

УДК 551.582

Е.К. Адильбеков¹

РЕЖИМ ВЕТРА И ОЦЕНКА ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА НА ТЕРРИТОРИИ УЧЕБНОГО ЦЕНТРА ВОЕННОГО ИНСТИТУТА СУХОПУТНЫХ ВОЙСК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Ключевые слова: метеостанция, ветрогенераторы, ветроэнергетика, удельная мощность, скорость, направление, повторяемость, режим ветра, штиль.

В статье рассматривается климатический режим ветра и ветроэнергетический потенциал на территории учебного центра Военного института Сухопутных войск Республики Казахстан. Проведен анализ средней скорости и направления ветра, их повторяемости, а также удельная мощность ветрового потока в исследуемом районе.

Основным результатом исследования стало то, что для эффективного развития ветроэнергетики на исследуемой территории Республики Казахстан, где преобладают слабые ветра, пригодно использовать мобильные, передвижные ветроустановки малой и средней мощности, что вполне достаточно, для обеспечения энергопитанием практических занятий.

По своему географическому положению Казахстан находится в ветровом поясе северного полушария и на значительной территории наблюдаются достаточно сильные воздушные течения, преимущественно северного, северо-восточного и юго-западного направлений. Почти на 50% территории Казахстана среднегодовая скорость ветра достигает 4...5 м/с метров, что, учитывая размеры страны, т.е. более 2,72 млн.кв.км, предопределяет наличие огромного ветроэнергетического потенциала. В ряде районах

¹ Национальный университет обороны имени Первого Президента Республики Казахстан – Елбасы, г. Нур-Султан, Казахстан

Казахстана среднегодовая скорость ветра достигает 6 м/с и выше, что делает эти районы перспективными для использования энергии ветра[2].

По данным международного журнала прикладных и фундаментальных исследований, скорость континентального ветра в нашей стране находится в диапазоне 2..7 м/сек [6]. Стоит отметить большие потенциальные запасы мощности ветра, которые имеются в районе Джунгарских ворот и в Чиликском коридоре Алматинской области, где средняя скорость ветров имеет пределы от 5 до 9 м/сек. Кроме того, районы со скоростями ветра 6 м/с и выше, расположены в центральной части Казахстана, в Прикаспии, а также в ряде мест на юге, юго-востоке и юго-западе Казахстана[1].

Рассмотрение вопросов использования альтернативных источников энергии (АИЭ) в Вооруженных силах (ВС) направлено на реализацию Стратегического плана развития РК до 2020 г., в котором отмечено: «Учитывая необходимость решения экологических проблем, одним из приоритетных направлений развития электроэнергетики использование возобновляемых энергетических ресурсов (гидроэнергия, ветровая и солнечная энергия), используемый потенциал которых в Казахстане весьма значителен» [10].

В ходе развития ВС особое внимание уделялось их оснащению новыми и современными образцами вооружения и военной техники. На сегодняшний день в ВС имеется большой парк военной техники, новых автоматизированных систем управления боем, средств связи, экипировки и т.д. требующие огромного и бесперебойного потребления электроэнергии. Исследования, направленные на изучение опыта ведущих стран мира, показывают, что имеются все основания для развития в Казахстане на базе ВС АИЭ [7].

В этой связи, объектом для оценки ветроэнергетического потенциала выбрана территория учебного центра Военного института Сухопутных войск, который расположен в пустынно-степной местности в 20 км северо-восточнее населенного пункта Н.Тлендиева Илийского района Алматинской области, с использованием данных метеорологических станции (МС) Айдарлы, МС Капшагай и МС Аксенгир с высотой над уровнем моря 498, 496 и 643 метров соответственно. Характеристики ветрового режима, указанных районов, получены из справочника по климату Казахстана, который содержит результаты климатологической обработки материалов многолетних наблюдений, проводимых на МС [9].

Средняя многолетняя годовая скорость ветра в населенном пункте Айдарлы составляет 2,8 м/с, в г. Капшагай – 2,4 м/с, в п. Аксенгир – 1,8 м/с. (табл. 1).

Таблица 1

Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с)

Метео-станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Айдарлы	2,9	2,8	2,7	3,2	3,1	3,1	2,9	2,5	2,5	2,7	2,8	2,8	2,8
Капшагай	2,0	2,1	2,6	2,8	2,6	2,5	2,4	2,3	2,3	2,4	2,4	2,2	2,4
Аксенгир	1,5	1,6	1,7	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,6	1,5	1,8

В табл. 2 приведена повторяемость направлений ветра и штиля на МС Айдарлы, Капшагай и Аксенгир. Повторяемость штилей в среднем за год больше в населенном пункте Айдарлы – около 19%, ветреная погода чаще наблюдается в г.Капшагай, где повторяемость штилей составляет 16%. В этом районе определенную долю имеют бризовые ветра. Бризовая циркуляция особенно четко выражается там, где водная поверхность граничит с песчаными массивами. Населенный пункт Аксенгир характеризуется постоянным слабым ветром, а повторяемость штилей в среднем составляет 14% [1].

Повторяемость направления ветра в каждом исследуемом районе за счет рельефа местности различна, так в МС Айдарлы в основном преобладает южные и юго-восточные ветра, в г.Капшагай наряду с восточными – западные и северо-западные ветра, а населенный пункт Аксенгир характеризуется вовсе южными ветрами. Отсюда следует, что в исследуемом районе предпочтительно использовать ветрогенераторы с вертикальной осью вращения, где принцип работы несильно зависит от направления ветра.

Для ветроэнергетики особый интерес представляет распределение скоростей ветра по градациям скорости. Можно приближенно оценить эффективность средних годовых скоростей ветра для ветроэнергетических установок [4, 5]: при менее 3,0 м/с – бесперспективные; 3,0...3,5 м/с – малоперспективные; 3,5–4,0 м/с – перспективные для маломощных установок; более 4,0 м/с – перспективные. Однако для ветрогенераторов малой мощности (менее 100 кВт), с более чувствительными элементами, нижний порог скорости ветра можно снизить до 2 м/с.

Таблица 2

Повторяемость направлений ветра (%)

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Айдарлы									
I	4	6	16	25	17	10	14	8	26
IV	8	13	15	13	13	12	16	10	14
VII	11	11	11	10	16	14	15	12	14
X	6	8	13	16	19	13	16	9	19
Год	7	10	15	17	15	11	15	10	19
Капшагай									
I	8	10	16	8	4	5	18	31	22
IV	9	11	18	4	3	7	17	31	13
VII	9	10	26	8	7	6	14	20	16
X	7	8	19	7	4	5	18	32	16
Год	8	9	19	7	4	6	16	31	16
Аксенгир									
I	10	7	8	5	47	14	5	4	19
IV	16	12	14	6	29	8	9	6	11
VII	11	10	11	8	38	8	8	6	11
X	12	11	14	6	37	9	6	5	12
Год	13	10	11	6	37	10	7	6	14

Всем известно, что современные лопастные ветрогенераторы при небольших ветрах малоэффективны. В то же время есть необходимость получения свободной энергии на малых и средних скоростях ветра – от 2 до 5 м/с. К примеру, для выработки электричества в тех местах, где нет сильных ветров, разработан ветрогенератор Оникко для слабого ветра, получивший свое название по фамилии изобретателя и руководителя группы украинских инженеров, которые создали совершенно новый тип ротора (рис. 1). Генератор Оникко работает на скорости ветра от 1 до 20 м/с [11].

В России, в регионах с небольшими скоростями ветра, применяются такие ветроэнергетические установки, как FD2.7-500 и FD3.0-1000 (рис.2). Работа ветроустановки FD3.0-1000 начинается уже при скоростях ветра 2 м/с, соответственно обеспечивает выработку энергии при низких скоростях ветра. Это является идеальным решением для мобильных потребителей энергии, в местах с небольшими скоростями ветра [3].



Рис. 1. Генератор Оникко [11]



Рис. 2. Ветроэлектрическая станция FD3.0-1000 [3]

Также перспективным, для районов со слабыми скоростями ветров, является использование солнечно-ветровых энергоустановок с накопителями, осуществляющих аккумуляцию энергии.

В табл. 3 приведена повторяемость среднемесячных скоростей ветра по двум градациям, менее и более 2 м/с.

Таблица 3

Повторяемость скорости ветра по градациям (%)

Градация, м/с	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
МС Айдарлы													
0...1,9	45	43	41	31	31	24	32	38	39	39	42	44	38
≥ 2,0	56	57	59	69	69	76	68	62	61	61	59	56	62
МС Капшагай													
0...1,9	54	51	39	37	40	39	43	42	44	47	45	49	44
≥ 2,0	46	49	61	63	60	61	58	59	56	53	55	52	56
МС Аксенгир													
0...1,9	58	55	54	45	46	45	48	49	49	49	58	61	51
≥ 2,0	42	45	46	55	55	55	54	51	52	51	42	39	49

Повторяемость штилей и слабых ветров (0...1,9 м/с) в среднем за год на МС Айдарлы составляет около 38 %, а в городе Капшагай – 44 %, Аксенгир – 51 %. Повторяемость благоприятных условий для работы малых ветроэнергетических установок (скорость ветра ≥ 2,0 м/с) в среднем за год

составляет на МС Айдарлы и Капшагай около 60 %, а на МС Аксенгир – 49 %. Соответственно можно считать, что исследуемый нами район учебного центра Военного института Сухопутных войск является относительно благоприятным для использования энергии ветра. Наиболее благоприятным является теплый период года. При этом рекомендуется использовать малые ветроэнергетические установки, например FD3.0-1000.

Среднюю удельную мощность ветрового потока приблизительно можно рассчитать по формуле [8]:

$$N_{cp} = 1,16 * V^3 , \quad (1)$$

где, N_{cp} - ветроэнергетический потенциал, Вт/м²·с; V - средняя скорость ветра, м/с.

Согласно приведенным выше данным, наибольший ветроэнергетический потенциал имеется в районе населенного пункта Айдарлы, где среднегодовая скорость ветра составляет 2,8 м/с.

Расчеты показали, что в районе населенного пункта Айдарлы удельная мощность ветрового потока на высоте 10 метров в среднем за год составляет 25 Вт/м²·с, максимума достигает в апреле (38 Вт/м²·с), а минимума – в августе и сентябре (18 Вт/м²·с). Удельная мощность ветрового потока в среднем за год в районе города Капшагай составляет 16 Вт/м²·с, а в районе п. Аксенгир – 7 Вт/м²·с (табл. 4).

В районе населенного пункта Айдарлы в среднем за год значение ветроэнергетического потенциала на 1 м² рабочей поверхности составляет 9,01 МВт/м²·сут, а в сумме за год – 778 МВт/м²·год. Ветроэнергетический потенциал на высоте 10 метров за год составляет в районе г. Капшагай – 498 МВт/м²·год, а в районе Аксенгир – 218 МВт/м²·год.

Таблица 4

Удельная мощность ветрового потока на высоте 10 м (Вт/м²·с)

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Айдарлы	28	25	23	38	35	35	28	18	18	23	25	25	25
Капшагай	9	11	20	25	20	18	16	14	14	16	16	12	16
Аксенгир	4	5	6	11	9	8	8	7	7	7	5	4	7

Наибольший ветроэнергетический потенциал наблюдается в теплый период года, особенно летом (табл. 5). Для более эффективного использования ветровой энергии, ветровые установки устанавливаются на больших высотах, нежели флюгарка ветроизмерительного прибора (10 м).

Большие высоты обладают еще большим ветроэнергетическим потенциалом, так как скорость ветра с высотой увеличивается. Например, скорость ветра на высоте 30 м выше в 1,7 раза, на высоте 100 м – 2,4 раза, чем на высоте 10 м.

Таблица 5

Ветроэнергетический потенциал
на высоте 10 м. за месяц и за год (МВт/м²)

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Айдарлы	73	65	60	98	91	91	73	47	47	60	65	65	778
Капшагай	23	29	52	65	52	47	41	36	36	41	41	31	498
Аксенгир	10	13	16	29	23	21	21	18	18	18	13	10	218

Для практических целей большой интерес представляют максимальные скорости ветра, так как при очень больших скоростях ветра ветряные установки необходимо отключать, с целью предотвращения их разрушения. В зависимости от конструкции они имеют различные пределы рабочего диапазона. Как видно из табл. 6, максимальная скорость ветра больше в районах населенного пункта Айдарлы и г. Капшагай, где месячные максимальные скорости ветра составляют 18...28 м/с, а порывы ветра в Айдарлы доходят до 45 м/с. На метеостанции Аксенгир максимальная скорость ветра доходит до 17 м/с, а порывы ветра – до 30 м/с.

Таблица 6

Максимальная скорость и порывы ветра (м/с)

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ай-дарлы	20 (32)	18 (28)	18 (34)	24 (40)	24 (28)	24 (40)	20 (34)	18 (34)	25 (45)	28 (34)	24 (30)	20 (28)	28 (45)
Капшагай	26 (34)	18 (31)	21 (30)	18 (36)	24 (39)	28 (34)	18 (36)	18 (25)	20 (32)	24 (28)	24 (29)	24 (40)	28 (40)
Аксенгир	17 (23)	17 (20)	17 (20)	17 (22)	17 (24)	15 (26)	14 (26)	10 (20)	12 (30)	12 (20)	15 (21)	17 (20)	17 (30)

В результате проведенного исследования можно сделать выводы, что исследуемая территория не очень пригодна для эффективного развития ветроэнергетики. Однако, здесь можно использовать мобильные, передвижные ветроустановки малой и средней мощности, что вполне достаточно, для автономного обеспечения энергопитанием практических занятий на полигоне учебного центра Военного института Сухопутных войск Республики

Казахстан, где годовой ветроэнергетический потенциал на высоте 10 м составляет 600-700МВт/м²-год. Повышая высоту расположения приемной части ветроустановки, можно добиваться увеличения ветроэнергетического потенциала. Для получения более подробных результатов следует провести наблюдение ветрового режима на территории самого учебного центра Военного института Сухопутных войск.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акиянова Ф.Ж., Будникова Т.И., Байшоланов С.С., Карынбаев А.К., Абитбаева А.Д., Егембердиева К.Б., Темирбаева Р.К. Функциональное зонирование: Рекомендации по режиму использования функциональных зон // Атлас функционального зонирования Балхашского района Алматинской области. – Астана, 2016. – 64 с.
2. Бутырина Е. Рынки: Часть III. Перспективы использования ВИЭ [Электрон. ресурс]. – 2019. – URL: <http://panoramakz.com> (дата обращения 21.06.2019).
3. Ветрогенератор FD3.0-1000 Вт [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: <http://bizorg.su/vetrogenerator-y-r/p2353324-vetrogenerator-fd3-01000-vt> (дата обращения 21.06.2019).
4. Дробышев А.Д., Пермяков Ю.В. Ветровая энергия и ее возможный вклад в ресурсосбережение и экологию Прикамья: Учебное пособие. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1997. – 112 с.
5. Журавлев Г.Г., Задде Г.О. Оценка ветроэнергетического потенциала Кемеровской области // Вестн. ТГУ.– 2013. – № 376. – С. 175-181.
6. 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.
7. Кожаметов С., Беликов К., Жаксылык К. Как в разных странах используют альтернативные источники энергии для нужд армии? [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: https://www.sarbaz.kz/ru/analytics/kak-v-raznyh-stranah-ispolzuyut-alternativnye-istochniki-energii-dlya-nugd-armii-172462256/?sphrase_id=866820 (дата обращения 21.06.2019).
8. Севастьянова Л.М., Николайченко Ю.Н. Потенциальные ветро- и геотермические ресурсы в Алтайском крае // Вестн. ТГУ. –2012. – № 365. С. 187-193.

9. Справочник по климату Казахстана. // Многолетние данные. – Алматы: Казгидромет, 2005. – Вып.5. – С.11-250.
10. Стратегический план развития Республики Казахстан до 2020 года. Официальный сайт Президента Республики Казахстан [Электронный ресурс]. – 2019. – URL: <https://www.akorda.kz> (дата обращения 10.05.2019).
11. Уникальные чертежи ветрогенератора Онипко: принцип работы и противоречивость конструкции [Электронный ресурс]. – 2019. – URL: <https://energo.house/veter/vetrogenerator-onipko.html> <https://energo.house/veter/vetrogenerator-onipko.html> (дата обращения 21.06.2019).

Поступила 11.02.2019

Е.К. Адильбеков

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҚҰРЛЫҚ ӘСКЕРЛЕРІ ӘСКЕРИ ИНСТИТУТЫНЫҢ ОҚУ ОРТАЛЫҒЫ АУМАҒЫНДА ЖЕЛ ЭНЕРГИЯСЫ ӘЛЕУЕТТІЛІГІН АНЫҚТАУ ҚҰНДЫЛЫҒЫ МЕН ЖЕЛДІҢ СИПАТТАМАСЫ

Түйін сөздер: метеостанция, жел генераторлары, жел энергетикасы, меншікті қуаттылық, жылдамдық, бағыт, қайталанушылық, жел режимі, штиль.

Мақалада Құрлық әскерлері Әскери институтының оқу орталығында климатологиялық жел энергиясын анықтаудың әлеуеттілігі мен желдің сипаттамасы қарастырылады. Желдің бағыты мен орташа жылдамдығы, қайталануы, сонымен қатар зерттелетін аймақтың жел ағымының нақты қуаттылығы талданған.

Зерттелетін аймақта желдің ақырын соғуы тік осьті айналатын жел генераторын қолдану қажеттігін, жел генераторының жұмысы жел соғу бағытынан қатты байланысты еместігін, жүргізілген бақылаулар көрсетті.

Қазақстан Республикасының зерттелген аймағында жел энергиясын пайдалануды тиімді дамыту үшін, зерттеудің негізгі нәтижесі, практикалық сабақтарды автономды энерго қуаттандыруды қамтамасыз ету үшін толығымен жеткілікті, кіші және орташа қуатты қозғалмалы жел құрылғысы ақырын жылдамдықты желде жеткілікті болып табылады.

AdilbekovE.K.

**WIND REGIME AND EVALUATION OF WIND POWER POTENTIAL
ON THE TERRITORY OF TRAINING CENTER OF
THE MILITARY INSTITUTE OF LAND FORCES OF THE REPUBLIC
OF KAZAKHSTAN**

Keywords: weather station, wind generators, wind power, power density, speed, direction, repeatability, wind mode, calm.

The article covers wind climate mode and wind power potential on the territory of the training center of the Military institute of Land Forces of the Republic of Kazakhstan. The review of wind average speed and direction, it`s periodicity as well as wind power density in study area.

The spent researches have shown,that in study area there is less wind, where it`s nessesary using of wind generators with vertical axis reverse, the principles of work do not hardly depend on the direction of wind.

The main result of research was in that effectively depelopment of wind power in researched areas of the Republic of Kazakhstan with low average of wind which is effectively using of mobile wind settings of low and middlepower is quite enough for providing with autonomouse energy power.