник / Под ред. С.В. Киселевой. – М.: Университетская книга, 2016. – С. 335–341.

**Попкова Н.А.**

**УО «Белорусский национальный технический университет»,**

**Минск, Республика Беларусь**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ  
УСТАНОВОК В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

В итогах 26-й Конференции сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата в Глазго, которая проходила в ноябре 2021, были приняты соглашения по ряду мер, которые ставят перед собой задачу сокращения уровня выбросов парниковых газов до приемлемых значений, как в долгосрочной, так и в краткосрочной перспективах. Известно, что основным источником загрязнения атмосферы является топливно-энергетический комплекс, поэтому диверсификация первичных энергетических ресурсов позволяет не только достигать высокого уровня энергетической безопасности, но и снижать выбросы парниковых газов в атмосферу в активной фазе эксплуатации энергетических установок.

Для Республики Беларусь вопрос энергетической безопасности стоит довольно остро на протяжении всей истории существования страны. В силу особенностей географического положения и климатических условий, в Беларуси отсутствует возможность самостоятельного обеспечения энергетической отрасли топливными ресурсами в полном объеме.

В Республике Беларусь в настоящее время функционируют 108 ветроэнергетических установок (ВЭУ). В таблице 1 приведена информация о номинальной мощности установок, средней экономии условного топлива, суммарном снижении выбросов парниковых газов, обусловленных их работой и рассчитанный коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) [1]. КИУМ представляет собой отношения выработанной электрической мощности установкой за год к номинальной мощности самой установки. Чем выше значение КИУМ, тем эффективнее работает установка, и тем ниже ее срок окупаемости. Для удобства, все действующие ВЭУ в Республике Беларусь были скомпонованы по величине установленной мощности.

Таблица 1 – Действующие ВЭУ на территории Республики Беларусь

Установленная мощность ВЭУ, МВт	Количество ВЭУ, шт	Средняя экономия условного топлива, т у.т./год	Снижение выбросов парниковых газов, т/год	КИУМ, %
до 0,5	15	81,192	9796,8	21,89
от 0,5 до 1	26	338,62	124853,89	35,04
от 1 до 1,5	25	569,11	74882,4	35,24
от 1,5 до 2	35	605,09	113468,72	35,25
от 2 до 3,5	7	895,41	29965,44	35,27
Итого:	108	2489,42	352967,25	

Из таблицы 1 видно, что действующие на территории страны ВЭУ характеризуются достаточно высоким для своего класса КИУМ. По данным Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (англ. IRENA) среднее значение КИУМ для ВЭУ в мире составляет 35 %, в отдельных точках на карте мира данное значение вплотную приближается к отметке в 40 % [2]. Высокое значение КИУМ обусловлено несколькими факторами:

1. От характеристик ветра на высоте гондолы ветроэнергетической установки. Скорость ветра находится в прямой зависимости от барического градиента, поэтому скорость ветра изменяется в соответствии с изменением барической градиент. От скорости ветра в свою очередь, зависит и его сила.

2. От характеристик подстилающей поверхности около ВЭУ. Чем меньше шероховатость поверхности, и чем меньше естественных и инженерных преград на пути ветрового потока, тем выше будет выработка ВЭУ.

3. Характеристиками оборудования ВЭУ. С течением времени технологии и материалы, применяемые при строительстве ВЭУ эволюционируют, снижая затраты и увеличивая мощность, а значит и производительность энергетических установок.

Территория Республики Беларусь, несмотря на отсутствие высоких гор и возвышенностей, обладает высоким ветровым потенциалом, что позволяет развивать данное направление энергетики.

С точки зрения экономии топливных ресурсов, ветроэнергетика может позволить частично ослабить зависимость от иностранных государств, ведь, как и любая другая технология, основанная на местных видах топлива, при эксплуатации подобных установок нет необходимости закупки углеводородов, что снижает финансовое давление на государство в целом

Если принять для перевода в тонны условного топлива для природного газа переводной коэффициент 1,154 [3], то согласно таблице 1, ежегодно Республика Беларусь экономит 305864,168 тыс. м<sup>3</sup> природного газа только за счет работы своих ветропарков и отдельностоящих установок. Если принять во внимание, что потенциал территории страны позволяет построить более 100 МВт новых ветропарков с высоким значением КИУМ, что позволит экономить еще больше углеводородного топлива.

При использовании ветроэнергетики в составе электроэнергетической системы возникает ряд задач, связанных с управлением и планированием режима работы генерирующего оборудования, так как работу ВЭУ сложно преугодать в долгосрочной перспективе.

Таким образом ветроэнергетика способна повысить энергетическую безопасность страны и уменьшить топливную составляющую в экономическом балансе, а высокие показатели эффективности уже существующих генерирующих установок указывают на перспективность применения ВЭУ на территории Республики Беларусь.

### Список использованных источников

1. Кадастр возобновляемых источников энергии Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://195.50.7.239/Cadastre/Map>. – Дата доступа: 16.11.2021.
2. Статистика Американской ветроэнергетической ассоциации. Clean Power Quarterly Report Q1 2021 – [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://cleanpower.org/resources/clean-power-report-q1-2021/>. – Дата доступа: 16.11.2021.
3. Саморегулируемая организация в области энергетического обследования (СРО-Э-150) НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО «МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫЙ АЛЬЯНС ЭНЕРГОАУДИТОРОВ» – Режим доступа: <https://sro150.ru/metodiki/269-spravochnik-koeffitsientov-dlya-perescheta-v-tonny-uslovnogo-topliva-t-u-t>. – Дата доступа: 16.11.2021

**Родионов А.В., аспирант, Зайцев А.А., к.ф.-м.н., доцент  
Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Елец  
ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР НА ОСНОВЕ  
ТЕРМОЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА**

Современные термоэлектрические генераторы (ТЭГ) по своей эффективности преобразования практически становятся конкурентами традиционным энергоустановкам на органическом топливе. При этом системы термоэлектрического преобразования могут размещаться непосредственно у потребителя, что позволяет отказаться от электрических и тепловых сетей с соответствующим сокращением эксплуатационных затрат. Преимуществом ТЭГ является возможность использования сбросного тепла промышленных вентиляционных выбросов, а также энергии, выделяемой при брожении отходов сельскохозяйственного производства.

Сотрудниками лаборатории «Физика неравновесных процессов» Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина под руководством проф. Грабова В.М. был экспериментально исследован новый, предсказанный ранее [1], класс перекрестных явлений в вязких электропроводящих средах при действии трех термодинамических сил и наличии переноса массы, внутренней энергии и электрического заряда. Указанные перекрестные явления названы термоэлектрокинетическими.