

УДК 621. 92

DOI: 10.22213/2413-1172-2020-3-105-113

Оценка потенциала ветроэнергетических ресурсов на юге Ирака*

Ф. М. Аль-Руфай, аспирант, Институт ядерной энергии и промышленности Севастопольского государственного университета, Севастополь, Россия

Л. М. Абдали, аспирант, Институт ядерной энергии и промышленности Севастопольского государственного университета, Севастополь, Россия

В. В. Кувшинов, кандидат технических наук, Институт ядерной энергии и промышленности Севастопольского государственного университета, Севастополь, Россия

Б. А. Якимович, доктор технических наук, профессор, Институт ядерной энергии и промышленности Севастопольского государственного университета, Севастополь, Россия

Для увеличения в мировом энергетическом комплексе доли возобновляемой альтернативной энергетики и сокращения потребления традиционных топливных энергетических ресурсов необходимо проводить исследования потенциала возобновляемой энергетики в развивающихся странах. Эти государства сильно зависят от импорта энергетических установок и технологий. В результате они недостаточно развивают свой энергокомплекс за счет использования альтернативной энергетики. Это происходит в том числе из-за недостаточного прогнозирования и оценки потенциала возобновляемых энергоресурсов на своей территории. Возобновляемые источники энергии призваны играть большую роль в сокращении выбросов с использованием альтернативных источников электроэнергии, таких как энергия ветра

Проведено исследование данных о скорости ветра в различных районах Ирака. Данные показывают, что город Алхай, где фиксировались средние значения скорости ветра по годам, расположенный на юге Ирака, идеально подходит для создания проектной ветровой электростанции благодаря тому, что скорость ветра здесь является приемлемой. Также были разработаны и рассчитаны мощности и энергия, которые могут быть получены от ветроэнергетической установки.

Результаты исследования показали, что предлагаемая система ветроэнергетики является хорошим выбором и может быть внедрена в Алхае для получения достаточного количества электроэнергии для городов Ирака. Распространение проектов по возобновляемой энергии сегодня во многом зависит от смелости и решимости лиц, принимающих решения в Ираке.

Ключевые слова: ветротурбина, энергия ветра, возобновляемые источники энергии, преобразование энергии, скорость ветра.

Введение
Использование возобновляемой энергии способствует сокращению глобального потепления, загрязнения воздуха и истощения нетрадиционных видов ископаемого топлива. С недавнего времени многие страны начали использовать возобновляемые источники энергии, потому что это новая энергия, неисчерпаемая и экологически чистая [1].

Потребности в энергии постоянно растут. Наша цивилизация динамична, любое развитие требует прежде всего энергетических затрат, и при существующих формах национальных экономик многих государств можно ожидать возникновения серьезных энергетических проблем. Более того, в некоторых странах они уже существуют [2]. Даже если энергетического кризиса удастся избежать, мир рано или поздно неизбежно столкнется с тем, что основные виды традиционного топ-

лива будут исчерпаны. Запасы нефти, газа, угля не бесконечны, и чем больше мы используем эти виды энергетического сырья, тем меньше их остается, тем дороже с каждым днем они нам обходятся [3].

Использование энергии ветра для производства электроэнергии является одной из наиболее распространенных технологий для получения возобновляемых источников энергии. Ветроэлектрические станции – это группа ветровых турбин, расположенных в одном месте, для выработки большого количества электроэнергии [4, 5]. Эти электростанции состоят из нескольких сотен отдельных ветровых турбин и расположены на сильно ветреных участках на площади в сотни квадратных миль. Земля между турбинами может использоваться для сельскохозяйственных или других целей. Ветроэлектрическая станция также может быть расположена и в открытом море [6, 7].

Цель работы – проведение исследования ветрового потенциала Ирака для преодоления нехватки энергии, с которой государство сталкивается уже давно.

Электроэнергия в Ираке

Энергетический кризис усугубляется тем, что с 2003 г. потребление электроэнергии в Ираке ежегодно растет в среднем на уровне 6...7 %. Рост потребления электроэнергии объясняется главным образом увеличением численности населения и повышением экстремальных температур выше 50 °С в летние жаркие дни. Точной оценки пикового спроса по всей стране нет, однако считается, что он колеблется в пределах 25000...30000 МВт (данные на лето 2018 г.), в то время как центральная генерирующая мощность колебалась около 15000 МВт [8]. Ожидается, что текущий дефицит спроса-предложения к 2022 г. достигнет 20000 МВт, а общий пиковый спрос к 2030 г. достигнет, вероятно, 50000...60000 МВт, поскольку ожидается, что рост потребления электроэнергии в течение следующих пяти лет увеличится, как только Ирак будет стремиться перейти в независимую от нефти экономику [8].

Ограниченные бюджеты и ущерб, нанесенный войной, означают, что Ирак не производит достаточно электроэнергии для удовлетворения спроса. Растущий спрос объясняется также тем, что население Ирака увеличивается более чем на 1 миллион человек в год. Там, где позволяют доходы, местные небольшие дизельные генераторы используются домохозяйствами для решения этой проблемы, однако для большинства это дорогостоящая мера. Ожидается, что за период до 2030 г. спрос на электроэнергию увеличится вдвое и составит около 150 ТВт·час (в среднем 17,5 ГВт в течение года) [9, 10].

Сектор энергетики Ирака сталкивается с серьезными проблемами. Отключения остаются ежедневным явлением для большинства домашних хозяйств, поскольку увеличение спроса на электроэнергию больше, чем увеличение генерирующих мощностей, в частности из-за высокого спроса на охлаждение в жаркие летние месяцы. За последние годы разрыв между пиковым спросом на электроэнергию и максимальным энергоснабжением сети увеличился, хотя доступное предложение увеличилось на треть (рис. 1).

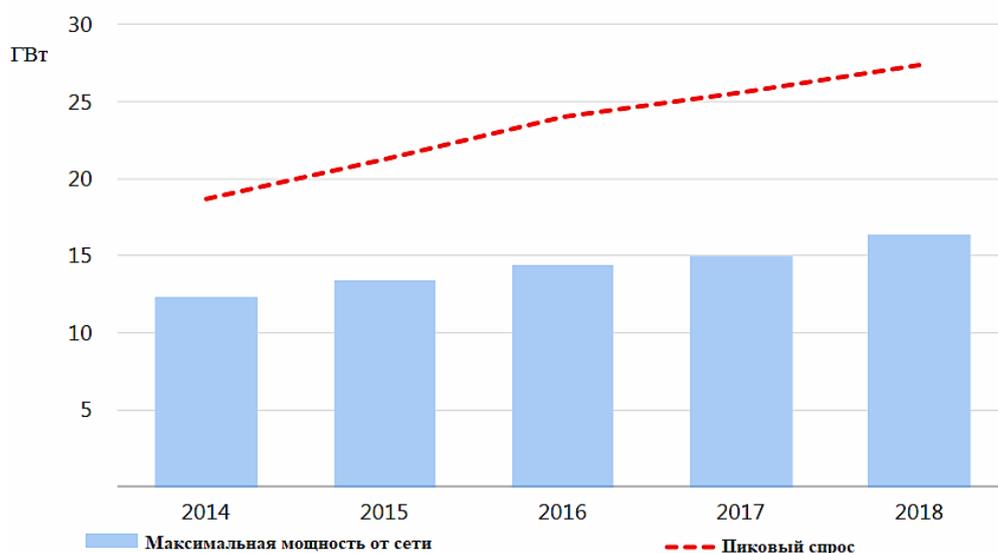


Рис. 1. Пиковый спрос и максимальное энергоснабжение от сети, 2014–2018 гг.

Fig. 1. Peak demand and maximum power supply from the network, 2014-2018

Чрезмерная зависимость Ирака от сжигания ископаемых видов топлива для производства электроэнергии (рис. 2) привела к возникновению ряда экологических проблем и возложила на Министерство нефти Ирака тяжелое бремя по удовлетворению растущего спроса. Обеспечение поставок природного газа для поддержания производства электроэнергии на текущем

уровне не может продолжаться из-за отсутствия прямых иностранных инвестиций в газовые запасы.

Увеличение генерирующих мощностей само по себе не может решить проблему нехватки электроэнергии в Ираке. Отключения питания являются частыми и отражают плохое состояние сетей передачи и распределения.

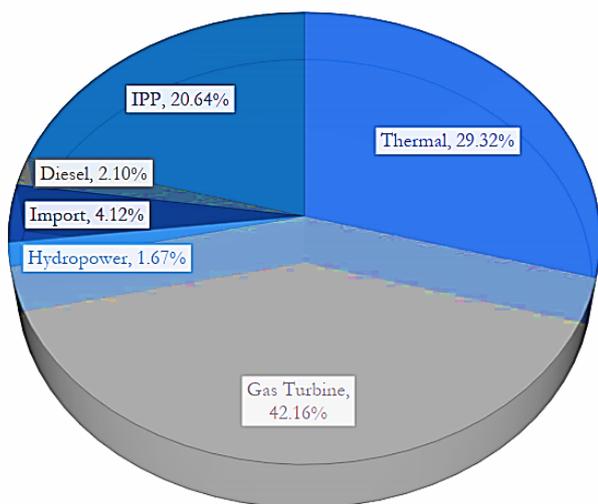


Рис. 2. Состав генерации Ирака в 2018 г.

Fig. 2. The composition of the generation of Iraq in 2018

Добыча нефти на месторождениях по-прежнему является основным источником выбросов вредных для окружающей среды газов,

что создает серьезную угрозу для здоровья населения. Низкокачественные виды топлива, такие как сырая нефть с высоким содержанием серы, используемые на электростанциях с незначительными ограничениями выбросов, также являются одним из основных факторов загрязнения воздуха. С 2003 г. значительно возросли выбросы в Ираке таких парниковых газов, как CO₂ и NO_x, которые, как известно, способствуют глобальному потеплению, а также SO₂, наносящего вред здоровью человека. С 1980 г. выбросы CO₂ в Ираке утроились и в настоящее время превышают 150 миллионов тонн в год (рис. 3). Соответственно, в будущем использование обычных генераторов приведет к увеличению уровня выбросов CO₂ в Ираке пропорционально расширению его генерирующих мощностей.

Таким образом, возобновляемые источники энергии призваны играть большую роль в сокращении вредных выбросов с использованием альтернативных источников электроэнергии, таких как энергии ветра [11, 12].

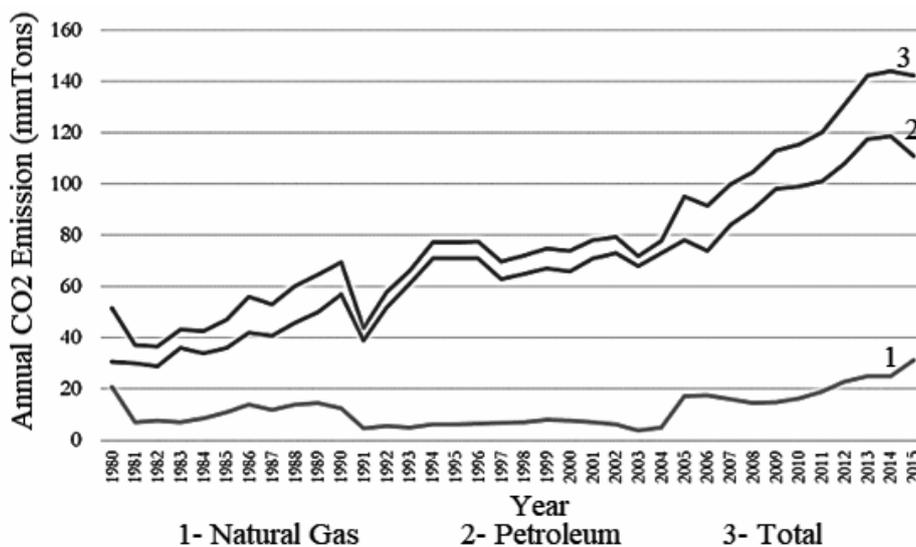


Рис. 3. Ежегодный выброс CO₂ в Ираке, 1980–2015 гг.

Fig. 3. Annual CO₂ emissions in Iraq, 1980-2015

Однако Ирак по-прежнему отстает от своих региональных коллег в осуществлении инициатив по использованию возобновляемых источников энергии для производства электроэнергии (рис. 4). Тем не менее Ирак стремится к развитию альтернативных источников энергии для обеспечения устойчивого роста в среднесрочной перспективе.

Постановка задачи.

Возобновляемая энергия в Ираке

Возобновляемая энергия – это энергия, которая естественным образом протекает через ок-

ружающую среду. Существует множество источников этой энергии [13, 14].

Ирак формирует восточную границу арабских стран, которая лежит в Юго-Западной Азии между 29°5' и 37°22' северной широты и 38°45' и 48°45' восточной долготы. Климат Ирака характеризуется высокими температурами летом и умеренными зимой. Самые высокие значения температуры достигаются в июне, июле и августе – между 43 и 50 °C в середине дня. В январе температура 1...8 °C. Северные ветры создают опасность пыльных бурь, особенно

весной и осенью. Самая высокая фактическая яркость солнца в июне составляет в среднем 11,4 часа в день, а самая низкая в январе – 6,3 часа в день. Максимальная температура колеблется от 16 °С в январе до 44,4 °С в июле, минимальная температура – от 4,4 °С в ян-

варе до 25,4 °С в июле. Скорость ветра в этой стране ниже средней и колеблется от 3,1 м/с в декабре и январе до 6,1 м/с в июле. Относительная влажность колеблется от самой низкой отметки 25,5 % в октябре до максимума 73,8 %.



Рис. 4. План использования возобновляемых источников энергии государств ССЗ

Fig. 4. GCC States Renewable Energy Sources Plan

Исследование будет основываться на двух типах этой возобновляемой энергии – солнечной энергии и энергии ветра – в качестве приоритетных, которые следует применять ввиду их очевидного присутствия в климате Ирака [15, 16]. Среди самых недорогих и наиболее подходящих альтернативных источников энергии для производства энергии – ветровой поток. Иракские города испытывают дефицит количества электроэнергии, производимой с использованием энергии ветра [17, 18].

Таким образом, исследование включает методологию, соответствующую данной теме, путем выявления важности энергии ветра, ее использования, ее наиболее заметного преимущества и факторов, влияющих на нее, а также анализа климатических данных, связанных со скоростью и направлением ветра, которые используются для определения количества электрической энергии, расчета количества энергии ветра в производстве электрической энергии, выбора предпочтительного места

для создания ветровых станций в районе исследования [19–21].

Результаты исследований

Среднемесячная и среднегодовая скорость ветра

Для оценки ветроэнергетического потенциала были проанализированы данные о ветре для четырех отобранных участков в Ираке. Данные были собраны с помощью программы RETScreen (метеорологические данные от NASA) как среднемесячная и годовая скорость ветра. Данные скорости ветра записывались в виде средних значений на высотах 10 м (табл. 1).

Данные о среднемесячной и годовой скорости ветра представлены на рис. 5.

При изучении данных о скорости ветра в провинциях Ирака выяснилось, что юг Ирака пригоден для развития проектов по выработке электроэнергии из ветряных турбин с учетом того, что скорость ветра находится в допустимых пределах.

Таблица 1. Среднемесячные и среднегодовая скорость ветра в течение года в городах Ирака

Table 1. Monthly and annual average wind speed throughout the year in cities in Iraq

Город	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Ноя.	Дек.	Год
Басра	3,5	3,9	4,0	3,9	4,2	5,4	5,2	4,7	4,2	3,5	3,5	3,5	4,1
Алхай	3,5	3,9	4,0	4,1	4,5	6,1	6,0	5,6	4,9	4,0	3,6	3,6	4,5
Насирия	3,7	3,9	4,1	4,0	4,3	5,6	5,7	5,0	4,3	3,7	3,6	3,6	4,3
Аммара	3,1	3,5	3,7	3,7	4,1	5,3	5,0	4,7	4,1	3,4	3,2	3,1	3,9

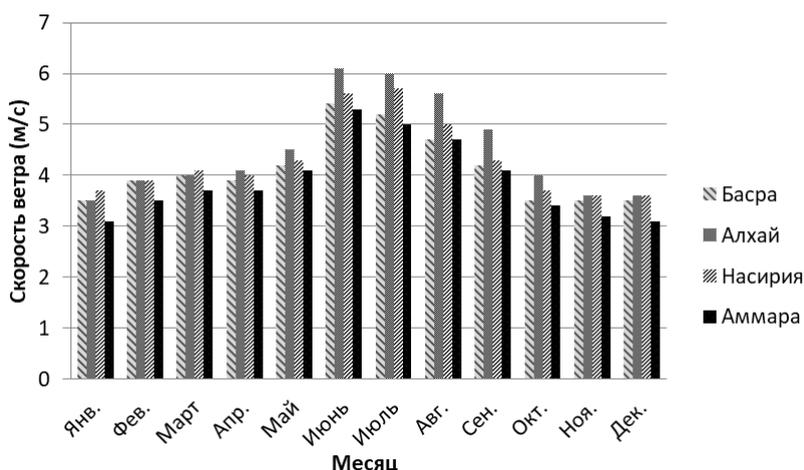


Рис. 5. Среднемесячная и годовая скорость ветра

Fig. 5. Monthly and annual average wind speed

Для определения выработки ветроэнергетической установки в точке расположения выбраны несколько установок разных фирм, которые имеют одинаковую номинальную мощность 1000 кВт и одинаковую высоту башни 70 м. Параметры некоторых ветроэнергетических установок показаны в табл. 2.

Мощность ветроэнергетической установки (ВЭУ) может быть найдена по формуле

$$P_{ВЭУ} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A_0 \cdot C_p \cdot \vartheta_p^3,$$

где $P_{ВЭУ}$ – мощность ВЭУ, кВт; ρ – плотность воздуха, кг/м³; A_0 – площадь ветроколеса, м²; $\vartheta_p = \vartheta_0$ – расчетная скорость ветра, м/с; C_p – коэффициент использования энергии ветра, принимается 0,32.

Для скорости ветра от $v_0 = 3$ м/с до v_n строим диаграмму зависимости выходной мощности разных ВЭУ от скорости ветра (рис. 6).

Кривая мощности и распределение энергии для различных видов ВЭУ показаны на рис. 7.

Таблица 2. Технические характеристики ветроэнергетических установок

Table 2. Technical characteristics of wind turbines

№	Тип ветроэнергетической установки	Номинальная мощность, кВт	Высота оси вращения ротора, м	Диаметр ротора, м
1.	Bonus –1MW/54	1000	70	54,2
2.	A-1000/S	1000	70	54
3.	Nordex N54-70 m	1000	70	54
4.	Gev HP 62/70-70 m	1000	70	62

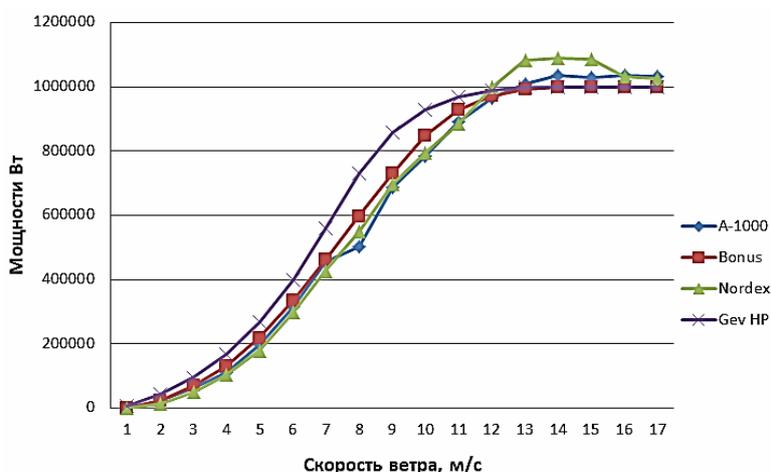


Рис. 6. Зависимость мощности ВЭУ от скорости ветра

Fig. 6. Dependence of wind turbine power on wind speed

Распределение мощности и энергии (см. рис. 6 и 7) позволяет сделать вывод о возможности использования различных ветроэнергетических установок и величине мощности, ко-

торую они могут развивать. При этом ВЭУ GEV HP 62/70 имеет самое большое значение распределения ветроэнергетического потенциала.

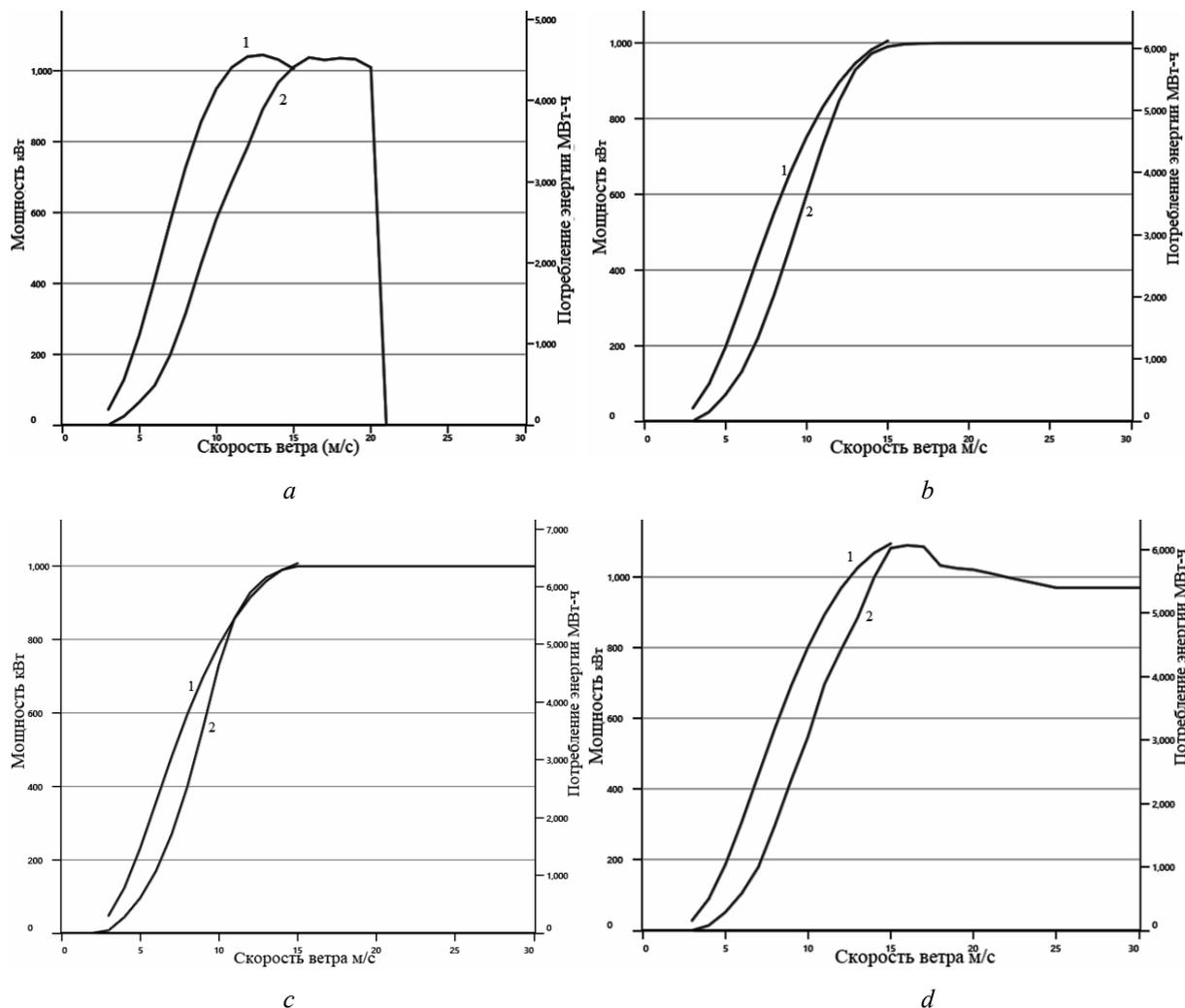


Рис. 7. Кривые мощности и распределения энергии для различных видов ВЭУ: а – ВЭУА-1000/S-70; б – ВЭУ Bonus 1MW/54; в – ВЭУ GEV HP 62/70; д – N54-70m; 1 – потребление энергии; 2 – мощность

Fig. 7. Power and energy distribution curves for various wind turbines: а – ВЭУА-1000/S-70; б – ВЭУ Bonus 1MW/54; в – ВЭУ GEV HP 62/70; д – N54-70m; 1 – Energy; 2 – Power

Заключение

Результаты данных исследований позволяют сделать следующие выводы.

Существует значительный потенциал ветроэнергетики в нескольких районах Ирака.

Все проекты ветроэнергетики могут быть реализованы и представлены потребителю в скором времени, а финансовые и технические условия помогут их реализовывать.

Среднегодовые значения скорости ветра составляли 4,5 м/с для города Алхай.

При изучении данных о скорости ветра на юге Ирака, которые были предоставлены метеорологами, выяснилось, что город Алхай, распо-

ложенный на юге Ирака, более остальных подходит для установки проектов по выработке электроэнергии от ветротурбин, скорость ветра в пределах допустимого диапазона.

Гибридная система (PV и ветер) предлагается и моделируется для разных городов Ирака как одна из будущих систем, основанная на возобновляемых ресурсах в Ираке.

Необходимо найти пути научного сотрудничества со странами мира, чтобы увидеть их опыт в использовании возобновляемых источников энергии.

При развитии возобновляемой энергетики Ирака возможно получать выгоду от использова-

ния энергии ветра и инвестировать ее в различные области, такие как производство электроэнергии и сельскохозяйственное использование, перекачка воды, опреснение, и сосредоточиться на ее применениях в развитиях регионов.

Необходимо поощрение частного сектора и тех, у кого есть капитал, для инвестиций в ветроэнергетику Ирака.

Распространение проектов по возобновляемой энергии сегодня во многом зависит от смелости и решимости лиц, принимающих решения в Ираке.

Библиографические ссылки

1. Кувшинов В. В., Морозова Н. В., Софийский И. Ю. Возможности использования энергетических установок на основе возобновляемых источников энергии. М.: Спутник+, 2017. 290 с.
2. Kuvshinov V.V., Al-Rufae F.M. [The Use of Solar Power Plants to Provide Energy Security of the Crimean Region]. *Appl. Sol. Energy*, 2019, vol. 55, no. 4, pp 252-255. doi.org/10.3103/S0003701X19040066.
3. Гурьев В. В., Кувшинов В. В., Якимович Б. А. Перспективы развития возобновляемых источников энергии на территории Крымского полуострова // Вестник ИЖГТУ имени М. Т. Калашникова. 2019. Т. 22, № 4. С. 116–123. DOI: 10.22213/2413-1172-2019-4-116-123.
4. Буяльский В. И., Шайтор Н. М., Якимович Б. А. Оптимальное управление ветроэнергетической установкой // Интеллектуальные системы в производстве. 2018. Т. 16, № 3. С. 70–77. DOI: 10.22213/2410-9304-2018-3-70-77.
5. Guryev V.V., Yakimovich B.A., Abdali L.M. [Improvement of Methods for Predicting the Generation Capacity of Solar Power Plants: the Case of the Power Systems in the Republic of Crimea and City of Sevastopol]. *Appl. Sol. Energy*, 2019, vol. 55, no. 4, pp. 242-246. doi.org/10.3103/S0003701X19040042.
6. Кузнецов П. Н., Чебоксаров В. В., Якимович Б. А. Гибридные ветро-солнечные энергетические установки // Вестник ИЖГТУ имени М. Т. Калашникова. 2020. Т. 23, № 1. С. 45–53. DOI: 10.22213/2413-1172-2020-1-45-53.
7. Kuvshinov V.V., Abdali L.M., Kakushina E.G. [Studies of the PV Array Characteristics with Changing Array Surface Irradiance]. *Appl. Sol. Energy*, 2019, vol. 55, no. 4, pp. 223-228. doi.org/10.3103/S0003701X19040054.
8. Istepanian H. [Iraq's Electricity Crisis]. *The Electricity Journal*, 2014, 27, pp. 51-60.
9. Harry H. Istepanian. Solar Energy in Iraq: From Outset to Offset, Iraq Energy Institute, 18 October 2018, 25 p.
10. International Energy Agency IEA, Iraq's Energy Sector: A Roadmap to a Brighter Future, 2019, 59 p.
11. Abdali L.M. and Issa H.A. [Hybrid power generation using solar and wind energy]. *Molodoy Uchenyy*, 2018, no. 7, pp. 19-26.
12. Wind energy- the facts: a guide to the technology, economics and future of wind power. EWEA - 2009, Retrieved 13 March 2011, p. 32.
13. Cheboxarov V.V., Yakimovich B.A., Abdali L.M. [An Offshore Wind-Power-Based Water Desalination Complex as a Response to an Emergency in Water Supply to Northern Crimea]. *Appl. Sol. Energy*, 2019, vol. 55, no. 4, pp. 260-264. doi.org/10.3103/S0003701X19040030.
14. Мохаммед Абдали Лаит, Исса Хайдер Абдулсахиб. Использование ветроэлектростанций в электроэнергетических системах // Теория и практика актуальных исследований : материалы VI Международ. науч.-практ. конф. (Краснодар, 25 марта 2014 г.). В 2 т. Краснодар, 2014. 150 с. Т. II. С. 86–89.
15. Guryev V.V., Yakimovich B.A., Al-Rufae F.M. [The Development of the Optimal Model of Energy Resources Management in Energy Systems of the Republic of Crimea and the Middle East]. *Appl. Sol. Energy*, 2019, vol. 55, no. 3, pp 189-194. doi.org/10.3103/S0003701X19030034.
16. Hussain H. Al-Kayiem, Sanan T. [Mohammad. Potential of Renewable Energy Resources with an Emphasis on Solar Power in Iraq: An Outlook]. *Resources*, 2019, 8, 42. doi: 10.3390/resources8010042.
17. Ali M. Rasham. [Analysis of Wind Speed Data and Annual Energy Potential at Three locations in Iraq]. *Int. J. of Computer Applications*, 2016, vol. 137, no. 11, pp. 5-16.
18. Vologdin S.V., Yakimovich B.A., Kuvshinov V.V. [Analysis of Various Energy Supply Scenarios of Crimea with Allowance for Operating Modes of Solar Power Planta]. *Appl. Sol. Energy*, 2019, vol. 55, no. 4, pp. 229-234. doi.org/10.3103/S0003701X1904008X.
19. Kuvshinov V.V., Kolomyichenko V.P., Kakushkina E.G. [Storage System for Solar Plants]. *Appl. Sol. Energy*, 2019, vol. 55, no. 3, pp. 153-158. doi.org/10.3103/S0003701X19030046.
20. Cheboxarov V.V., Yakimovich B.A., Lyamina N.V. [Some Results of a Study of Wave Energy Converters at Sevastopol State University]. *Appl. Sol. Energy*, 2019, vol. 55, no. 4, pp. 256-259. doi.org/10.3103/S0003701X19040029.
21. Abd Ali Layth & Kuvshinov V. Генерация электрической энергии гибридной силовой установкой // Научная инициатива иностранных студентов. 2019. С. 66–73.

References

1. Kuvshinov V.V., Morozova N.V., Sofiyskiy I.Yu. *Vozmozhnosti ispol'zovaniya energeticheskikh ustanovok na osnove vozobnovlyаемых istochnikov energii* [Possibilities of using power plants based on renewable energy sources]. Moscow, Sputnik + Publ., 2017, 290 p. (in Russ.).
2. Kuvshinov V.V., Al-Rufae F.M. The Use of Solar Power Plants to Provide Energy Security of the Crimean Region. *Appl. Sol. Energy*, 2019, vol. 55, no. 4, pp. 252-255. doi.org/10.3103/S0003701X19040066.

3. Guryev V.V., Kuvshinov V.V., Yakimovich B.A. [Prospects for the Development of Renewable Energy in the Crimean Peninsula]. *Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova*, 2019, vol. 22, no. 4, pp. 116-123 (in Russ.). DOI: 10.22213/2413-1172-2019-4-116-123.
4. Buyalsky V.I., Shaytor N.M., Yakimovich B.A. [Optimum Control of Wind Power Installation]. *Intellectual'nyye sistemy v proizvodstve*, 2018, vol. 16, no. 3, pp. 70-77 (in Russ.). DOI: 10.22213/2410-9304-2018-3-70-77.
5. Guryev V.V., Yakimovich B.A., Abdali L.M. Improvement of Methods for Predicting the Generation Capacity of Solar Power Plants: the Case of the Power Systems in the Republic of Crimea and City of Sevastopol. *Appl. Sol. Energy*, 2019, vol. 55, no. 4, pp. 242-246. doi.org/10.3103/S0003701X19040042.
6. Kuznetsov P.N., Cheboxarov V.V., Yakimovich B.A. [Hybrid wind-solar power plants]. *Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova*, 2020. T. 23, № 1. С. 45–53. DOI: 10.22213/2413-1172-2020-1-45-53.
7. Kuvshinov V.V., Abdali L.M., Kakushina E.G. Studies of the PV Array Characteristics with Changing Array Surface Irradiance. *Appl. Sol. Energy*, 2019, vol. 55, no. 4, pp. 223-228. doi.org/10.3103/S0003701X19040054.
8. Istepanian H. Iraq's Electricity Crisis. *The Electricity J.*, 2014, 27, pp. 51-60.
9. Harry H. Istepanian. Solar Energy in Iraq: From Outset to Offset, Iraq Energy Institute, 18 October 2018, 25 p.
10. International Energy Agency IEA, Iraq's Energy Sector: A Roadmap to a Brighter Future, 2019, 59 p.
11. Abdali L.M. and Issa H.A. [Hybrid power generation using solar and wind energy]. *Molodoy uchenyy*, 2018, no. 7, pp. 19-26.
12. Wind energy - the facts: a guide to the technology, economics and future of wind power. EWEA - 2009, Retrieved 13 March 2011, p. 32.
13. Cheboxarov V.V., Yakimovich B.A., Abdali L.M. An Offshore Wind-Power-Based Water Desalination Complex as a Response to an Emergency in Water Supply to Northern Crimea. *Appl. Sol. Energy*, 2019, vol. 55, no. 4, pp. 260-264. doi.org/10.3103/S0003701X19040030.
14. Mohammed Abdali Laith, Issa Khayder Abdul Sakhil. *Ispol'zovanie vetroelektrostantsii v elektroenergeticheskikh sistemakh* [The use of wind farms in power systems]. *Materialy VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. "Teoriya i praktika aktual'nykh issledovaniy"* (Krasnodar, 25 marta 2014 g.) [Proc. of the VI Intern. scientific-practical conf. "Theory and practice of relevant research" (Krasnodar, March 25, 2014)], pp. 86-89 (in Russ.).
15. Guryev V.V., Yakimovich B.A., Al-Rufae F.M. The Development of the Optimal Model of Energy Resources Management in Energy Systems of the Republic of Crimea and the Middle East. *Appl. Sol. Energy*, 2019, vol. 55, no. 3, pp 189-194. doi.org/10.3103/S0003701X19030034.
16. Hussain H. Al-Kayiem, Sanan T. Mohammad. Potential of Renewable Energy Resources with an Emphasis on Solar Power in Iraq: An Outlook. *Resources*, 2019, 8, 42. doi: 10.3390/resources8010042.
17. Ali M. Rasham. Analysis of Wind Speed Data and Annual Energy Potential at Three locations in Iraq. *Int. J. of Computer Applications*, 2016, vol. 137, no. 11, pp. 5-16.
18. Vologdin S.V., Yakimovich B.A., Kuvshinov V.V. Analysis of Various Energy Supply Scenarios of Crimea with Allowance for Operating Modes of Solar Power Planta. *Appl. Sol. Energy*, 2019, vol. 55, no. 4, pp. 229-234. doi.org/10.3103/S0003701X1904008X.
19. Kuvshinov V.V., Kolomiychenko V.P., Kakushkina E.G. Storage System for Solar Plants. *Appl. Sol. Energy*, 2019, vol. 55, no. 3, pp. 153-158. doi.org/10.3103/S0003701X19030046.
20. Cheboxarov V.V., Yakimovich B.A., Lyamina N.V. Some Results of a Study of Wave Energy Converters at Sevastopol State University. *Appl. Sol. Energy*, 2019, vol. 55, no. 4, pp. 256-259. doi.org/10.3103/S0003701X19040029.
21. Abdali Layth & Kuvshinov V. [Hybrid Power Generation Electric Power Generation]. *Nauchnaya initsiativa inostrannykh studentov*, 2019, pp. 66-73 (in Russ.).

Assessment of the Potential of Wind Energy Resources in Southern Iraq

F.M. Al-Rufae, Post-graduate, Institute of Nuclear Energy and Industry of Sevastopol State University, Sevastopol, Russia

L.M. Abdali, Post-graduate, Institute of Nuclear Energy and Industry of Sevastopol State University, Sevastopol, Russia

V.V. Kuvshinov, PhD in Engineering, Institute of Nuclear Energy and Industry of Sevastopol State University, Sevastopol, Russia

B.A. Yakimovich, DSc in Engineering, Professor, Institute of Nuclear Energy and Industry of Sevastopol State University, Sevastopol, Russia

Data on wind speed in various regions of Iraq are studied. The data show that the city of Alhay, located in southern Iraq, where the average wind speeds were recorded in years, is ideal for creating a design wind farm due to the fact that the wind speed is acceptable there. The power and energy that can be obtained from a wind power installation have also been developed and calculated.

In order to increase the share of renewable alternative energy in the global energy complex and reduce the consumption of traditional fuel energy resources, it is necessary to study the potential of renewable energy in developing

countries. These states are highly dependent on imports of power plants and technologies. As a result, they are not sufficiently developing their energy complex through the use of alternative energy. This is also due to insufficient forecasting and assessment of the potential of renewable energy resources on its territory. Renewable energy will need to play a large role in reducing emissions using alternative electricity sources such as wind power.

The results showed that the proposed wind energy system is a good choice and can be implemented in Alhay to provide enough electricity for the cities of Iraq.

Keywords: wind turbine, wind energy, renewable energy, electricity, wind speed.

Получено 16.04.2020

Образец цитирования

Оценка потенциала ветроэнергетических ресурсов на юге Ирака / Ф. М. Аль-Руфай, Л. М. Абдали, В. В. Кувшинов, Б. А. Якимович // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2020. Т. 23, № 3. С. 105–113. DOI: 10.22213/2413-1172-2020-3-105-113.

For Citation

Al-Rufai F.M., Abdali L.M., Kuvshinov V.V., Yakimovich B.A. [Assessment of the Potential of Wind Energy Resources in Southern Iraq]. *Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova*, 2020, vol. 23, no. 3, pp. 105-113 (in Russ.). DOI: 10.22213/2413-1172-2020-3-105-113.