

где  $E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений.

Условие целесообразности оперативного ограничения нагрузки:

$$\Delta Z_2^* < \Delta Z_1. \quad (17)$$

Т. к. погрешность оценки затрат  $\Delta Z_2^*$  значительно больше погрешности затрат  $\Delta Z_1$ , следует ввести зону неразличимости в условие (17).

### Литература

1. Волобринский С.Д. Электрические нагрузки промышленных предприятий / С.Д. Волобринский, Г.М. Каялов, П.М. Клейн, Б.С. Мешель. – Л.: Энергия, 1971.
2. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1968.
3. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций. – М.: Наука, 1968.

УДК 621.313

## ПЕРСПЕКТИВЫ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В БЕЛАРУСИ – 2008 ГОД

*Жебрик О.З.*

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент **ОЛЕШКЕВИЧ М.М.**

«Нетрадиционная энергетика» нетрадиционна потому, что не везде еще у нас есть традиция – беречь родную природу.

Как и за счет каких источников человечество собирается покрывать всё возрастающие затраты энергии? Даже если энергетического кризиса удастся избежать, но мир рано или поздно столкнется с тем, что запасы невозобновляемых сырьевых ресурсов – нефти, газа и угля – будут исчерпаны. Чем активнее мы их используем, тем меньше их остается и тем дороже они нам обходятся. По расчетам специалистов, при нынешних объемах добычи угля на Земле хватит лет на 400–500, а нефти и газа – максимум на столетие. К тому же опустошение земных недр и сжигание топлива уродует планету, и год от года ухудшают ее экологию. Одним словом, перед человечеством стоит задача освоения экологически чистых, возобновляемых, или, как их еще называют, нетрадиционных, источников энергии. Среди них энергия ветра.

Освоение возобновляемых источников энергии и в особенности ветроэнергетики особенно важно для Беларуси с точки зрения обеспечения энергетической безопасности страны в связи недостатком собственных энергетических ресурсов (обеспеченность ими лишь на 15 %), быстрого роста цен на импортное углеводородное топливо, насыщенности энергоемкими промышленными предприятиями и большим промышленным потреблением энергии и топлива.

*Преимущества ветроэнергетики:*

- низкая себестоимость электроэнергии – ветроэнергетика может конкурировать с ядерной, угольной и газовой энергетикой;
- нулевая стоимость топливной составляющей, источник энергии неисчерпаем и присутствует в неограниченных количествах;
- экологическая чистота – производство энергии не сопровождается выбросами двуокиси углерода;
- независимость от поставщиков энергоресурсов и цен на топливо, надежность поставок;
- модульный дизайн, быстрый монтаж;

- электроснабжение по объемам сравнимое с традиционными способами генерации энергии;
- ветроэнергетика не мешает ведению сельского хозяйства и промышленной деятельности вблизи ветростанций;
- ветроэнергетика может стать одной из основ развития производства экологически чистого водородного топлива, которое заменит углеводородное топливо для транспорта.

Ветроэнергетика является сложившимся направлением мировой энергетики. Производятся и работают ветроэлектрические установки (ВЭУ) и ветроэлектрические станции (ВЭС) от нескольких сотен ватт до тысяч киловатт. Большая часть установок используется для производства электроэнергии – в энергосистеме или автономно.

В 2006 году установленная мощность ветроэлектрических станций в мире составила 69 млн. кВт. В Европе установлено 48,5 млн. кВт и произведено – более 100 млрд. кВт·ч электроэнергии или 3,3 % общего потребления электроэнергии европейских стран.

Германия является лидером в развитии ветроэнергетики и в производстве оборудования для ветроэнергетики. Установленная мощность ВЭС в Германии 20,6 млн. кВт.

Что препятствует развитию ветроэнергетики – сложившиеся прототипы, мифы о ветроэнергетике, мифы о том, что ветроэнергетика дорога и неконкурентоспособна. Ветроэнергетический потенциал страны незначителен. О том, что только районы со скоростью ветра 8 м/с и выше хороши для внедрения ветроэнергетики».

Однако расширение мирового рынка ветроэнергетики уже привело к значительному падению цен на энергию, производимую ветром. За последнее десятилетие 1 кВт·ч подешевел, как минимум, в 2 раза. При расположении ВЭС на площадках с хорошим ветровым режимом, производимая ими электроэнергия оказывается дешевле, чем энергия угольных, газовых и атомных станций.

Кроме того, если бы учесть издержки, связанные с воздействием на окружающую среду и здоровье людей при использовании ископаемого топлива и ядерной энергии, были включены в стоимость электроэнергии, выработка электричества ветряными электростанциями оказалась бы еще дешевле. Треть электроэнергии в мире к середине текущего столетия может производиться за счет энергии ветра. При этом цены на энергию, производимую за счет ветра, падают с ростом объемов её производства. Единичные мощности ВЭУ выросли за последние 30 лет с 20 кВт до 3000 кВт для серийных машин и до 5000 кВт для отдельных ВЭУ. Стоимость единицы установленной мощности ВЭУ за это же время уменьшилась с 5000 долларов до 1000 долларов за киловатт, а с учетом затрат на инфраструктуру – до 1800 долларов. Для сравнения: стоимость строительства АЭС составляет около 2000–2500 долларов за киловатт установленной мощности, тепловых топливосжигающих электростанций – 600–1000 долларов без учета стоимости топлива и экологических издержек.

На карте ветров Беларуси отмечены главные зоны, где среднегодовые фоновые скорости ветра составляют 4–5 м/с. Это районы, расположенные на Минской возвышенности в направлении от Минска на запад в сторону Гродно и Новогрудка, северо-восточные районы вдоль направления Витебск – Полоцк, северные районы на границе с Латвией, районы Пинска, Кричева, Климовичей. В Беларуси действует несколько небольших опытно-промышленных ВЭУ и одна ВЭС в составе двух установок мощностью 250 и 600 кВт. Долгое время считалось, что применение ветроэнергетики невыгодно из-за низких фоновых скоростей ветра. Исследования показали, что на территории страны существуют зоны, площадки на возвышенностях и на высотах, где среднегодовые скорости ветра составляют 4,8–6,2 м/с. На этих площадках могут быть установлены ВЭУ, обеспечивающие достаточную выработку электроэнергии для обеспече-

ния окупаемости. Таких площадок исследователи насчитывают 1840. Появление на рынке ветроэнергетической техники установок континентального базирования мощностью 1500–2000 кВт с возможностью установки на высоте 90–110 м в принципе изменяет возможности ветроэнергетики в стране. Оказывается, что страна располагает значительными ветроэнергетическими ресурсами, достаточными для обеспечения 10–20 % требуемой электроэнергии при полной окупаемости затрат на создание ветроэлектростанций.

С 2006 г. в стране установлены стимулирующие тарифы для производителей экологически чистой энергии. Принимается равным 0,099 евро/кВт·ч. Для стимулирования внедрения ветроэнергетики сделано еще не все, но внедрение ветроэнергетики в стране уже выгодно.

При существующих сегодня ценах на оборудование и тарифах на электроэнергию в Беларуси при правильном выборе места расположения и номинальных данных ВЭУ срок окупаемости ВЭС не превышает 5 лет. После возвращения инвестиций ВЭС обеспечивает чистую прибыль ее владельцу без затрат на топливо при небольших затратах на обслуживание.

*В итоге мы получаем, что:* на территории страны существуют площадки на возвышенностях и на высотах, где среднегодовые скорости ветра составляют 4,8–6,2 м/с и на которых могут быть установлены ВЭУ, обеспечивающие достаточную выработку электроэнергии, для обеспечения окупаемости. Таких площадок исследователи насчитывают 1840. Появление на рынке ветроэнергетической техники установок континентального базирования мощностью 1500–2000 кВт с возможностью установки на высоте 90–110 м в принципе изменяет возможности ветроэнергетики в стране. Оказывается, что страна располагает значительными ветроэнергетическими ресурсами, достаточными для обеспечения 10–20 % требуемой электроэнергии при полной окупаемости затрат на создание ветроэлектростанций.

УДК 621.311

## **ПРИМЕНЕНИЕ АСКУЭ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

*Лобусь А.Н.*

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент КОЗЛОВСКАЯ В.Б.

Согласно правилам приборного учета электрической энергии в Республике Беларусь [2] автоматизированной системой контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ) называется система, представляющая собой единый комплекс электронных программно-технических средств для автоматизированного учета энергоресурсов (в частности, электроэнергии) в процессе их производства, передачи, распределения, сбыта и/или потребления по заданным сечениям учета субъектов энергосистемы, рынка энергии и/или потребителей энергии. Различают АСКУЭ моноресурсного (по электроэнергии) и комплексного (по электрической и тепловой энергии, воде, газу и т. д.) учета, а также АСКУЭ коммерческого и технического учета.

Необходимость снижения пиковых мощностей за счёт регулирования нагрузки потребителей в часы максимума нагрузки, привело к тому, что создание АСКУЭ началось с крупных предприятий. Для этой цели в 1968 г. был введён для крупных промышленных потребителей (с присоединённой мощностью более 750 кВА) двухставочный тариф.