

Ахметқанов А.Ж.,
Нысанбаева А.С.

**Алматы облысының
желэнергетика потенциалын
бағалау**

Бұл мақалада 18 метеорологиялық стансаға 1971 – 2011 жылдар аралығындағы орташа айлық жел жылдамдығының уақыттық қатарының мәндерін пайдалану арқылы Алматы облысы аумағында жел режиміне сипаттама берілді. Жел жылдамдығының орташа мәндері, өзгерушілік сипаттамалары және аномалиялары талданды. Алматы облысы аумағында жел жылдамдығының көпжылдық орташа мәні 1 м/с-тан 7 м/с-қа дейін өзгеретіні көрсетілген, максималды мәні Жалаңашкөл стансасында байқалған. Алматы облысына жел энергетика потенциалына баға берілген, оның мәні үлесті қуаттылық мәніне сәйкес 10 м биіктікте 1-1240 Вт/м² шамасында өзгереді және толығымен жел сипаттамасымен анықталады.

Түйін сөздер: жел жылдамдығы, асимметрия, вариация, эксцесс коэффициенттері, жел энергетика потенциалы.

Ahmetkhanov A.J.,
Nyssanbayeva A.S.

**Assessment of the wind energy
potential in the Almaty region**

The article discusses the wind regime in the territory of Almaty region using time series of mean monthly wind speed at 18 meteorological stations in the period from 1971 to 2011 are analyzed averages, variability, characteristics, and anomalies of the wind speeds. It is shown that the average long term wind speed change in Almaty region with 1 m/s to 7 m/s, the maximum values observed at the station Zhalanashkol. The estimation of wind power potential of Almaty region, which varies according to the specific power at 10 within 1-1240 W/m² and is completely determined by the picture winds.

Key words: wind speed, asymmetry, variation, excess, wind energy potential.

Ахметқанов А.Ж.,
Нысанбаева А.С.

**Оценка ветроэнергетического
потенциала
Алматинской области**

В статье рассматривается ветровой режим на территории Алматинской области с использованием временных рядов средних месячных значений скорости ветра на 18 метеорологических станциях в период с 1971 г. по 2011 г. Анализируются средние величины, характеристики изменчивости, аномалии скоростей ветра. Показано, что средние многолетние скорости ветра изменяются на территории Алматинской области с от 1 м/с до 7 м/с, максимальные значения отмечаются на станции Жаланашкол. Дана оценка ветроэнергетического потенциала Алматинской области, который варьируется согласно величине удельной мощности на уровне 10 м в пределах 1-1240 Вт/м² и полностью определяется картиной ветров.

Ключевые слова: скорость ветра, асимметрия, вариация, эксцесс, ветроэнергетический потенциал.

**АЛМАТЫ
ОБЛЫСЫНЫҢ
ЖЕЛЭНЕРГЕТИКА
ПОТЕНЦИАЛЫН
БАҒАЛАУ**

Кіріспе

Жел дегеніміз – ауа ағынының жер бетімен горизонталды қозғалысы. Жел жергілікті жердің жер бедері мен атмосфера циркуляциясына байланысты болып келеді. Ағын сипаттамасы көбінесе барикалық алқаппен және оның градиентімен анықталады. Жел жылдамдығы, жел бағыты, жел екпіні ауа райын болжау кезінде, қоспалардың тасымалдануын бағалаған кезде, әуе қозғалысын қамтамасыздандыруда, құрылыс жұмыстарын жүргізу кезінде және жел энергетика саласында керекті мәліметтер болып табылады [1]. Жел энергетика потенциалын анықтаған кезде жел жылдамдығының флюгер биіктігіндегі, яғни 10-12 м биіктіктегі мәндері алынды.

Бастапқы мәліметтер және зерттеу әдістері

Бастапқы мәлімет ретінде РМК «Қазгидрометтен» 1971-2011 жылдар аралығындағы 18 метеорологиялық стансалар бойынша жел жылдамдығының мәліметтері алынды. Осы алынған метеорологиялық стансалардың мәліметтері арқылы Алматы облысының жел режиміне сипаттама беруге болады. Жел жылдамдығының орташа квадраттық ауытқуы σ , вариация коэффициенті C_v , сонымен қатар асимметрия A_s және эксцесс E_x коэффициенттері есептелінді.

Желэнергетика потенциалын есептеу кезінде белгілі формула қолданылды [2;3]:

$$N_{\text{үлес.}} = \frac{1}{2} \rho (\bar{v})^3 * (1 + 3C_v^2 + AC_v^3) \quad (1)$$

мұндағы: $N_{\text{үлес.}}$ – жел ағынының үлесті қуаттылығы, ρ – ауа тығыздығы, v – орташа жел жылдамдығы, C_v – вариация коэффициенті, A – асимметрия коэффициенті.

Нәтижелері мен талдауы

Орташа жел жылдамдығының аумақ бойынша таралуы. Алматы облысының жер бедері әрқилы, оңтүстік және оңтүстік-шығыс жағы таулы болып келеді, солтүстігін көлдер алып

жатыр, соған байланысты жел режимі де сол жергілікті жердің сипатына байланысты болып келеді. Алматы облысының шығыс аймағында орташа жел жылдамдығы мәндері оңтүстіктегі мәндерінен өзгеше болып келеді. Үшарал, Матай, Жалаңашкөл стансаларында орташа жел жылдамдығының жылдық жүрісінде жаз мезгілінен қыс мезгіліне қарай орташа жел жылдамдығының мәні өседі. Ол аймақтарда қыс мезгілінде жел жылдамдығының мәндері жоғары болуы себебі, суық мезгілдерде солтүстіктен циклонның келуі, ал Қытай жақтан келетін ауа мас-

сасы антициклонды болып келеді, осыдан ауа ағыны жоғары қысым аймағынан төмен қысым аймағына өтіп, жонғар қақпасында қатты күш алып, сол аймақтарда қатты желдер тудырады [4]. Басқа стансаларда жел жылдамдығы мәндері көктем және жаздың бірінші айында жоғары мәнге ие, күз және қыс мезгілінде жел жылдамдығы саябырлайды. Орташа жел жылдамдығының жоғары мәні Жалаңашкөл (3-12 м/с) стансасында байқалады ал төменгі мәні Нарынқол (0,4-1,4 м/с), Сарқанд (0,8-1,4 м/с) метеостансаларында байқалады.

1-кесте – Флюгер биіктігіндегі орташа айлық жел жылдамдығы

Станция	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	жыл
Құйған	1,9	2,2	2,6	3,1	3,1	2,7	2,4	2,5	2,5	2,4	2,3	1,9	2,5
Аул	2,3	2,6	3,1	3,4	3,2	2,8	2,6	2,6	2,7	2,6	2,5	2,3	2,7
Матай	1,5	1,7	2,0	2,5	2,3	2,0	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,4	1,9
Үшарал	2,0	2,2	2,6	3,2	2,8	2,4	2,2	2,2	2,2	2,3	2,4	2,2	2,4
Жалаңашкөл	12,1	10,6	7,9	5,5	3,9	2,8	2,6	3,2	4,2	6,4	9,1	11,6	6,7
Сарқанд	0,8	0,8	1,0	1,4	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	1,0
Текелі	1,7	1,7	2,0	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,1	1,9	1,9	1,8	2,0
Жаркент	1,6	1,7	2,4	2,9	2,7	2,4	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,5	2,0
Қапшағай	1,8	2,0	2,5	2,6	2,5	2,4	2,2	2,2	2,1	2,2	2,2	2,1	2,2
Шелек	2,3	2,2	2,2	2,3	1,9	1,4	1,1	1,1	1,3	1,6	1,8	2,2	1,8
Қырғызсай	1,7	1,7	2,0	2,6	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,0	1,8	1,7	2,2
Нарынқол	0,4	0,5	0,9	1,4	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,6	0,5	0,9
Алматы Кам.плато	1,0	1,0	1,1	1,5	1,7	1,8	1,7	1,6	1,5	1,2	1,0	1,0	1,4
БАО	1,7	1,7	1,6	1,7	1,8	1,9	1,8	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,7
Аксеңгір	1,4	1,5	1,7	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,5	1,4	1,7
Айдарлы	2,6	2,6	2,5	3,0	2,9	2,9	2,7	2,4	2,3	2,5	2,6	2,6	2,6
Жалаңаш	1,3	1,3	1,3	1,8	1,8	1,9	1,8	1,8	1,7	1,5	1,3	1,2	1,6

Жел жылдамдығының өзгерушілігі. Жел жылдамдығының өзгерушілігін сипаттау үшін бірқатар есептеулер жүргізілді. Олардың кеңістіктік-уақыттық таралуын қарастырамыз. Орташа квадраттық ауытқу мәні жел жылдамдығының жыларалық өзгерушілігін көрсетеді.

Жалаңашкөл, Шелек, Айдарлы метеостансаларында орташа квадраттық ауытқудың мәні жаздан қыс мезгіліне қарай өседі, қалған метеостансаларда көктем және жаздың бірінші айларында оның мәні жоғары болып келеді (2-кесте). Орташа квадраттық ауытқу мәні сәйкесінше Жалаңашкөл метеостансасында жоғары, жыл ішінде ол 0,9-3,3 аралығында өзгереді. Ал аз мәні Сарқанд, Құйған,

Жалаңаш, Аул, Қапшағай метеостансаларында жыл ішінде 0,2-0,6 аралығында өзгереді.

Жел энергетикалық есептеулерді жүргізу үшін және жел режимінің салыстырмалы тұрақтылығын бағалауға оңай болу үшін, келтірілген метеорологиялық сатансаларда вариация коэффициенті C_v мәні есептелінді. Қаңтар айында C_v мәні 17-67% аралығында, сәуір айында 10-39% аралығында, яғни біршама төмендейді, шілде айында 9-53% аралығында, қазан айында оның мәні біршама өседі, яғни 16-55% аралығында өзгереді. C_v мәнінің біртекті еместігі жел жылдамдығы мәнінің аз шамасы кезінде жел режимінің тұрақсыздығын көрсетеді.

2-кесте – Флюгер биіктігіндегі орташа айлық жел жылдамдығының орташа квадраттық ауытқуы

Стансалар	айлар												жыл
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Құйған	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3
Аул	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
Мағай	1,5	1,7	2,0	2,5	2,3	2,0	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,4	1,9
Үшарал	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5
Жалаңашкөл	2,9	2,2	2,4	1,6	1,6	1,0	0,9	1,1	1,1	1,7	2,4	3,3	1,1
Сарқанд	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
Текелі	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2
Жаркент	1,6	1,7	2,4	2,9	2,7	2,4	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,5	2,0
Қапшағай	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5
Шелек	1,2	1,1	1,0	0,9	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6	0,9	0,9	0,9	0,7
Қырғызсай	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,2
Нарынқол	0,3	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3
Алматы Каменское плато	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
БАО	1,7	1,7	1,6	1,7	1,8	1,9	1,8	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,7
Ақсеңгір	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
Айдарлы	1,0	0,7	0,7	0,8	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,5
Жалаңаш	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4

Жел жылдамдығы таралуының қалыпты заңға сәйкес келуін тексеру үшін, барлық стансалар үшін асимметрия (A_s) және (E_x) эксцесс есептелінді. Асимметрия коэффициентінің мәні минус 0,94-2,73 аралығында, ал эксцесс – минус 0,99-10,7 аралығында өзгерген. Сонымен A_s және E_x мәні аз мәннен жоғары мәнге үлкен аралықта ауытқиды, яғни орташа айлық жел жылдамдығының таралуы қалыпты таралудан ауытқыған.

Жел энергетика потенциалын анықтау. Табиғи жел энергетика потенциалы дегеніміз – қарастырылып отырған ауданда көпжылдық орташа жел энергиясының мәні, ауа массасының қозғалысы. Жел энергетика ресурсының жалпы потенциалы жел энергетика қондырғысы сипаттамасының мүмкіндігіне қарамастан келесі формула арқылы есептелінеді:

$$N=1/2 \rho v^3 s \quad (2)$$

мұндағы: N – толық жел ағынының жалпы қуаттылығы; ρ – ауа тығыздығы; v – жел жылдамдығы; s – жел ағынына перпендикуляр аудан.

Экономикалық тұрғыдан алғанда жел энергетикасын жел жылдамдығы 3-5 м/с кем емес

болатын жерде орналастыру керек. 7 м/с асатын жерлерде үлкен қуаты бар жел энергетика қондырғысын орналастыру керек.

Жел энергетика қондырғысын орналастыратын аудандарға келесі қолайлы жағдайлар жатады: орташа жел жылдамдығы 5 м/с жоғары, жұмыс жылдамдығы кезеңінің салыстырмалы үлкен ұзақтығы 9-25 м/с, энергетикалық тыныштықтың (3 м/с кем) қайталанушылығы 20-30%, вариация коэффициентінің кіші мәні (0,3), «дауылды» (20 м/с жоғары) және «боранды» (33 м/с жоғары) желдердің байқалмауы немесе аз қайталанушылығы [3]. Алматы облысы бойынша флюгер биіктігіндегі (10 м) жел энергетика ресурсының потенциалының бағалануы келесі кестеде берілген (3-кесте).

Алматы облысының жел энергетика потенциалы флюгер биіктігіндегі жел ағынының үлесті қуаттылығына байланысты 1-1240 Вт/м² аралығында өзгереді. Жоғары мәні Жалаңашкөл метеостансасында, жел энергетика потенциалы 14-1240 Вт/м² құрайды. Аталған метеостансада оның жоғары мәндері жылдың салқын мерзіміне сәйкес келсе, жылы мерзімде біршама азаяды.

3-кесте – Флюгер биіктігіндегі жел ағынының үлесті қуаттылығы, Вт/м²

Стансалар	айлар												жыл ішінде орташа мәні
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Айдарлы	16	13	12	21	16	16	15	11	10	12	14	16	12
Аксенгір	2	3	3	5	5	5	4	4	4	4	3	2	3
Аул	8	12	20	27	21	15	12	12	14	12	11	8	14
Алматы Каме- нское плато	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
БАО	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	3
Жалаңаш	2	2	2	4	5	5	5	5	3	3	2	1	3
Жалаңашкөл	1219	819	384	131	54	20	14	25	57	205	589	1240	206
Жаркент	5	5	14	24	19	14	8	7	7	6	5	3	8
Капшағай	5	6	11	14	11	11	7	8	7	8	8	7	7
Құйған	5	7	12	19	20	12	9	11	11	9	8	5	10
Матай	3	4	6	11	10	6	5	5	5	5	4	2	5
Нарынқол	0	0	1	2	3	1	1	1	1	1	0	0	1
Қырғызсай	3	3	5	12	11	11	9	9	8	5	4	3	7
Сарқанд	0	0	1	2	2	2	1	1	1	0	0	0	1
Текелі	3	3	6	8	8	7	7	7	6	5	5	4	5
Үшарал	5	7	11	20	13	8	7	7	7	7	8	7	8
Шелек	14	13	13	11	6	3	2	2	3	6	7	10	5

Қорытынды

Алматы облысы бойынша орташа жел жылдамдығы мәні шығыстан батысқа қарай азаяды. Алматы облысының шығысында желдің бағыты шығыстан батысқа қарай бағытталған, оңтүстік таулы аймақтарында таудан, яғни оңтүстіктен солтүстікке қарай бағытталған. Орташа жел жылдамдығының мәні Жоңғар қақпасы маңында, яғни Шелек асуында жоғары болып табылады.

Вариация коэффициентінің C_v мәні қаңтар айында 17-67% аралығында өзереді, сәуір айында біршама 10-39% дейін төмендейді, шілде айында 9-53% аралығында өзгереді, қазан айында оның мәні біршама өседі және 16-55% құрайды.

Аумақтың жел энергетика потенциалы флюгер биіктігіндегі жел ағынының үлесті қуаттылығына байланысты 1-1240 Вт/м² аралығында өзгереді. Жоғары мәні Жалаңашкөл метеостансасында 14-1240 Вт/м² құрайды.

Әдебиеттер

- 1 Иванова Л.А., Надежина Е.Д., Стернзат А.В., Шкляревич О.Б. Использование модели атмосферного пограничного слоя для расчета ветровых характеристик и оценки ветровых ресурсов // Метеорология и гидрология. – 1997. – № 6. – С. 43-50.
- 2 Анапольская Л.Е., Гандин Л.С. Ветроэнергетические ресурсы и методы их оценки // Метеорология и гидрология. 1978. – № 7. – С. 11-17.
- 3 Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации / под ред. Н.В. Кобышевой, К.Ш. Хайруллина. – Спб.: Гидрометеоздат, 2005. – 319 с.
- 4 Утешев А.С. Климат Казахстана. – Л.: Гидрометеоздат, 1959. – 206-225 с.

References

- 1 Ivanova L.A., Nadezhina E.D., Sternzat A.V., SHklyarevich O.B. Ispol'zovanie modeli atmosfernogo pogranichnogo sloya dlya rascheta vetrovyh harakteristik i ocenki vetrovyh resursov // Meteorologiya i gidrologiya. – 1997. – № 6. – S. 43-50.
- 2 Anapol'skaya L.E., Gandin L.S. Vetroehnergeticheskie resursy i metody ih ocenki // Meteorologiya i gidrologiya. – 1978. – № 7. – S. 11-17.
- 3 Enciklopediya klimaticheskikh resursov Rossijskoj Federacii / pod red. N.V. Kobyshevoj, K.SH. Hajrullina. – Spb.: Gidrometeoizdat, 2005. – 319 s.
- 4 Uteshev A.S. Klimat Kazahstana. – L.: Gidrometeoizdat, 1959. – 206-225 s.