УДК 620.92 **МРНТИ 37.21.33**

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ОСНАЩЕНИЯ ВОЙСКОВЫХ ЧАСТЕЙ И ОТДАЛЕННЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Е.К. Адильбеков[1]* доктор PhD**, Г.К. Тугельбаева[2]** кандидат физико-математических наук

[1]Национальный университет обороны имени Первого Президента РК – Елбасы, г. Астана, Республика Казахстан, E-mail: erkin-ak@mail.ru
[2]Военный институт Сухопутных войск МО РК, г. Алматы, Республика Казахстан E-mail: Gk0430@mail.ru

Энергия, которая получается от природы: от ветра, солнца, воды и т.д., является на сегодня самым дешевым видом ресурса и экологически чистым. Как показывает карта ветров, ветровой потенциал Казахстана дает направление продвигать использование возобновляемых источников энергии в качестве важного средства для решения проблем дефицита электроэнергии. Научная статья написана в рамках выполнения научного проекта грантового финансирования на 2022...2024 годы ИРН № AP148039/0222 «Научно-техническое обоснование параметров и разработка ветроэнергетической установки для электроэнергетического обеспечения объектов Вооруженных Сил, других войск и воинских формирований Республики Казахстан» (исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан). Статья посвящена изучению и использованию ветроустановок с различными параметрами в зависимости от климатических условий, таких как скорости ветра, плотности воздуха, давления воздуха, температуры воздуха и т.д. Полученный результат исследований найдет широкое применение в проектировании и производстве ветроустановок в отдаленных населенных пунктах и воинских частях.

Ключевые слова: электроэнергия, ветроэнергетика, скорость ветра, направления ветер, возобновляемая источник энергии.

Принято: 25.04.2023
DOI: 10.54668/2789-6323-2023-109-2-17-22

Сегодня в мире с бурным развитием научно-технического прогресса главной проблемой является дефицит энергии. Казахстан, который занимает по площади 9 место в мире и имеет население около 19 миллионов человек, тоже как другие развитые страны чувствует недостаточное количество электроэнергии. В Казахстане, который имеет обширную территорию, где населенные пункты разбросаны на большие расстояния друг от друга обеспечение электроэнергией классическим способом требует больших финансовых вложений. Аналогичная проблема существует в обеспечении электроэнергией военных объектов. Большинство воинских частей находятся вдали от населенных пунктов и городов и также нуждаются в электроэнергии. Поэтому доставка электроэнергии в отдалённые поселения, в том числе воинские части, проблематично.

В связи с этим, для покрытия дефицита электроэнергии возникает необходимость искать новые пути решение данной проблемы. Хорошим примером решения данной проблемы послужило проведение Международной специализированной выставки ЭКСПО в Астане в 2017 году, где демонстрировались мировые достижения зелёной энергетики развитых стран (Бердибеков А.Т. и др., 2020). ЭКСПО-2017 стала фундаментом для обмена мировыми достижениями в сфере альтернативных источников энергии, которые в последние годы стремительно развиваются.

Данное исследование направлено на нахождение эффективных способов обеспечения электроэнергией отдаленных населенных пунктов и воинских частей. В настоящее время существует различные способы обеспечения электроэнергией. Например, классические, ветровые, солнечные и автономные электростанции. Задача данного исследования заключается в разработке математической модели, которая обеспечивает выбор оптимального варианта для обеспечения электроэнергией в полном объеме отдаленных военных объектов с минимальными затратами.

Для исследования обеспечение электроэнергией отдельных пунктов и воинских частей рассмотрим ветроустановки.

Для определения потенциала ветра необходимо изучить следующие факторы: скорость, направление, порывистость, продолжительность, повторяемость, удельная мощность, плотность, атмосферное давление, влажность, температура.

Территория Казахстана простирается от Алтая до Урала. Более 70% Казахстана занимают степи и пустыни, где много солнца и ветра. Здесь наблюдаются достаточно сильные воздушные течения. Средняя скорость ветра достигает 4÷5 м/с и это наблюдается на 50% территории Казахстана (Калимбетов Г.П., Атагельдиева Л.Ж, 2016). В связи с этим возникает необходимость изучения потенциала ветра в регионах Казахстана для оптимального его использования.

Рассмотрим два региона Казахстана: Учарал в Жетысуской области и Прикаспий в Мангистауской области для сравнения энергоэффективности их ветра использование. Сходством данных регионов является наличие водяных бассейнов, где плотность, влажность, давление воздуха и другие параметры, влияющие на скорость и направление ветра сходны. Кроме того, данные местности являются приграничными зонами, где располагаются воинские части и другие военные объекты.

В Учарале, где средняя скорость ветра от 3 до 4,2 м/с расположена войсковая часть 40398, а в Актау дислоцирована бригада морской пехоты в/ч 25744 и скорость ветра достигает 6,5 м/с (Кожахметов С.К., 2017).

Одним из главных показателей эффективности использования ветроустановки является мощность вырабатываемой электроэнергии. Она зависит: от скорости ветра, плотности воздуха, площади ометания ветроколеса.

Для расчета мощности вырабатываемой электроэнергии ветроустановкой используем следующую формулу (Кожахметов С.К., 2017):

$$P = (\rho S \upsilon^3)/2 \quad (1)$$

где υ_0 - скорость ветра до ветроколеса; ρ - массовая плотность воздуха; υ - скорость ветра; S - ометаемая площадь ветроколесом. Для определения площади ветроколеса используем формулу (Аубакиров Р.Д. и др., 2016):

$$S = \pi D^2/4 \quad (2)$$

где D - диаметр ротора.

Для расчета мощности ветроустановки используются следующие данные: ρ=0,125 кг/м³, t=15º С, D=106 см, Р =760мм. рт.ст.=101325 Па (Адильбеков Е.К., 2021).

Расчет мощности, вырабатываемой электроэнергии ветроустановкой в Форт-Шевченко (Прикаспие) в зависимости от направления ветра показано в таблице 1.

Таблица 1

Параметры	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Скорость ветра $\upsilon, м/с$	5,4	7,8	6,0	8,5	4,1	6,4	6,5	7,9
Мощности ветроустановки $P, Вт/час$	7,9	24	10,8	30,7	3,4	13	14	25

Как видно из таблицы 1 максимальная мощность ветроустановки равна 30,7 Вт/час и наблюдается при юго-восточном направлении ветра со скоростью равной 8,5 м/с. Минимальная мощность ветроустановки равна 3,4 Вт/час при южном направлении ветра со скоростью равной 4,1 м/с. Зависимость мощности ветроустановки от скорости ветра определим с помощью корреляционно-регессионного анализа уравнения регрессии и изобразим ее графически (рис.1):

$$N = 5{,}7\,\vartheta - 19{,}9 \qquad (3)$$

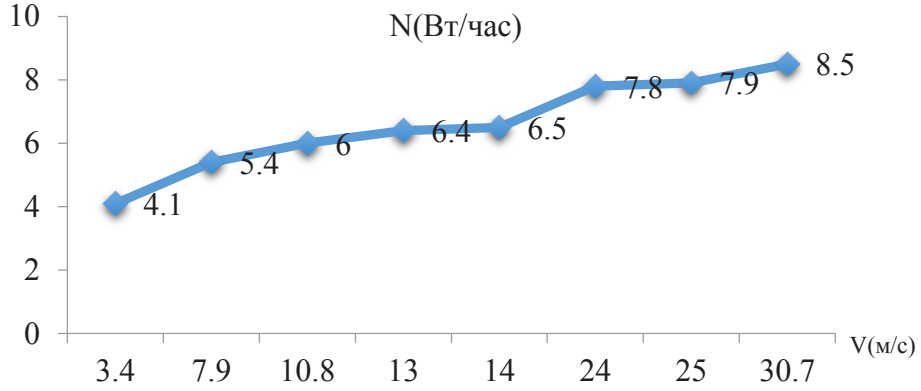

Рис. 1. *Зависимость мощности электроэнергии от скорости ветра в Прикаспии.*

Размах мощности ветроустановки в зависимости от направления ветра составляет 5,1 Вт/час, то есть самыми оптимальными направлениями ветра являются северо-восток, юго-восток и северо-запад. Расчет мощности, вырабатываемой электроэнергии ветроустановкой в Учарале Жетысуской области в зависимости от направления ветра указаны в таблице 2.

Таблица 2

Параметры	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Скорость ветра, $\upsilon, м/с$	2,4	2,8	4,2	3,0	2,9	4,2	4,2	3,3
Мощности ветроустановки $P, Вт/час$	0,7	1.1	3,7	1,4	1,2	3,7	3,7	1,8

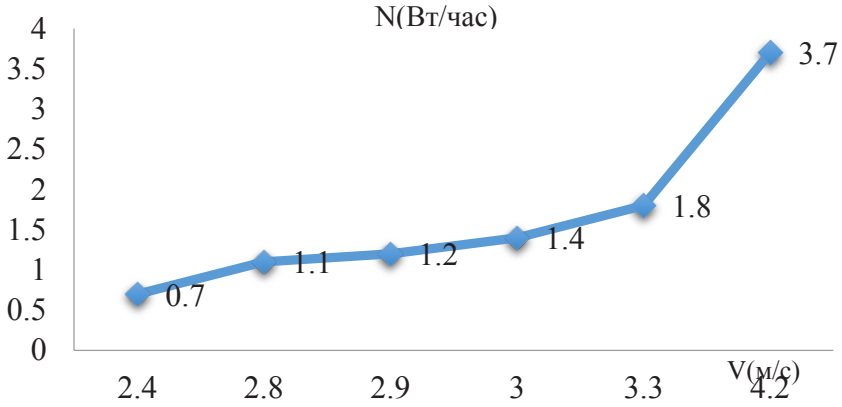

Рис. 2. *Зависимости мощности электроэнергии от скорости ветра в Учарале.*

Из таблицы 2 можно сделать вывод, что вырабатываемая ветроустановкой мощность электроэнергии имеет максимальное значение 3,7 Вт/час, а минимальное 0,7 Вт/ час, что составляет размах 3,0 Вт/час. Уравнение регрессии описывающее зависимость мощности от скорости ветра для Учарала имеет следующий вид:

$$N = 1{,}6\ \vartheta - 3{,}3 \quad (4)$$

Зависимость мощности ветроустановки от скорости ветра для Учарала изобразим графически (рис.2).

Следует отметить, что ветер в Учарале в направлениях восток, юго-запад и запад имеют примерно одинаковые скорости равные 4,2 м/с. Поэтому ветроустановку можно установить в этих направлениях, так как в других направлениях вырабатываемая мощность имеет минимальное значение, которое не превышает 1,1 Вт/час.

Таким образом, результаты исследований показывают, что средняя вырабатываемая мощность ветроустановкой в Учарале Жетысуской области намного меньше, чем средняя вырабатываемая мощность в Прикаспии Мангистауский области. В связи с этим в войсковой части 40398, использование ветроэлектроэнергии не эффективно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бердибеков А.Т., Искаков С.Т., Адильбеков Е.К.* Условия и факторы, влияющие на использование энергии ветра и работоспособность ветрогенераторов // Сборник междунар. науч.-практ. конф. Академии ПС КНБ.– Алматы, 2020. – С. 52-56.
2. *Калимбетов Г.П., Атагельдиева Л.Ж.* Актуальность развития использования альтернативных источников энергии Казахстана // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2016. - № 8-4. - С. 588-592.
3. *Кожахметов С.К., Беликов К.Л., Кэмал Ж.* Использование альтернативного вида топлива в армии – надежный гарант обеспечения военной безопасности государства // Сборник междунар. науч.-практ. конф. НУО - Астана, 2017. – С. 180-185.
4. *Аубакиров Р.Д., Вирайло А.О., Гаврилович Е.В.* Пример расчета параметров ветроэнергетической установки для потребителей малой мощности // Молодой ученый. – 2016. - №28. – С. 4-6.
5. *Адильбеков Е.К.* Обоснование параметров и разработка энергетической установки с использованием альтернативных источников энергии для Вооруженных Сил Республики Казахстан: дис. … доктора философии (PhD): 8D12103/НУО им. Первого Президента РК - Елбасы. – Астана, 2021. – 149 с.

REFERENCES

1. *Berdibekov A.T., Iskakov S.T., Adil'bekov Ye.K.* Usloviya i faktory, vliyayushchiye na ispol'zovaniye energii vetra i rabotosposobnost' vetrogeneratorov // Sbornik mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Akademii PS KNB.– Almaty, 2020. – p. 52-56.
2. *Kalimbetov G.P., Atagel'diyeva L.ZH.* Aktual'nost' razvitiya ispol'zovaniya al'ternativnykh istochnikov energii Kazakhstana // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. - 2016. - № 8-4. - p. 588-592.
3. *Kozhakhmetov S.K., Belikov K.L., Kemal Zh.* Ispol'zovaniye al'ternativnogo vida topliva v armii – nadezhnyy garant obespecheniya voyennoy bezopasnosti gosudarstva // Sbornik mezhdunar. nauch.-prakt. konf. NUO - Astana, 2017. – p. 180-185.
4. *Aubakirov R.D., Viraylo A.O., Gavrilovich Ye.V.* Primer rascheta parametrov vetroenergeticheskoy ustanovki dlya potrebiteley maloy moshchnosti // Molodoy uchenyy. – 2016. - №28. – p.4-6.
5. *Adil'bekov Ye.K.* Obosnovaniye parametrov i razrabotka energeticheskoy ustanovki s ispol'zovaniyem al'ternativnykh istochnikov energii dlya Vooruzhennykh Sil Respubliki Kazakhstan: dis. doktora filosofii (RhD): 8D12103/NUO im. Pervogo Prezidenta RK - Yelbasy. – Astana, 2021. – 149 p.

ӘСКЕРІ БӨЛІМДЕРДІ ЖӘНЕ ҚАШЫҚТАҒЫ ЕЛДІ МЕКЕНДЕРДІ ЖАБДЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН БАЛАМАЛЫ ЭНЕРГИЯНЫ ТИІМДІ ПАЙДАЛАНУ

Е.К.Әділбеков[1]* PhD докторы, **Г.К. Түгелбаева[2]** физика және математика ғылымдарының кандидаты

[1]ҚР Тұңғыш Президент - Елбасы атындағы Ұлттық қорғаныс университеті, Астана, Қазақстан Республикасы
E-mail: erkin-ak@mail.ru
[2]ҚРҚМ Құрлық әскерлері Әскери институты, Алматы, ҚазақстанРеспубликасы
E-mail: Gk0430@mail.ru

Табиғаттан алынатын энергия: желден, күннен, судан және т.б. ресурстардың ең арзан түрі және экологиялық таза. Жел картасынан көрініп тұрғандай, Қазақстанның жел әлеуеті электр энергиясының тапшылығы мәселелерін шешудің маңызды құралы ретінде жаңартылатын энергия көздерін пайдалануды ынталандыруға бағыт береді. Ғылыми мақала ЖТН № AP148039/0222 «Қазақстан Республикасы Қарулы Күштерінің, басқа да әскерлері мен әскери құралымдарының объектілерін электр энергетикасымен қамтамасыз ету үшін параметрлердің ғылыми-техникалық негіздемесі және жел энергетикалық қондырғысын әзірлеу» 2022...2024 жылдарға арналған гранттық қаржыландыру ғылыми жобасын орындау шеңберінде жарияланды (зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырады). Мақала климаттық жағдайларға байланысты әртүрлі параметрлері бар жел қондырғыларын зерттеуге және пайдалануға арналған, мысалы, жел жылдамдығы, ауа тығыздығы, ауа қысымы, ауа температурасы және т.б. Зерттеу нәтижесі шалғайдағы елді мекендер мен әскери бөлімшелерде жел қондырғыларын жобалау мен өндіруде кеңінен қолданылады.

Түйін сөздер: электр энергиясы, жел энергетикасы, жел жылдамдығы, жел бағыттары, жаңартылатын энергия көзі.

EFFICIENT USE OF ALTERNATIVE ENERGY TO EQUIP MILITARY UNITS AND REMOTE SETTLEMENTS

Ye. Adilbekov[1]* PhD, **G. Tugelbaeva[2]** candidate of physical and mathematical sciences

[1]National Defense University named after the First President of the Republic of Kazakhstan – Elbasy, Astana city, Republic of Kazakhstan
E-mail: erkin-ak@mail.ru
[2]Institute of the Land Forces of the Ministry of Defense of the Republic of Kazakhstan, Almaty city, Republic of Kazakhstan
E-mail: Gk0430@mail.ru

The energy that is obtained from nature: from wind, sun, water, etc., is by far the cheapest type of resource and environmentally friendly. As the wind map shows, Kazakhstan's wind potential provides a direction to promote the use of renewable energy sources as an important means to solve the problems of electricity shortage. The scientific article was published as part of the implementation of the scientific project of grant funding for 2022...2024 IRN № AP148039/0222 «Scientific and technical substantiation of the parameters and development of a wind power plant for the electric power supply of the objects of the Armed Forces, other troops and military formations of the Republic of Kazakhstan» (the study is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan). The article is devoted to the study and use of wind turbines with different parameters depending on climatic conditions, such as wind speed, air density, air pressure, air temperature, etc. The result of the research will be widely

used in the design and manufacture of wind turbines in remote settlements and military units.

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