

М. А. Комиссарова, д.э.н., доц., заведующий кафедрой «Управление персоналом», mari543@yandex.ru, +7 903 472 27 19, **М.М Куликов**, к.э.н., доц., доцент кафедры «Управление персоналом», kulikovmichael@mail.ru, +7 989 725 63 22, **И. Н. Сторожук**, к.э.н., доц., доцент кафедры «Управление персоналом», gekkata@bk.ru, +7 928 954 53 37

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», ул. Просвещения, д. 132, 346428 Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ И ИХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ

Потребности в энергии из года в год растут, экологические последствия выработки как электрической так и тепловой энергии ведет к истощению основных видов углеводородного сырья, что приводит к фокусированию пристального внимания к энергетической отрасли и является постоянной темой обсуждения. В течение многих лет основным решением этой проблемы выступали технологии использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Однако изменение технологического уклада производства электроэнергии, — от традиционного, обычно основанного на сжигании углеводородного топлива, к выработке электроэнергии на основе возобновляемых ресурсов, — представляет собой множество проблем, связанных с возникающими недостаточно развитыми технологиями получения электрической энергии. В статье рассматривается роль ВИЭ в России и ее потенциал для удовлетворения текущих и растущих потребностей в электрической энергии способами, которые технически и экономически обоснованы. Технологии использования ВИЭ (начиная от развитых и установленных в настоящее время до новых и инновационных технологий) представлены с точки зрения их технологического развития, современного состояния технологии, экономического и социального эффекта. При этом источники возобновляемой энергии в России представлены разнообразно, вопросы диспетчеризации, изменчивости, масштабируемости, накопления и хранения энергии, географических ограничений и инвестиционных затрат имеют решающее значение для определения будущего прогресса в данном направлении электроэнергетики. Анализ в этой статье может быть использован для руководства интеграцией возобновляемых источников энергии в сторону увеличения доли производства энергии данным способом.

Ключевые слова: «возобновляемые источники энергии»; электроэнергетика; электрическая сеть; новые энергетические системы, системная интеграция.

Рис. 1. Табл. 1. Библиогр.: 30 назв.

M.A. Komissarova, D of Economy, doc., head of the «Human resource management» department,
M.M. Kulikov, Ph. D, doc., associate professor of the «Human resource management» department,
I.N. Storozhuk, Ph. D, doc., associate professor of the «Human resource management» department
Federal state budget educational institution of high education Platov South-Russian State Polytechnic University
(NPI), Prosvescheniya str., h. 132, 346428 Novocherkassk, Rostov region, Russia

ASSESSMENT OF TECHNOLOGIES OF RENEWABLE SOURCES OF ENERGY AND THEIR ENERGY EFFICIENCY FOR TECHNICAL INTEGRATION AND USE IN THE ENERGY SECTOR

Energy needs are growing from year to year, and the environmental impacts of both electricity and heat generation are leading to the depletion of key hydrocarbons, which leads to a focus of attention and is a constant topic of discussion in the energy industry. For many years, renewable energy technologies have been the main solution to this problem. However, the change in the technological mode of electricity production from traditional, usually based on the combustion of hydrocarbon fuels, to the generation of electricity based on renewable resources is a set of problems associated with the emerging underdeveloped technologies for generating electric energy. The article discusses the role of renewable energy sources in Russia and its potential to meet current and growing needs for electricity in ways that are technically and economically justified. Renewable energy technologies, ranging from developed and currently installed to new and innovative technologies presented in terms of their technological development, the current state of technology, economic and social impact. At the same time, renewable energy sources in Russia are represented in a variety of ways, the issues of dispatching, variability, scalability, energy storage and storage, geographical restrictions and investment costs are crucial for determining the future progress in this direction of the power industry.

Keywords: “renewable energy”; electric power industry; electric grid; new energy systems; system integration.

Fig.1. Table 1. Ref.: 30 titles.

Список цитируемых источников

1. M. Bilgili, A. Ozbek, B. Sabin, A. Kahraman. An overview of renewable electric power capacity and progress in new technologies in the world // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 49 (2015). 323-334. doi: 10.1016/j.rser.2015.04.148. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032115004189>
2. C. Bndischak, D. Sewell, H. Thomson, L. MacH, D. E. Veron, W. Kempton. Cost-minimized combinations of wind power, solar power and electrochemical storage, powering the grid up to 99.9% of the time. // *Power Sources*. 225 (2013). 60-74. doi:10.1016/j.jpowsour.2012.09.054. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378775312014759>
3. M. Z. Jacobson, M. A. Delucchi. Providing all global energy with wind, water, and solar power. Part I: technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials. *Energy Policy* 39 (3) (2011) 1154-1169. doi: 10.1016/j.enpol.2010.11.040. URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2010.11.040>
4. M. Z. Jacobson, Clean grids with current technology. *Nature Climate Change* 1 (2016) 1-2. arXiv:arXiv: 1011.1669v3, doi:10.1017/CB09781107415324.004.
5. S. Becker, B. a. Frew, G. B. Andresen. T. Zeyer, S. Schramm, M. Greiner. M. Z. Jacobson, Optimized mixes of wind and solar PV and transmission grid extensions // *Energy* 72 (2014) 443-458. arXiv:arXiv: 1402.2833v1.
6. Energy Information Administration, International Energy Statistics (2015). URL <http://www.eia.gov/beta/international/>
7. Energy Information Administration, EIA projects world energy consumption will increase 56%: by 2040 (2013). URL <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=12251>
8. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/industrial
9. F. Heifer. C. Lemckert, Y. G. Anissimov, Osmotic power with Pressure Retarded Osmosis: Theory. performance and trends A review. *Journal of Membrane Science* 453 (2014) 337-358. doi: 10.1016/j.memsci.2013.10.053. URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S037673881300865X>
10. A. Uihlein, D. Magagna. Wave and tidal current energy - A review of the current state of research beyond technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 58 (2016) 1070-1081. doi: 10.1016/j.rser.2015.12.284. URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.284>
11. S. Rehman. L. M. Al-Hadhrami. M. M. Alain. Pumped hydro energy storage system: A technological review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 44 (2015) 586-598. doi: 10.1016/j.rser.2014.12.040. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032115000106>
12. A. Hussain. S. M. Arif. M. Aslam. Emerging renewable and sustainable energy technologies: State of the art. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 71 (June 2015) (2017) 12-28. doi: 10.1016/j.rser.2016.12.033. URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032116310863>
13. N. Kannan, D. Vakeesan. Solar energy for future world: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 62 (2016) 1092-1105. doi:10.1016/j.rser.2016.05.022.
14. E. Ozkop. I. H. Altas. Control, power and electrical components in wave energy conversion systems: A review of the technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 67 (2017) 106-115. doi: 10.1016/j.rser.2016.09.012. URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032116305044>
15. A. Achilli. T. Y. Oath, A. E. Childress. Power generation with pressure retarded osmosis: An experimental and theoretical investigation. *Journal of Membrane Science* 343 (1-2) (2009) 42-52. doi: 10.1016/j.memsci.2009.07.006. URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0376738809005134>
16. S.E. Skilhagen. J. E. Dugstad, R. J. Aaberg. Osmotic power - power production based on the osmotic pressure difference between waters with varying salt gradients, *Desalination* 220 (1-3) (2008) 476-482. doi: 10.1016/j.desal.2007.02.045.
17. T.T. TYan. K. Park. A. D. Smith. System Scaling Approach and Thermoeconomic Analysis of a Pressure Retarded Osmosis System for Power Production with Hypersaline Draw Solution: A Great Salt Lake Case Study. *Energy* 126 (2017) 97-111. doi:10.1016/j.energy.2017.03.002. URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2017.03.002>
18. A.-S. Yang. Y.-M. Su, C.-Y. Wen, Y.-H. Juan, W.-S. Wang. C.-H. Cheng, Estimation of wind power generation in dense urban area. *Applied Energy* 171 (2016) 213-230. doi:10.1016/j.apenergy.2016.03.007. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030626191630318X>
19. F.C. Emejeamara. A. S. Tomlin. J. T. Millward-Hopkins. Urban wind: Characterisation of useful gust and energy capture, *Renewable Energy* 81 (2015) 162-172. doi: 10.1016/j.renene.2015.03.028. URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2015.03.028>
20. D. Silva Herran. H. Dai, S. Fujimori. T. Masui, Global assessment of onshore wind power resources considering the distance to urban areas. *Energy Policy* 91 (2016) 75-86. doi: 10.1016/j.enpol.2015.12.024. URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2015.12.024>
21. N. Agrawal, M. Zubair, A. Majumdar. R. Gahlot. N. Khare, Efficient up-scaling of organic solar cells. *SolarEnergyMaterials&SolarCells* 157 (2016) 960-965.

- 22 K.-K. Chong, P. P. Khlyabich, K.-J. Hong, M. Reyes-Martinez, B. P. Rand, Y.-L. Loo. Comprehensive method for analyzing the power conversion efficiency of organic solar cells under different spectral irradiances considering both photonic and electrical characteristics, *Applied Energy* 180 (2016) 516-523. doi: 10.1016/j.apenergy.2016.08.002. URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306261916310893>
- S. Eftekharaejad, V. Vittal, G. T. Heydt, B. Keel, J. Loehr. Impact of Increased Penetration of Photovoltaic Generation on Power Systems, *IEEE Transactions on Power Systems* 28 (2) (2013) 893- 901. doi: 10.1109/TPWRS.2012.2216294.
- 23 H. Sugihara, K. Yokovama, O. Saeki, K. Tsuji, T. Funaki. Economic and Efficient Voltage Management Using Customer-Owned Energy Storage Systems in a Distribution Network With High Penetration of Photovoltaic Systems, *IEEE Transactions on Power Systems* 28 (1) (2013) 102-111.
- 24 S. Ghosh, S. Rahman. Global deployment of solar photovoltaics: Its opportunities and challenges. 2016 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT-Europe) (2016) 1 doi:10.1109/ISGTEnrope.2016.7856217. URL <http://ieeexplore.ieee.org/document/7856217/>
- 25 Коваль, С. П. Индикаторы энергоэффективности для регионов [Электронный ресурс] // Проект постановления Правительства РФ. — Режим доступа: <http://portal-energo.ru/articles/details/id/98>.
- 26 Роль топливно-энергетического комплекса в экономике России [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://tgk-12.ru/structura_funkc_energ/rol_top_en_kompl.php.
- 27 Территориальная организация топливно-энергетического комплекса [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://uchebnik-besplatno.com/uchebnik-geopolitika/territorialnaya-organizatsiya-toplivno.html>.
- 28 Энергетическая стратегия России на период до 2030 года [Электронный ресурс] : утв. распоряжением Правительства РФ № 1715-р от 13.11.2009 г. — Режим доступа: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/57/57547/index.htm>.
- 29 Комиссарова, М.А., Сторожук, И.Н. Вопросы реформирования энергетического сектора России в современных условиях рынка // *Российское предпринимательство*. — 2015. — Т. 16, № 15. — С. 2375—2382
- 30 Комиссарова, М.А., Сторожук И.Н. Многокритериальная оценка эффективности деятельности энергогенерирующих предприятий // *Вестник Ростов. гос. экон. ун-та (РИНХ)*. — 2015. — № 3 (51). — С. 119—128.