

## Оценка потенциала ресурсов ЮФО для строительства инновационных солнечных и ветровых электростанций

*Е.В. Олейникова, М.А. Колотиенко, И.Ю. Данилейко, В.В. Ковалев*  
*Донской государственной технической университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** в работе представлена характеристика ветровых и солнечных ресурсов Южного федерального округа, на основе которой дана оценка перспектив внедрения в процесс окружного энергопроизводства мировых инновационных разработок, таких как перовскитные фотоэлементы и Vertical-axis wind turbines.

**Ключевые слова:** «Vertical-axis wind turbines», альтернативный источник энергии, ветроэнергетика, ветряная турбина, возобновляемый источник энергии, перовскитный фотоэлемент, солнечная батарея, солнечная энергетика, энергоресурсы ЮФО, энергосбережение.

В настоящее время в Южном федеральном округе (далее ЮФО) наблюдается процесс стагнации энергопроизводства, что вместе с растущим спросом потребителей на электроэнергию требует инновационных решений в данной области [1,2]. Модернизация энергопроизводства связана с комплексным решением целого ряда проблем: повышенная нагрузка на ископаемые топливные ресурсы и, как следствие, рост антропогенного фактора загрязнения окружающей среды; высокие расходы на транспортировку продукта; истощение природных запасов сырья. В качестве наиболее эффективных мер выделяется: применение возобновляемых источников энергии, децентрализация систем производства для повышения стабильности и безопасности отрасли.

На данный момент развитие альтернативных технологий в сфере энергетики стремительно набирает обороты. И если на начальных этапах производства регион опирался на импортные технологии и оборудование, то сегодня можно говорить о создании отечественных конкурентоспособных проектов мирового уровня [3]. К примеру, основателями предприятия "Хевел" (Россия), был построен первый в стране завод полного цикла по производству солнечных модулей, смежный с промышленной

---

электростанцией. Одним из разрабатываемых проектов компании является строительство солнечных электростанций в Ростовской области.

В целом, ЮФО обладает значительными ресурсами для создания производственного комплекса на основе возобновляемых источников энергии. Продолжая речь о солнечной энергии, необходимо оценить потенциал региона.

ЮФО - один из наиболее перспективных регионов России для производства энергии, получаемой из солнечных ресурсов, так как продолжительность сияния составляет свыше 2000 часов в год [4]. Количество солнечных дней варьируется в пределах от 150 до 280 (рис. 1) суток (для сравнения, в Москве порядка 50 суток). Валовой потенциал солнечной энергии на территории ЮФО составляет более 800 трлн. кВтч/год, по оценкам Института высоких температур РАН (Москва) и института «Ростовтеплоэлектропроект», технический потенциал – 82,2 трлн. кВтч/год.

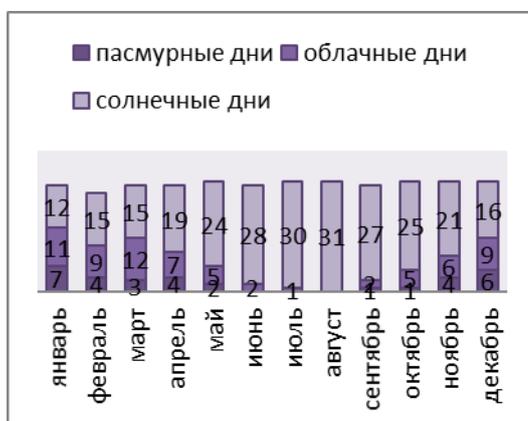


Рис. 1.-Диagramма 1. Предельные значения солнечных суток для ЮФО.

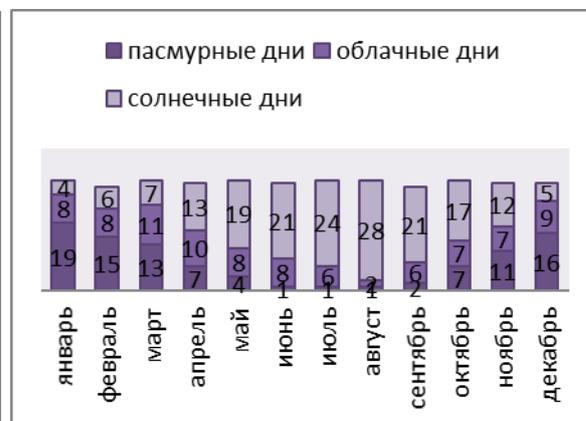


Рис. 2.-Диagramма 2. Средние значения солнечных суток для ЮФО

На базе данных ресурсов уже успешно функционируют различные проекты. В том числе, железнодорожный вокзал г. Сочи «Олимпийский парк» оснащен энергоустановкой мощностью 127,5 кВт, состоящей из 1028 современных тонкопленочных фотоэлектрических модулей. Такой тип

материала отличается неприхотливостью в обслуживании, панели восприимчивы к солнечным лучам даже в условиях облачности.

Тонкопленочные модули являются лишь одним из множества видов существующих на рынке вариаций солнечных модулей. Сегодня разработки в области производства светоперерабатывающих панелей актуальны как никогда, так как доминирующие изначально на рынке монокристаллические кремниевые панели, не смотря на производительность до 21,5%, которой добилась компания SunPower (US, California), имеют ряд существенных недостатков. Высокая стоимость, чрезмерный уровень отходов производства и необходимость смены угла наклона панели в зависимости от времени - существенно снижают потенциал применения модулей первого поколения. Следующий разработанный вид солнечных панелей - тонкопленочные, так же обладает рядом существенных недостатков. В том числе, высокой стоимостью, обусловленной необходимостью внедрения дорогостоящих теллурида кадмия (CdTe) или селенида меди-индия-галлия (CIGS); соединений и элементов, таких как аккумуляторные батареи, сглаживающие нестабильность работы системы.

В комплексное решение представленных выше недостатков можно включить: использование дополнительной монтажной арматуры для придания оптимального угла наклона фотопанелям, комбинирование источников альтернативной энергии. Однако неизменным останется предел теоретического КПД кремниевой пластины, составляющий порядка 30%, и обусловленный пороговым значением энергии воспринимаемой от фотонов.

Инновационная разработка перовскитных фотоэлементов, принцип работы которых представлен на рис. 3, лидирует в перечне вариантов оптимизации солнечной энергетики. Данный тип панелей работает на основе свинца или оловогалогенида, что позволяет значительно снизить стоимость расходных материалов [5].

---

Перовскитные фотоэлементы по сравнению с традиционными панелями способны реагировать на более широкий спектр волн света [6].



Рис. 3.- Принцип работы перовскитных фотоэлементов

На почве последних лабораторных исследований, по утверждению профессора фотофизики и оптоэлектроники в Гронингском университете Марии Лои, возможно, прогнозировать повышение КПД панелей до 66%, при эксплуатации горячих электронов. Кроме того, такие панели обладают малой массой, высокими показателями гибкости и полупрозрачности, что является значительным архитектурным преимуществом.

Ветровая энергия так же является перспективным сектором развития энергетики региона. Известно, что порядка 25% всех российских ветроэнергетических проектов локализованы в Донском регионе. Средняя скорость ветра в ЮФО составляет порядка 4 метров в секунду (рис. 4), а в Краснодарском крае может достигать 44 метров в секунду. Преимуществом ветровой энергии является незначительная амплитуда колебаний показателей в зависимости от времени года и суток. Технический потенциал ветровой энергии в ЮФО, по данным «Ростовтеплоэлектропроекта», составляет около 400 тыс. МВт. Установки ветровых турбин будет максимально эффективна

на побережьях Азовского и Каспийского морей, предгорьях Северного Кавказа, в Дагестане и Калмыкии, а также в зоне междуречья Дона и Волги.

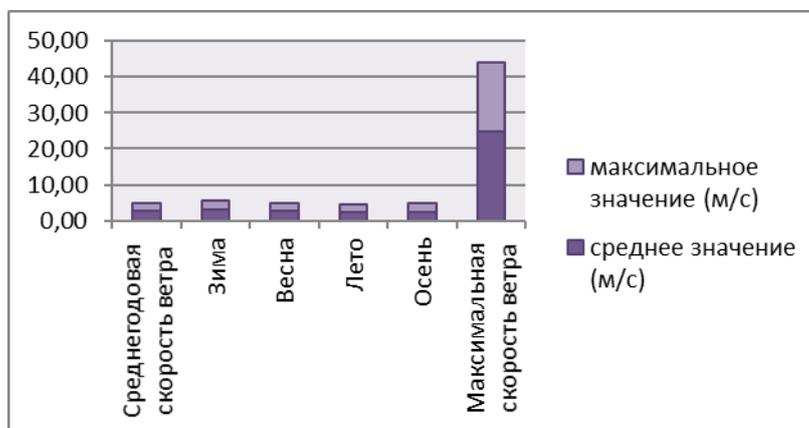


Рис. 4.- Диаграмма 3. Средние и предельные значения скорости ветра в ЮФО

Известно, что компания «Enel» (Россия) планирует строительство ветряной электростанции в сотрудничестве с «Siemens Gamesa» (Германия, Испания) в Азовском районе Ростовской области. Номинальная проектная мощность ветропарка - 90,09 МВт, что позволит станции вырабатывать около 300 ГВт в год, при этом, по утверждению «Investment Promotion Agency of Rostov region» (Россия), избегая выброса 99 200 тонн углекислого газа в атмосферу.

Однако оборудование для преобразования ветровой энергии сегодня имеет ряд существенных недостатков. К факторам, требующим усовершенствования относят: перепады мощности и сильную зависимость от источника; шумовое и вибрационное загрязнение; необходимость регулировки оборудования в зависимости от направления и скорости движения воздушных масс; дорогостоящие механизмы, требующие высоких затрат на ремонт и диагностику.

Как говорилось ранее, проблема перепадов мощности в работе станции не столь актуальна для ЮФО, а современные разработки способны нивелировать прочие недостатки технологии. Не так давно были созданы ветряные турбины нового поколения «Vertical-axis wind turbines» (далее

VAWTs), вал которых установлен на вертикальной оси, перпендикулярной земле. Ветрогенераторы такого типа способны преобразовывать турбулентные и порывистые ветры, а так же отличаются всенаправленностью: отсутствием необходимости в отслеживании направления движения воздушных масс. Уменьшение затрат производства обеспечивается меньшим удельным весом материала, его пригодностью к последующей переработке; снижение стоимости обслуживания обусловлено легкодоступным расположением действующего механизма (на уровне земли) и отсутствием необходимости в частой наладке [7, 8]. Так же VAWTs легко транспортируются и не требуют особого вида фундамента - могут быть установлены на фундамент винтовой сваи.

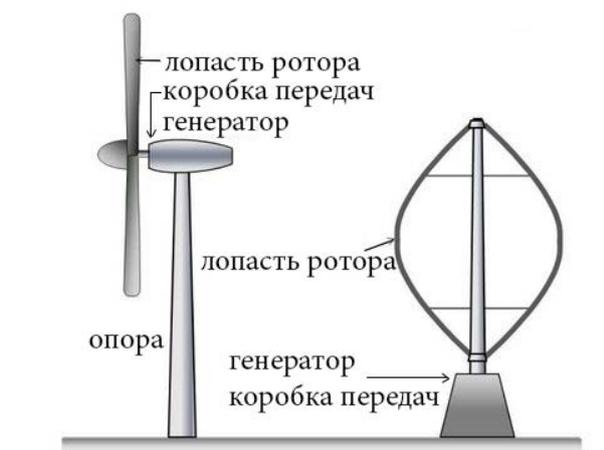


Рис. 5.-Отличительная схема турбин HAWTs и VAWTs

Если ветрогенераторы, вал которых находится на горизонтальной оси «Horizontal Axis Wind Turbines» (далее HAWTs), требуют значительных площадей для установки, то VAWTs возможно устанавливать в непосредственной близости друг от друга [9, 10]. Исследования проведенные Калифорнийским технологическим институтом доказали, что ветряная электростанция состоящая из VAWTs, расположенных на верно спроектированных расстояниях, способна давать выходную мощность десятикратно превышающую мощность аналогичной по размеру HAWTs станции.

Проведенный анализ природных условий ЮФО наглядно демонстрирует перспективность внедрения в строительство электростанций инновационных разработок альтернативного энергопроизводства в регионе. Несомненно, применение энергии неисчерпаемых ресурсов требует значительных финансовых и научных вложений. Однако, масштаб разрабатываемых энергетических проектов, с вовлечением потенциала ЮФО, дает основание утверждать, что округ ориентирован на высокотехнологичную модернизацию энергетической отрасли.

### Литература

1. И.В. Новоселова, С.И. Страбыкина, Н.С. Бойко, И.Ю. Данилейко. Перспективы «зеленого» строительства и применения энергосберегающих мероприятий в современной России // Инженерный вестник Дона, 2017, №4 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4521](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4521)
2. В.Ю. Штайнер, А.Н. Питык, Е.С. Архипова, М.А. Колотиенко. Энергосбережение в России: основные проблемы и перспективы // Инженерный вестник Дона, 2017, №4 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4564](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4564)
3. Renewable Energy Policy in Russia: Waking the Green Giant // IFS Russia renewable energy program In Partnership with the Global Environment Facility (GEF), Washington (United States of America) // ifc.org URL: [ifc.org/wps/wcm/connect/bf9fff0049718eba8bcaaf849537832d/PublicationRussiaRREP-CreenGiant-2011-11.pdf?MOD=AJPERES](http://ifc.org/wps/wcm/connect/bf9fff0049718eba8bcaaf849537832d/PublicationRussiaRREP-CreenGiant-2011-11.pdf?MOD=AJPERES)
4. Renewables in From Opportunity to Reality Russia // International Energy Agency, Paris (France) // [iea.org](http://iea.org) URL: [iea.org/publications/freepublications/publication/RenewRus\\_2003.pdf](http://iea.org/publications/freepublications/publication/RenewRus_2003.pdf)
5. Diau Eric Wei-guang, Chen Peter Chao-yu. Perovskite Solar Cells: Principle, Materials And Devices. Series On Chemistry, Energy And The Environment // World Scientific, 2017. pp.10-11



6. Juan Bisquert. The Physics of Solar Cells: Perovskites, Organics, and Photovoltaic Fundamentals // CRC Press, 2017. pp. 11-20
7. Jens Nørkær Sørensen. General Momentum Theory for Horizontal Axis Wind Turbines // Springer, 2015. pp.151-179
8. Mukesh Kumar Lalji. Design of Vertical Axis Wind Turbine // Lap Lambert Academic Publishing GmbH KG, 2012. pp.5-8
9. A.A.M. Sayigh. World Renewable Energy Congress VI: Renewables: The Energy for the 21st Century // Elsevier, 2000. pp.2316-2320
10. Wei Tong. Wind Power Generation and Wind Turbine Design // WIT Press, 2010. pp.277-299

#### References

1. I.V. Novoselova, S.I. Strabykina, N.S. Bojko, I.Ju. Danilejko. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4521](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4521)
  2. V.Ju. Shtajner, A.N. Pityk, E.S. Arhipova, M.A. Kolotienko. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4564](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4564)
  3. Renewable Energy Policy in Russia: Waking the Green Giant. IFS Russia renewable energy program In Partnership with the Global Environment Facility (GEF), Washington (United States of America). ifc.org URL: [ifc.org/wps/wcm/connect/bf9fff0049718eba8bcaaf849537832d/PublicationRussiaRREP-CreenGiant-2011-11.pdf?MOD=AJPERES](http://ifc.org/wps/wcm/connect/bf9fff0049718eba8bcaaf849537832d/PublicationRussiaRREP-CreenGiant-2011-11.pdf?MOD=AJPERES)
  4. Renewables in From Opportunity to Reality Russia. International Energy Agency, Paris (France). [iea.org](http://iea.org) URL: [iea.org/publications/freepublications/publication/RenewRus\\_2003.pdf](http://iea.org/publications/freepublications/publication/RenewRus_2003.pdf)
  5. Diau Eric Wei-guang, Chen Peter Chao-yu. World Scientific, 2017. pp. 10-11.
  6. Juan Bisquert. CRC Press, 2017. pp. 11-20.
-



7. Jens Nørkær Sørensen. Springer, 2015. pp. 151-179.
8. Mukesh Kumar Lalji. Lap Lambert Academic Publishing GmbH KG, 2012. pp. 5-8.
9. A.A.M. Sayigh. Elsevier, 2000. pp. 2316-2320.
10. Wei Tong. WIT Press, 2010. pp. 277-299.