

УДК: 697.329

*Е. М. Чернышов, В. К. Гуляев, М. В. Шелубаев*

Южно-Уральский государственный аграрный университет,  
г. Челябинск *evgen1997cgernishov@gmail.com ; slava\_555@mail.ru*

## РАЗВИТИЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В МИРЕ

*В работе проанализировано развитие ветроэнергетики. Изучены особенности использования энергии ветра и размещения ветроустановок.*

Ключевые слова: *ветроэнергетическая установка; система электроснабжения; возобновляемые источники энергии; ветроэнергетика.*

*E. M. Tchernishov, V. K. Gulyaev, M. V. Shelubaev*

South-Ural State Agrarian University, Chelyabinsk

## THE DEVELOPMENT OF WIND POWER IN THE WORLD

*In work development of wind power is analysed. Features of use of wind power and placement of the wind turbine are studied.*

Keywords: *wind power installation; power supply system; renewables; wind power.*

В современных условиях экономическое развитие общества тесно связано с состоянием энергетики. При этом развитие энергетики обуславливает не только экономический рост, но и оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Новая энергетическая модель должна предусматривать более широкое использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в том числе и ветроэнергетические установки (ВЭУ), поскольку традиционно используемые топливно-энергетические ресурсы ограничены по запасам и их использование связано с ростом затрат. Ветроустановки могут работать в системе автономного и централизованного электроснабжения [1-3].

Ежегодный рост установленных мощностей составляет 20 %. При этом рост установленной мощности с 1997 по 2007 г составил около 66500 ГВт, а в периоды 2007–2015 гг. – 300000 ГВт и показатели различаются более чем в 4 раза (рис. 1). Лидерами в ветроэнергетике являются КНР, США, и ФРГ [4].

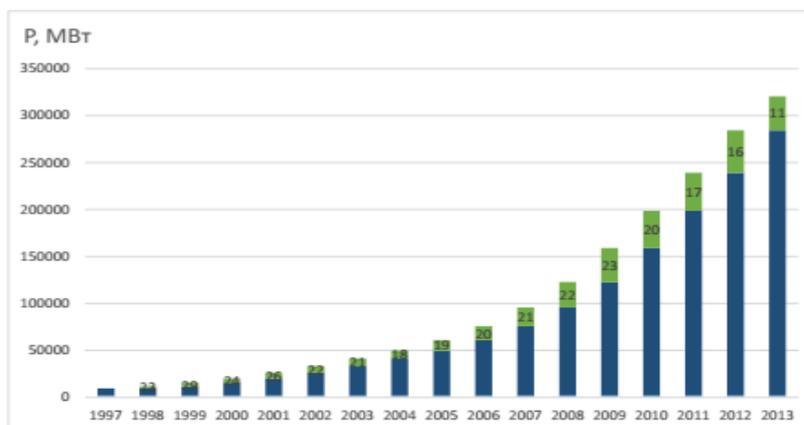


Рис. 1. Установленные мощности ВЭУ в мире

Средний рост установленных мощностей в Китае составляет около 35 % от достигнутого. При этом за период 2011–2015 гг. введено 70000 ГВт (рис. 2). Ветроэлектростанции (ВЭС) вырабатывают 186,3 ТВт·ч электроэнергии, или 3,3 % от общей выработки [4].

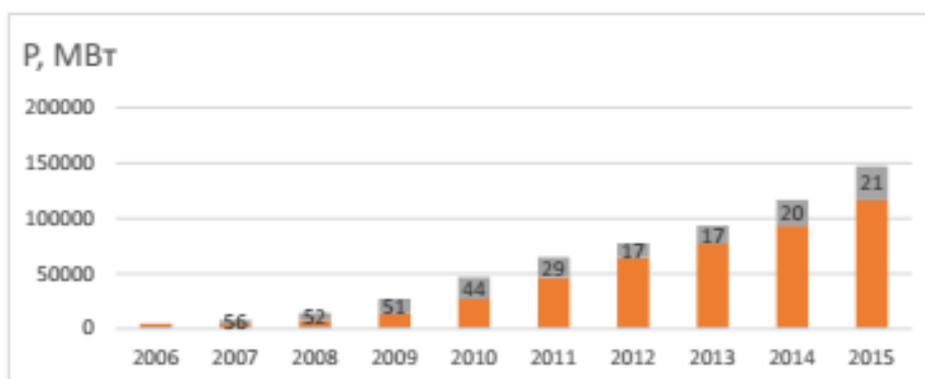


Рис. 2. Установленные мощности ВЭУ в Китае

В последние годы в США, добавление новых мощностей составляет около 5 % по отношению от достигнутой мощности. Бурный рост вырабатываемой электроэнергии начался с 2006 г. и составил около 50 ГВт/год (рис. 3). ВЭУ вырабатывают более 200 ТВт·ч, около 5 % электроэнергии в стране [4].

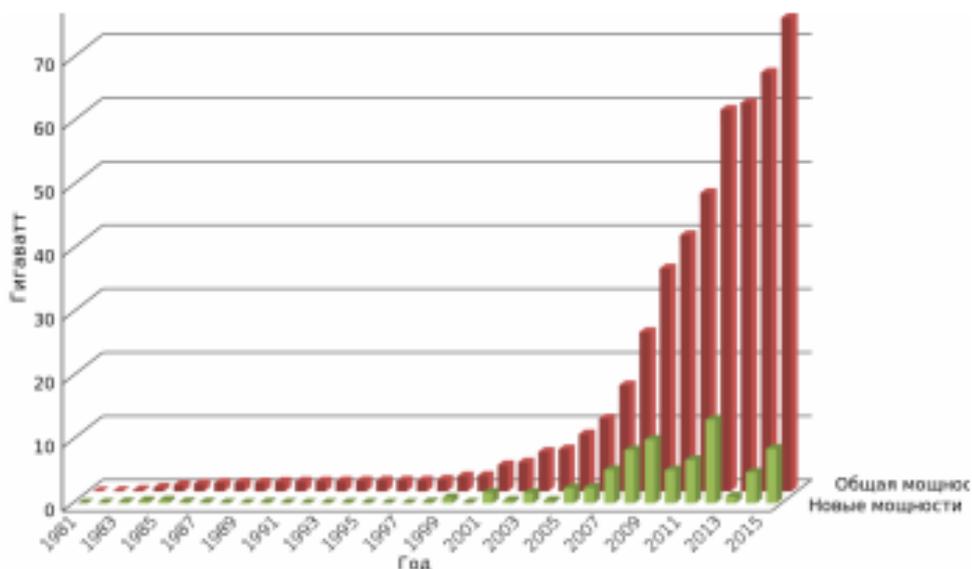


Рис. 3. Установленные мощности ВЭУ в США

Ветроэнергетика Германии вырабатывает около 8 % от общей выработки электрической энергии страны, что составляет 50 ТВт·ч. Средний рост установленных мощностей составляет около 20 % от достигнутого (рис. 4). Количество вырабатываемой электроэнергии около 50 ТВт·ч, что составляет около 5 % от всего потенциала страны [4].

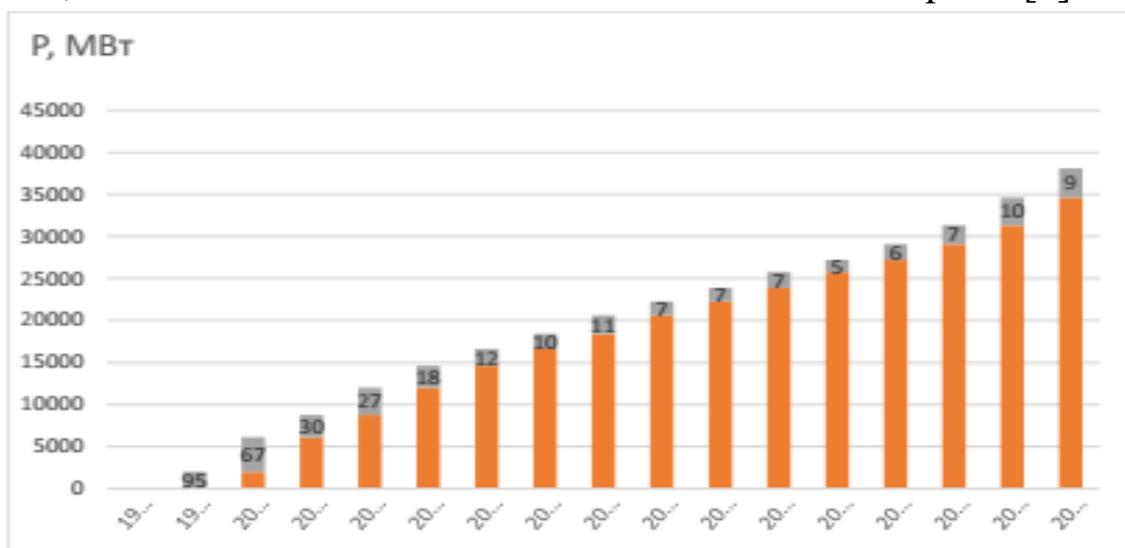


Рис. 4. Установленные мощности ВЭУ в Германии

В России доля вырабатываемой электроэнергии с помощью ветрогенераторов мала и составляет 0,01 % от общей выработки электроэнергии в стране (рис. 5). По различным источникам энергетический потенциал России составляет от 11500 ТВт·ч до 50200 ТВт·ч в год [5].

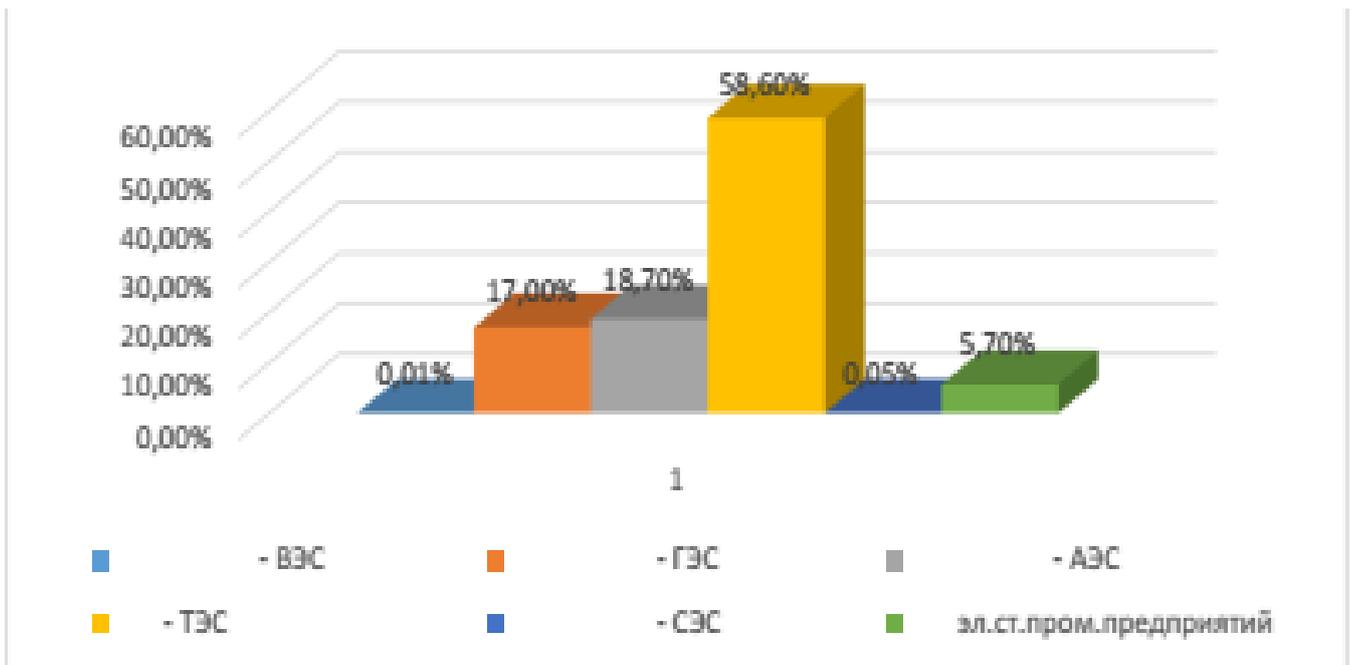


Рис. 5. Структура выработки электроэнергии на различных электрических станциях

Мощность ветроустановки зависит от нескольких факторов: от скорости ветра, диаметра ветроколеса, плотности воздуха, а также от коэффициента использования энергии ветра, коэффициентов полезного действия редуктора и электрогенератора. Чем выше эти показатели, тем больше мощность ВЭУ [6].

В упрощенном варианте мощность воздушного потока рассчитывается как произведение коэффициента эффективности турбины ( $k$ ) на плотность воздуха ( $R$ ), со скоростью потока воздуха ( $V$ ) в третьей степени, и площади ветроколеса ( $F$ ) деленного на два.

$$P = k \cdot R \cdot V^3 \cdot \frac{F}{2} \quad (1)$$

При увеличении диаметра также увеличивается коэффициент эффективности, и это возможно в районах с высоким энергетическим потенциалом [7, 8].

Средняя стоимость ВЭС мощностью 1ГВт составляет примерно 60 млрд руб., что ниже стоимости традиционных электростанции такой же мощности. Отсюда следует то, что строительство ВЭС не только экологичнее, но и финансово выгодней традиционных источников [9–12].

#### Список использованных источников

1. Шерьязов С. К. Возобновляемые источники в системе энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей : монография. Челябинск : ЧГАУ, 2008. 300 с.
2. Sheryazov S. K., Shelubaev M. V., Obukhov S. G. Renewable Sources in System Distributed Generation // International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2017. DOI: 10.1109/ICIEAM.
- 3 Шерьязов С. К., Кузнецов Д. С. Анализ эффективности использования ветроэлектрических станций малой мощности // Материалы Междунар. науч. техн. конф. «Научно-техническое обеспечение АПК Сибири» / СибИМЭ СФНЦА РАН. Новосибирск, 2017. Т. 2. С. 141–147.
4. Ветроэнергетика Германии [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 15.02.2018)
5. Prospects of development of Renewable Energy Sources in Russia / V. G. Nikolaev [et all.]. Moscow. Research & Information Center “Atmograph”, 2010.
6. Ветряная электрическая станция в Ульяновской области [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fortum.ru/vetranaa-elektriceskaa-stancia-v-ulanovskoi-oblasti> (дата обращения: 26.01.2018).
7. Шерьязов С. К., Пташкина-Гирина О. С. Особенности использования возобновляемой энергии в сельском хозяйстве // Вестник ЧГАА. 2013. Вып. 66. С. 95–101.
8. Шерьязов С. К., Шелубаев М. В. Разработка метода определения параметров ветропарка // Вестник КрасГАУ. 2014. Вып. 10. С. 182–187.
9. Sheryazov S. K. Methodology of Renewable Sources Efficient Use // European Science and Technology : VI international research and practice conference. Germany, Munchen, 2013. P. 343–347.
- 10 Сколько обойдется построить атомную электростанцию : обзор [Электронный ресурс]. URL: <http://skolko-poluchaet.ru/skolko-stoit/skolko-obojdetsya-postroit-atomnuyu-elektrostantsiyu.html> (дата обращения: 20.11.2018).
11. Атомная пролонгация: сколько еще прослужат украинские реакторы [Электронный ресурс]. URL: <http://forbes.net.ua/nation/1407605-atomnaya-prolongaciya-skolko-eshche-prosluzhat-ukrainskie-reaktory>
12. Ветровые электростанции. Особенности эксплуатации ветряных двигателей. Сравнения ветрогенераторов, выпускаемых различными производителями [Электронный ресурс]. URL: <http://vetrodvig.ru/vetrovye-elektrostantsii/> (дата обращения: 20.11.2018).