

ПРИКЛАДНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

С. Е. АКОПЯН

К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ЗАЩИЩЕННОСТИ
МЕТЕОСТАНЦИЙ ГОРНЫХ РАЙОНОВ

Большинство метеостанций на территории Армянской ССР расположено на площадках, защищенных от ветра, вследствие чего замеренные скорости ветра оказываются существенно заниженными. При энергетических расчетах по использованию энергии ветра это обстоятельство должно быть принято во внимание. Изучению вопроса изменения ветров и метода подсчета энергии ветра посвящены [1—4].

Задача определения степени защищенности метеостанции в горных районах по сравнению с метеостанциями в равнинных районах гораздо сложнее, так как первые защищены не только искусственными, но и естественными препятствиями (горы, ущелья и т. д.).

В 1957—1958 гг. Советом по изучению производительных сил АН Армянской ССР по затронутому вопросу проводились исследования [5].

С целью установления правильной методики определения степени защищенности метеостанций, применительно к горным районам Армянской ССР, Институтом энергетики и гидравлики АН Армянской ССР в 1959 году дополнительно проводились круглогодичные исследования в окрестностях и на самой метеостанции села Семеновка. В районе метеоплощадки были выбраны три пункта наблюдений (рис. 1), имеющие разную степень защищенности в зависимости от направления ветра. Измерения производились на этих пунктах в разное время суток анемометрами на высоте 2 м, синхронно с наблюдениями на метеостанции по флюгеру на высоте 11 м и анемометром на высоте 2 м. По результатам наблюдений был определен коэффициент защищенности для каждого пункта для флюгера по формуле $K_{\phi} = V/V_{\phi}$ и для анемометра по формуле $K_a = V/V_a$, где V — скорость ветра на высоте двух метров по анемометру на открытой площадке в районе метеостанции; V_{ϕ} — скорость ветра на высоте 11 м по флюгеру на метеоплощадке; V_a — скорость ветра на высоте двух метров по анемометру на метеоплощадке.

В результате наблюдений оказалось, что коэффициент защищенности по определенным направлениям на выбранных пунктах отклоняется от среднегодового значения в среднем на 0,1—0,4. Если учесть, что метод расчета дает допускаемую погрешность порядка

0,1—0,5, в зависимости от числа случаев в данном интервале и направлении ветра, то можно допустить, что коэффициент защищенности данной метеостанции довольно стабилен по величине независимо от времени года. В этом можно убедиться по рис. 2, на котором приведены коэффициенты защищенности в различных пунктах наблюдений при определенных направлениях ветра по месяцам.

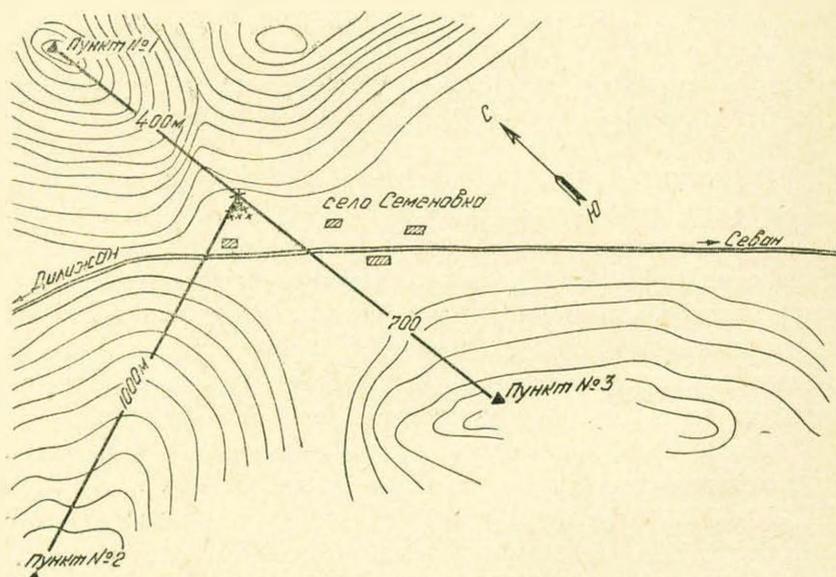


Рис. 1. Схема расположения анемометрических пунктов на территории с. Семеновки.

Данные, приведенные в табл. 1 показывают, что коэффициент защищенности мало изменяется в течение любых промежутков времени.

Значения коэффициентов защищенности, по двум направлениям в зависимости от интервалов скорости ветра представлены в табл. 2.

По данным табл. 2 видно, что коэффициент защищенности мало зависит от абсолютной величины скорости ветра.

Рассматривая максимальные отклонения среднегодового значения коэффициента защищенности от среднемесячного по интервалам скорости (рис. 3), легко видеть, что отклонения по всем интервалам незначительны. Большие отклонения наблюдаются только в интервале скорости ветра 0—2 м/сек, что кстати говоря в энергетических расчетах не играет существенной роли. Это отклонение, в основном, следует объяснить инерционностью флюгера.

Величины коэффициентов защищенности пунктов № 1—№ 3, и вычисленных для отдельных направлений по результатам годовых наблюдений приведены в табл. 3

Анализ данных табл. 3 показывает, что коэффициенты защищенности пунктов наблюдений № 1—№ 3, имеющих различную степень за-

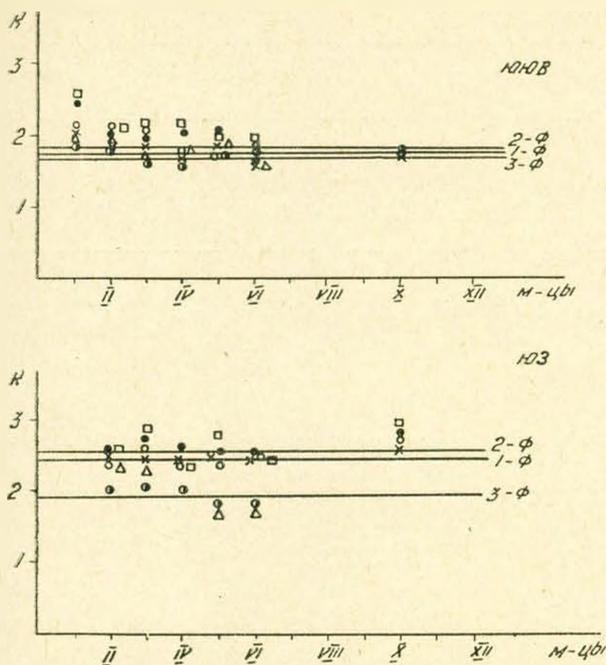


Рис. 2. Графики коэффициентов защищенности. 1-ф — средние значения по показаниям флюгера в пункте № 1; 2-ф и 3-ф то-же в пунктах № 2 и № 3.

Таблица 1
Среднесуточные и среднемесячные коэффициенты защищенности по отдельным интервалам скорости ветра направлений ЮЮВ

Дата наблюдения	Пункт № 1			Пункт № 2			Пункт № 3		
	V м/сек	K_{ϕ}	K_a	V м/сек	K_{ϕ}	K_a	V м/сек	K_{ϕ}	K_a
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$0 < V_{\phi} < 2$ м/сек									
1. III—59 г.	3,77	1,95	2,20	4,81	1,97	2,20	3,17	1,65	1,87
2. III—59 г.	3,03	1,60	1,76	3,70	1,94	1,14	3,17	1,65	1,86
7. III—59 г.	3,35	1,67	2,05	3,26	1,63	1,96	3,99	2,00	2,40
14. III—59 г.	3,96	1,96	2,50	4,51	2,20	2,90	3,88	1,94	2,50
21. III—59 г.	3,20	1,80	2,30	4,01	1,60	2,20	—	—	—
Средне месячные	3,75	1,98	2,14	4,37	2,30	2,48	3,52	1,86	2,00
$2 < V_{\phi} < 4$ м/сек									
1. III—59 г.	4,94	1,45	2,08	4,77	1,40	2,02	4,38	1,30	1,89
2. III—59 г.	2,09	1,37	1,70	4,50	1,50	1,90	4,28	1,40	1,76
14. III—59 г.	5,75	1,90	2,30	5,91	1,90	2,20	4,22	1,40	1,75
18. III—59 г.	5,29	1,56	1,83	6,05	1,97	2,30	4,70	1,38	1,62
20. III—59 г.	5,40	1,80	2,10	5,30	1,76	2,10	5,02	1,60	1,95
30. III—59 г.	4,95	1,65	2,30	4,64	1,55	2,20	3,92	1,30	1,90
Средне месячные	4,95	1,65	1,90	5,02	1,66	2,07	4,44	1,47	1,85

Продолж. табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$4 < V_{\Phi} < 6 \text{ м/сек}$									
9.III—59	5,15	2,03	2,0	4,59	1,66	2,07	4,62	1,4	1,70
Осредненные значения	4,26	1,78	2,03	4,66	1,97	2,10	3,89	1,65	1,77

Таблица 2

Коэффициенты защищенности по данным направлениям
и интервалам скорости ветра

Интервалы скорости ветра	Пункты наблюдения						Месяцы
	№ 1		№ 2		№ 3		
	K_{Φ}	K_{λ}	K_{Φ}	K_{λ}	K_{Φ}	K_{λ}	
1	2	3	4	5	6	7	8

Направление ЗЮЗ

От 0 до 2 м/сек	2,20	3,40	3,20	3,80	2,30	2,60	II
	2,40	8,40	2,80	3,00	—	—	III
	1,50	1,50	2,30	2,36	2,50	2,90	IV
	3,20	2,80	3,00	2,90	—	—	X
	Осредненные значения	2,32	2,70	2,82	3,02	2,40	2,77
От 2 до 4 м/сек	2,20	2,60	2,30	2,70	2,00	2,40	II
	2,50	2,70	2,80	3,00	2,30	2,50	III
	2,20	2,50	2,50	2,30	1,90	2,03	IV
	2,05	2,35	2,16	2,41	—	—	X
	Осредненные значения	2,24	2,54	2,44	2,60	2,06	2,30
От 4 до 6 м/сек	2,90	2,39	2,34	2,44	1,80	1,93	II
	2,00	2,22	2,57	2,36	—	—	III
	2,29	2,39	2,34	2,44	1,80	1,93	IV
	2,06	2,22	2,57	2,36	—	—	X
	Осредненные значения	2,14	2,30	2,45	2,40	1,80	1,93
От 6 до 8 м/сек	2,16	2,20	1,90	2,30	1,50	1,90	III
	2,16	2,44	2,20	2,58	1,80	2,04	IV
Осредненные значения	2,13	2,32	2,05	2,44	1,68	1,97	

Продолж. табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Направление ЮЗ							
От 0 до 2 м/сек	2,90	3,40	3,26	3,83	2,23	2,60	II
	3,20	3,40	3,38	5,59	2,23	2,37	III
	2,65	2,32	2,86	2,49	2,47	2,08	IV
	2,50	2,80	3,04	2,80	2,10	2,01	V
	2,56	2,36	2,59	2,38	1,92	1,80	VI
	3,6	3,50	3,90	3,93	—	—	X
Осредненные значения	2,80	2,90	3,16	3,24	2,19	2,19	
От 2 до 4 м/сек	2,24	2,67	2,33	2,78	2,01	2,40	II
	2,50	2,82	2,62	2,96	2,25	2,53	III
	2,60	2,80	2,76	2,92	2,00	2,17	IV
	2,21	2,42	2,40	2,40	1,70	1,80	V
	2,40	2,59	2,41	2,59	1,65	1,78	VI
	2,14	2,30	2,35	2,54	—	—	X
Осредненные значения	2,26	2,60	2,48	2,60	1,90	2,16	
От 4 до 6 м/сек	2,04	2,50	2,10	2,59	2,0	2,45	II
	2,90	2,70	2,25	2,80	1,94	2,42	III
	2,37	2,66	2,40	2,67	1,80	2,01	IV
	2,02	2,20	2,00	2,21	1,30	1,44	V
	2,27	2,60	2,10	2,43	—	—	X
Осредненные значения	2,30	2,52	2,18	2,55	1,75	2,08	
От 6 до 8 м/сек	1,72	2,20	1,77	2,20	1,92	2,46	II
	2,46	2,84	2,20	2,51	1,80	2,08	IV
Осредненные значения	2,09	2,52	2,00	2,38	1,85	2,27	

щищенности, меняются в зависимости от изменения направления скорости ветра. Коэффициент защищенности получается одинаковым по различным румбам в случае, когда пункты наблюдений имеют одинаковую защищенность по разным направлениям.

На основании полученных коэффициентов защищенности пунктов наблюдений и по данным многолетних наблюдений Семеновской метеостанции определена истинная величина скорости ветра. Результаты расчета приведены в табл. 4. Третий пункт наблюдений был расположен в относительно более защищенном месте (рис. 1). Поэтому, коэффициенты защищенности метеостанции по третьему пункту меньше чем соответствующие коэффициенты первого и второго пунктов. Средне-взвешенный коэффициент защищенности территории Семеновской метеостанции по годовым наблюдениям (1959 г.) равен 1,8, а по данным недельных наблюдений 1957 г. оказался равным 1,74, что свидетельствует о слабой зависимости коэффициента защищенности от длительности наблюдений и величины скорости ветра.

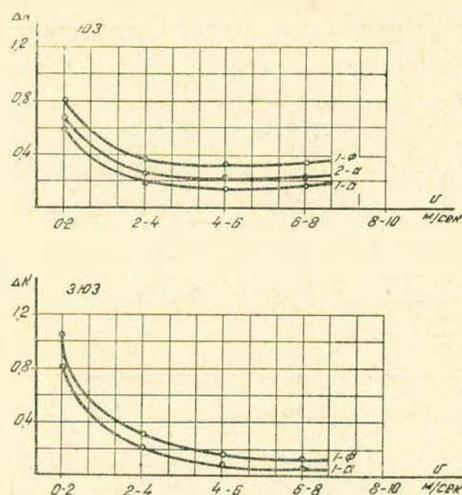


Рис. 3. Кривые максимальных отклонений средне-годовых коэффициентов от средне-месячных по интервалам. 1-ф — по показаниям флюгера в пункте № 1; 1-а и 2-а по показаниям анемометров соответственно в пунктах № 1 и 2.

Таблица 3

Коэффициенты защищенности пунктов наблюдений по направлениям ветра
Семеновской метеостанции

Направление ветра	Пункт № 1		Пункт № 2		Пункт № 3	
	K_{ϕ}	K_a	K_{ϕ}	K_a	K_{ϕ}	K_a
Ю	2,2	2,48	2,52	2,85	1,94	2,16
ЗЮЗ	2,18	2,4	2,32	2,72	2,08	2,3
С	1,75	1,93	1,77	1,63	1,9	2,1
ЮЗ	2,5	2,64	2,54	2,58	1,92	2,08
З	2,0	2,14	2,12	2,2	1,69	1,89
СЗ	1,40	1,65	1,50	1,75	1,51	1,74
ССЗ	1,58	1,74	1,60	1,87	2,27	2,62
ЮЮВ	1,70	1,98	1,87	2,04	1,75	1,81
ЮВ	1,80	1,91	1,91	2,14	1,13	1,71
СВ	1,73	2,10	1,7	2,05	2,20	2,20
ЮЮЗ	2,55	2,80	2,62	2,94	1,95	2,18
ССВ	1,85	1,90	1,90	2,45	2,35	1,13
В	1,47	1,62	1,63	1,77	1,75	1,72

Таким образом истинная скорость ветра в окрестности Семеновской метеостанции оказалась равной 5,8 м/сек вместо 3,2 м/сек, полученной по данным непосредственных наблюдений на самой станции.

Классификация метеостанций по защищенности в горных районах представляет значительные трудности. Все известные классификации метеостанций [1, 3, 5] построены на основе изучения особенностей станций, расположенных на равнинах и местностях со слабо расчлененным рельефом, в то время как горные районы Армении представляют собой слож-

Таблица 4

Вычисление истинной величины скорости ветра в зоне Семеновской метеостанции

Направление ветра	Повторяемость в течение года %/о. ($\sum n$)	K_{Φ}	K_a	nK_{Φ}	$\frac{\sum nK_{\Phi}}{100}$	Вычисление истинной величины скорости ветра
Пункт № 1						Средняя многолетняя скорость ветра по данным Семеновской метеостанции $V_m = 3,2 \text{ м/сек.}$ Следовательно, $V_{ист} = \frac{\sum nK_{\Phi}}{100} \cdot V_m = 1,83 \times 3,2 = 5,8 \text{ м/сек.}$
Ю, ЗЮЗ	12	2,20	2,45	26,4	1,83	
С, ЮЮВ, СВ, ССВ, ЮВ, ВЮВ	45	1,78	1,96	80		
ВСВ, СЗ, ССЗ, ЗСЗ, В	28	1,46	1,60	40,8		
ЮЗ, ЮЮЗ	15	2,52	2,70	37,4		
Пункт № 2						$V_{ист} = 1,85 \times 3,2 = 5,9 \text{ м/сек}$
Ю, ЮЗ, ЮЮЗ	17	2,55	—	43,3	1,85	
ЗЮЗ, З	4	2,20	—	8,3		
С, СВ, В	19	1,72	—	33,1		
ЮЮВ, ЮВ, ССВ, ВЮВ, ВСВ	21	1,90	—	40,5		
СЗ, ССЗ, ЗСЗ	39	1,55	—	60,3		
Пункт № 3						$V_{ист} = 1,74 \times 3,2 = 5,6 \text{ м/сек}$
Ю, С, ЮЗ, ЮЮЗ	40	1,92	—	77	1,74	
ЗЮЗ, ССЗ, СВ, ВСВ, ССВ ЗСЗ	24	2,10	—	49,8		
З, ЮЮВ, В	11	1,72	—	18,9		
ЮВ, ВЮВ	25	1,15	—	28,8		

ный рельеф, пересеченный многочисленными цепями хребтов, ущелий и т. д. Поэтому применение их в горных районах является весьма затруднительным. Для этих районов должна быть разработана специальная классификация местоположений метеостанций, в которой должна быть учтена защищенность станций со стороны наветренных и подветренных румбов, местоположений и типа ущелий, а также должны учитываться другие особенности.

В основу такой классификации были положены с одной стороны, форма рельефа, расположение гор и ущелий вокруг метеостанции и с другой стороны характер предметов, окружающих ее, а также частично отдаленность метеостанций от водной поверхности.

Различные формы рельефа сильно изменяют степень защищенности данной метеостанции. В связи с этим при классификации один и тот же класс защищенности рассматривается в трех видах: при расположении станции на вершине, склоне и котловине. Коэффициент защищенности соответственно с этим меняется. Он меняется также при изменении рас-

Таблица 5

Классификация метеостанций горных районов по степени их защищенности

Характеристика защищенности метеостанции	Место расположения метеостанции					
	Вершина		Склон		Котловина	
	А	К	Б	К	В	К
1. Метеоплощадка не защищена. Окружающие горы расположены с наветренных румбов, отдаленностью более 4 км; вблизи ущельй нет	XI	1,0	X	1,3	IX	1,6
2. Метеостанция расположена на окраине села. Кругом луга, лес, вдали холмистая поверхность. Отдаленность окружающих гор более 2 км; имеются ущелья. Флюгер расположен выше окружающих предметов	X	1,2	IX	1,5	VIII	1,8
3. Метеостанция расположена на окраине села. Окружающие горы расположены с наветренных румбов, отдаленностью более 1 км. Высота гор порядка 50—150 м. Озеро и лес расположены на расстоянии 5—10 км. Имеется ущелье на расстоянии более 1 км .	IX	1,4	VIII	1,7	VII	2,0
4. Вокруг метеостанции имеются предметы защищенности. Половина горизонта закрыта окружающими горами, высотой порядка 100—150 м. Отдаленность гор более 0,5 км; их крутизна склонов 17—30°. Флюгер расположен выше окружающих предметов	VIII	1,6	VII	1,9	VI	2,2
5. Метеостанция расположена на окраине села, недалеко от водной поверхности. Окружающие горы высотой 50—200 м, отдаленностью до 0,8 км, расположены с наветренных румбов	VII	1,8	VI	2,1	V	2,4
6. Метеостанция имеет элементы защищенности. Кругом расположены горы высотой 100—200 м отдаленностью 0,5—2 км. Флюгер расположен на уровне окружающих предметов	VI	2,0	V	2,3	IV	2,6
7. Метеостанция расположена в середине села. Флюгер расположен ниже окружающих предметов. Горы с наветренных румбов высотой 100—200 м отдаленностью 0,2—0,8 км. Вблизи имеются небольшие ущелья	V	2,3	IV	2,8	III	3,3
8. Метеостанция расположена на окраине села. Флюгер расположен ниже окружающих предметов. Кругом горы высотой до 0,8 км частично покрытые кустарником	IV	2,6	III	3,1	II	3,6
9. Метеостанция расположена в середине села. Флюгер ниже окружающих предметов. Кругом горы, расположенные с наветренных румбов высотой 200—300 м отдаленностью до 0,8 км. Имеется ущелье отдаленностью порядка 0,7 км	III	2,9	II	3,4	I	3,9

положения флюгера. Если флюгер расположен выше окружающих предметов, то влияние формы рельефа на скорость ветра не столь значительно, а если флюгер расположен ниже окружающих предметов, то влияние степени защищенности на скорость ветра гораздо больше влияния формы рельефа. С целью уточнения класса каждой станции было проведено детальное ознакомление с местоположением флюгера по данным УГМС Армянской ССР и данным, полученным экспедицией.

Таблица 6

Среднегодовые значения скорости ветра

Наименование метеостанции	$V_{\text{н}}$ м/сек	Класс защищенности метеостанций	$K_{\text{ф}}$	$V_{\text{ист}}$ м/сек
Сисиан	2,6	XI B	1,6	4,1
Сисианский перевал (Бичанак)	7,4	XI A	1,0	7,4
Горис	1,6	V B	3,5	5,8
Базарчай	2,2	VI B	2,6	5,7
Мартирос	2,2	VI B	2,6	5,7
Яных	3,8	VI A	2,0	7,6
Мазра	3,2	XI B	1,6	5,1
Мартуни	2,7	VII B	2,1	5,7
Шоржа	3,2	IX B	2,0	6,4
Красносельск	2,5	IX Б	1,6	4,3
Семёновка	3,2	IX Б	1,8	5,8
Остров Севан	4,2	X B	1,8	7,5
Дилижан	2,1	X B	1,8	3,8
Иджеван	1,5	IX Б	1,7	2,6
Лермонтово	2,6	X Б	1,5	3,9
Ахта	2,6	IX Б	1,7	4,4
Фонтан	3,4	IX B	1,8	6,1
Камо	1,9	IX A	1,4	2,6

На основании результатов произведенных исследований с учетом данных УГМС Армянской ССР предлагается следующая классификация метеостанций горных районов в зависимости от степени их защищенности (табл. 5).

Римскими цифрами в табл. 5 обозначены классы защищенности метеостанций.

С помощью коэффициентов защищенности и данных многолетних наблюдений можно определить действительные величины среднемноголетних скоростей ветра на территории метеостанций по формуле.

$$V_{\text{л}} = V_{\text{ф}} \cdot K_1 + h \cdot K_2, \quad (*)$$

где $V_{\text{ф}}$ — многолетняя среднегодовая скорость ветра по данным метеостанции; K_1 — коэффициент защищенности; h — высота флюгера; K_2 — коэффициент, учитывающий величину роста скорости ветра с изменением высоты.

Пользуясь предлагаемой классификацией на основании данных УГМС по формуле (*) определены значения действительных (истинных) скоростей ветра для некоторых метеостанций Армянской ССР. Результаты расчета сведены в табл. 6. В этой таблице $V_{\text{н}}$ — скорость ТН. № 1

рость ветра по флюгеру за многолетний период; K_{ϕ} — коэффициент защищенности; $V_{\text{ист}}$ — истинная скорость ветра.

Резюмируя изложенное, можно отметить следующее. Коэффициент защищенности метеостанций горных районов зависит в основном только от направления скорости ветра. Коэффициент защищенности метеостанции можно вычислить по данным кратковременных наблюдений на основании показаний флюгера метеостанции и анемометра, находящегося в открытом месте, в районе метеостанции. В случае, когда известна характеристика метеостанции, коэффициент защищенности можно определить без полевых наблюдений, пользуясь предлагаемой классификацией (табл. 5). Для неизученных районов Армянской ССР требуется проведение дополнительных экспедиционных работ.

Институт водных проблем

АН Армянской ССР

Поступило 15.XI 1961 г.

Ս. Ե. ԱԿՈՅԱՆ

**ԼՆՈՆԱՅԻՆ ՇՐՋԱՆՆԵՐՈՒՄ ՕԳԵՐԽՈՒՄՔԱՐԱՆԱԿԱՆ ԿԱՅԱՆՆԵՐԻ
ԵԱԾԿՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ԱՍՏԻՃԱՆԻ ՈՐՈՇՄԱՆ ԿՐԻՏԵՐԻՆԵՐԻ ԿԱՐԵՆՆԵՐԻ**

Ս. մ փ ո փ ո լ մ

Լնոնային շրջաններում օգերևութաբանական կայանների մեծ մասը ծածկված է արհեստական և բնական արգելքներով, որոնց շնորհիվ կայանում կատարվող չափումները նշանակալի փոքրացված են:

Հողվածում մշակված է մեթոդիկա, որով լնոնային շրջաններում որոշվում է բամուռ իրական ռեսուրսների չափը՝ կախված օգերևութաբանական կայանների ծածկվածության աստիճանից:

Հողվածում շարադրված է առաջադրված մեթոդիկայի կիրառման արդյունքները և այդ հետազոտման նյութերի հիման վրա կատարված է լնոնային շրջաններում օգերևութաբանական կայանների դասակարգումը, կախված հիմնականում օգերևութաբանական կայանի ծածկվածության աստիճանից և տեղադրման վայրից: Այդպիսի դասակարգման շնորհիվ կարելի է առանց տեղում լինելու որոշել ավյալ օգերևութաբանական կայանի ծածկվածության գործակիցը, եթե նախօրոք հայանի է ավյալ օգերևութաբանական կայանի տեղադրման նկարագրությունը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Подтягин М. Н. Теоретический анализ изменения ветров. Геофизика, т. V, вып. 1, М., 1935.
2. Келлер М. В. О методах подсчета энергии ветра и ее использование. М., 1957.
3. Романенко Н. Н. Энергетический расчет при использовании типовых ветродвигателей для механизации, водоснабжения и кормоприготовления в условиях Молдавской ССР. Тр. Кишиневского сельскохоз. института им. Фрунзе, Кишинев 1956.
4. Сапожникова С. А. Типизация метеорологических станций по влиянию и местоположению на скорости ветров. Журн. Метеорология и гидрология, № 5, 1948.
5. Акопян С. Е. О действительных ветроэнергоресурсах Армении, Ереван, ДАН Армянской ССР, т. XXVIII, в. 3, 1958.