

Ивус Г.П., Агайяр Э.В., Мищенко Н.М.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СКОРОСТИ ВЕТРА В РАЙОНЕ ОДЕССЫ

Постановка проблемы. Известно, что скорость ветра, как и другие элементы климата, подвержены существенным изменениям как во времени, так и в пространстве. Временная изменчивость скорости ветра в каждом конкретном случае обуславливаются, главным образом, сменой циркуляционных процессов в течение года, однако известно [1, 4], что распределение скорости ветра по территории определяется, в основном, двумя факторами: особенностями атмосферной циркуляции и характером подстилающей поверхности. Одной из основных задач при изучении метеорологических рядов, в том числе и скорости ветра, является расчет и анализ их статистических характеристик.

Анализ последних достижений и публикаций. Перегрузка навалочных грузов, расчет параметров загрязнения атмосферы и ветроэнергетических ресурсов в различных частях довольно протяженного побережья Черного моря в районе Одессы требует точных ветровых характеристик, отвечающих современным климатическим условиям. Между тем, при оценке региональных климатических изменений на юге Украины основное внимание уделено осадкам [15], температуре и влажности [4] воздуха и практически не рассмотрены многолетние (последних лет) колебания других метеорологических величин, в частности ветра, влияющего, между прочим, прежде всего на испарение. Карты-схемы средней скорости ветра и среднего квадратического отклонения скорости [1, 16] отражают особенности ветрового режима Украины до начала второй половины XX века, так как они построены, хотя и за 25-ти летний период, но взятый с 1936 по 1960 г. Конечно, ориентировочно эти карты использовать можно с учетом общего ослабления скорости ветра по территории Восточной Европы [3,8,13,15].

Целью данной работы является изучение изменчивости скорости ветра на северо-западном побережье Черного моря, а также получение и анализ статистических характеристик скорости ветра по трем метеорологическим станциям в районе Одессы.

Исходными данными служат 8-ми срочные метеорологические наблюдения за скоростью и направлением ветра по станциям Одесса-порт, Ильичевск-порт и Южный-порт за период с 1991 по 2000 гг и Одесса, ГМО за период с 1991 по 2003 гг. В процессе работы использованы приземные синоптические карты и карты барической топографии АТ-850 и АТ-700 гПа за вышеуказанный период времени.

Основной материал исследований. Анализ режима ветра по трем портам в районе Одессы начнем с информации, что тренд изменения ветровой активности за указанный период отрицательный на всем побережье в течение всего года (табл. 1), исключая порт Южный за май и ноябрь.

Таблица 1. Средняя месячная и годовая скорость (м/с) ветра на метеостанциях Одессы

Станция, период	месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Одесса ГМО													
1991-2003 гг.	3,1	3,0	3,4	3,0	2,9	2,5	2,3	2,4	2,8	3,0	3,8	3,7	3,0
1961-1976 гг [11]	6,2	6,1	6,2	5,2	4,7	4,4	4,2	4,2	4,6	5,6	6,3	6,5	5,4
$\bar{\Delta V}$	-3,1	-3,1	-2,8	-2,2	-1,8	-1,9	-1,9	-1,8	-1,8	-2,6	-2,5	-2,8	-2,4
Ильичевск-порт													
1991-2000 гг.	3,8	4,3	3,6	3,4	3,3	2,9	2,8	2,6	2,6	3,4	3,9	4,2	3,4
1963-1981 гг.	5,5	5,6	5,9	4,6	3,8	4,1	4,3	4,4	4,9	4,9	5,3	5,2	4,9
$\bar{\Delta V}$	-1,7	-1,3	-2,3	-1,2	-0,5	-1,2	-1,5	-1,8	-2,3	-1,5	-1,4	-1,0	-1,5
Одесса-порт													
1991-2000 гг.	4,8	4,7	5,0	4,3	4,3	4,3	4,2	4,0	4,4	4,9	5,6	4,9	4,6
1961-1976 гг [11]	6,4	6,2	6,4	5,4	5,2	4,9	4,7	4,7	5,1	6,0	6,7	6,7	5,6
$\bar{\Delta V}$	-1,6	-1,5	-1,4	-1,1	-0,9	-0,6	-0,5	-0,7	-0,7	-1,1	-1,1	-1,8	-1,0
Южный-порт													
1991-2000 гг	4,7	4,7	4,7	4,2	4,4	4,3	4,2	3,9	4,3	4,8	5,4	5,0	4,5
1981-1990 гг	5,3	5,6	5,1	4,7	4,4	4,7	4,4	4,3	4,6	5,0	5,2	5,4	4,9
$\bar{\Delta V}$	-0,5	-0,9	-0,4	-0,5	0,0	-0,4	-0,2	-0,4	-0,3	-0,2	0,2	-0,4	-0,4

Наибольшие темпы уменьшения скорости ветра отмечаются в холодный период, наименьшие – летом, что хорошо согласуется с данными, полученными для Восточного Приазовья [13]. Ход межгодового изменения господствующего ветра в районе Одессы (зимой - это северный, летом северный и южный) показывает на уменьшение повторяемости северных румбов и увеличение южных.

Еще интенсивнее ослабление скорости ветра наблюдается на ст. Одесса, ГМО, где она с начала 60-х годов уменьшилась почти в два раза. Последний факт следует, по-видимому, объяснить как изменением макроциркуляции, так и залесенностью и застройкой территории [6,8,10], так как в конце 70-х годов прошлого века на территории обсерватории выстроено 47-метровое административное здание, которое закрывает юго-западную часть горизонта и экранирует западные и, частично, юго-западные направления ветра. В непосредственной близости от метеорологической площадки (к северо-западу от нее) растут 20-25-ти метровые деревья Ботанического сада. В связи с этим, вероятно, слабые северо-западные ветры не могут быть зафиксированы, и повторяемость их заметно уменьшилась.

Одним из требований, которым должна соответствовать статистическая совокупность, является однородность ее членов [17]. Поэтому, приступая к расчетам статистических характеристик скорости ветра,

прежде всего, была проведена тщательная проверка гипотезы на однородность членов ряда с помощью критерия Стьюдента.

Анализируемые значения средних квадратических отклонений (σ) у поверхности земли (табл.2) имеют статистические ошибки 0,1...0,3 м/с. Скорость ветра наиболее изменчива в октябре, причем в порту Южный, больше, чем в Одессе и Ильичевском. Значения (σ) в 1.5 – 2 раза меньше средних скоростей ветра, что указывает на незначительную асимметрию распределений скорости ветра. Суточный ход изменчивости скорости ветра выражен слабо. Асимметрия распределений скорости ветра, в основном, на ст. Одесса-порт и Южный изменяется от слабой до умеренной. Известно, что условно асимметрию принято считать слабой и умеренной в том случае, когда выполняется неравенство $0 \leq |A| \leq 0.25$ и $0.25 \leq |A| \leq 0.50$, соответственно [17]. В Ильичевске коэффициент асимметрии по абсолютной величине часто превышает 0,50, в отдельных случаях единицу, что означает большую асимметричность соответствующих распределений ($|A| \geq 0,50$ – асимметрия сильная). Этот результат следовало ожидать, так как скорость ветра в Ильичевске наименее изменчива; здесь большая повторяемость слабого ветра и штилей (от 52% в январе до $\geq 60\%$ в апреле - июле).

Экссесс (K) распределений в портах Одесса и Южный во все сезоны отрицательный от умеренного до сильного (умеренный эксцесс считается при условии, что $0,5 \leq |K| \leq 1.0$) и имеет небольшой суточный ход. В Ильичевске эксцесс распределений, в большинстве сроков отрицательного знака, варьирует от слабого до умеренного от зимы – весны к лету – осени. Наибольших отрицательных значений эксцесс достигает в вечерние и ночные часы, т.е. распределение скорости ветра в это время суток отличается достаточной островершинностью. О крутости распределения скорости ветра в предутренние часы в Ильичевске (январь, апрель, июль) можно судить лишь ориентировочно, т.к. величины коэффициента эксцесса соизмеримы с ошибками их определения.

В Ильичевске зимой и весной ветер сильнее, чем в Южном и порту Одесса (табл. 2). Максимальная скорость ветра, отмеченная по срочным наблюдениям, приходится на апрель и составляет 20 м/с. Штили отмечаются на всех станциях, за исключением Южного за 15 ч. в апреле и июле месяцах. Порт Южный находится в Аджалыкском лимане, который представляет собой ложбину, вытянутую с севера на юг. Последнее обстоятельство обуславливает повышенную повторяемость северных и южных ветров, особенно в теплое время года, когда развита бризовая циркуляция [2,5,7,9,14].

Выводы и перспективы дальнейшего использования. Результаты являются отражением процесса ослабления скорости ветра в прибрежной территории северо-западного Причерноморья, что согласуется с аналогичным ходом исследуемой характеристики в Украине. Эти данные могут быть использованы при проведении расчетов вредных примесей в атмосфере курортной зоны Одесского побережья и проектировании ветроэнергетических мероприятий, а также для получения теоретических законов распределения рядов скоростей ветра и разработки методов прогноза ветра в районе Одесского залива и прилегающей территории.

Источники и литература

1. Анисимова Т.Н. Каткова Т.Ф., Костинская Б.И., Савилова О.Ф. Некоторые характеристики скорости ветра на территории СССР // Труды ВНИИГМИ – МЦД. – 1977. – Вып. 52. – С. 44–66.
2. Бурман Э.А., Ивус Г.П. Влияние моря на статистическую структуру поля ветра в прибрежной полосе при разных значениях внешних параметров // Труды ВНИИГМИ – МЦД. – 1977. – Вып. 52. – С. 79–89.
3. Врублевская А.А., Гордейчук О.П., Миротворская Н.К., Гребеновская Т.А., Фролова Ю.Н. Статистическая оценка поля ветра на территории Украины // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2001. – Вип. 44. – С. 9–16.
4. Дробышев А.Д. Климатические параметры ветра для задач ветроэнергетики /Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора географических наук. – СПб, ГГО. – 1996. – 34 с.
5. Ивус Г.П., Иванова С.М., Агайяр Э.В. Прогноз бризовых ветров северного Причерноморья //Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2002. – Вип. 46. – С. 144–148.
6. Ивус Г.П., Иванова С.М. Мезомасштабная структура ветровых потоков над Северным Причерноморьем // Матеріал міжнар. конф. “Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища - 2002”. – част. 1. – Одеса. – 2003. – С. 128–132.
7. Ивус Г.П., Ивус Э.В., Чистова В.А. – Режим приземного ветра в порту Южный // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 1999. – Вип. 39. – С. 94–100.
8. Ивус Г.П., Баева С.Э. К вопросу о ветровом режиме Причерноморья. – Одесса. – 1993. – № 480.
9. Ивус Е.В. Аерологічна структура пограничного шару атмосфери при слабкому вітрі біля поверхні землі //Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 1999. – Вип. 39. – С. 111–116.
10. Ивус Г.П. Умови утворення та прогнозу слабого вітру біля поверхні землі та інверсій температури в районі Одеси.// Навчальний посібник. – К.: НМК з гідрометеорології Міністерства України, 1998. – 112 с.
11. Климат Одессы /Под ред. Л.К. Смекаловой и Ц.А. Швер. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 174 с.
12. Кондратюк В.И. Об устранении неоднородности в рядах ветра // Труды ГГО. – 1984. – Вып. 485. – С. 130–134.
13. Луц Н.В. Многолетняя изменчивость скорости ветра в Восточном Приазовья // Метеорологія і гідрологія. – 2001. – №2. – С. 98–102.

14. Маринин И.Л. Моделирование атмосферного пограничного слоя в горизонтально неоднородных условиях северного Причерноморья //Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2004. – Вип. 48. – С. 94–102
15. Мещерская А.В., Гетман И.Ф., Борисенко М.М., Шевкунова Э.И. Мониторинг скорости ветра на водосборе Волги и Урала в XX веке //Метеорологія и гидрологія. – 2004. – №3. – С. 83–97.
16. Пушкорова Н.И. Повторяемость штилей и влияние на него внешних условий в равнинной части ЕТС. – Труды ВНИИГМИ – МЦД. – 1977. – Вып. 52. – С. 67–78.
17. Школьный С.П., Лосева И.Д., Гончарова Л.Д. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації. – Одеса, 1999. – 600 с.

Таблица 2 – Характеристики рассеяния, асимметрии и эксцесса распределений скорости ветра, максимальная скорость. 1991 – 2000 гг.

Станции	Январь								Сред суг.
	Сроки наблюдений (час)								
	00	03	06	09	12	15	18	21	
σ									
Южный-порт	2.1	2.1	2.0	2.3	2.2	2.3	2.3	2.3	2.2
Одесса-порт	1.9	1.9	1.8	2.0	2.0	1.9	2.0	2.2	1.9
Ильичевск-порт	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3
A									
Южный-порт	0.0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1	0.3	0.2	0.2
Одесса-порт	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2
Ильичевск-порт	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.2	0.4	0.5	0.5
K									
Южный-порт	-1.0	-0.8	-0.8	-0.9	-0.6	-0.7	-0.8	-0.9	-0.8
Одесса-порт	-0.8	-0.8	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.9	-1.0	-0.8
Ильичевск-порт	-0.2	-0.1	-0.1	-0.4	-0.2	-0.4	-0.5	-0.3	-0.2
V_{\max}									
Южный-порт	13	14	14	13	13	14	15	16	16
Одесса-порт	16	16	15	15	16	16	16	17	17
Ильичевск-порт	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Апрель									
σ									
Южный-порт	1.9	1.9	1.9	2.0	2.0	2.2	2.3	2.4	2.1
Одесса-порт	1.8	1.8	1.7	2.0	1.9	2.0	1.8	1.8	1.9
Ильичевск-порт	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2
A									
Южный-порт	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3
Одесса-порт	0.3	0.4	0.4	0.5	0.2	0.0	0.1	0.2	0.3
Ильичевск-порт	0.5	0.7	0.7	0.6	0.4	0.3	0.5	0.7	0.6
K									
Южный-порт	-0.9	-0.9	-0.9	-1.0	-0.8	-0.9	-0.8	-0.8	-0.9
Одесса-порт	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	-0.9	-1.0	-0.6	-1.0	-0.8
Ильичевск-порт	-0.4	0.1	-0.1	-0.4	-0.4	-1.0	-0.4	-0.4	-0.4
V_{\max}									
Южный-порт	12	13	12	16	18	18	14	15	18
Одесса-порт	13	13	14	16	16	16	13	16	16
Ильичевск-порт	20	20	14	14	17	20	20	20	20
Июль									
σ									
Южный-порт	1.9	1.9	1.9	2.0	1.8	2.2	2.3	2.1	2.0
Одесса-порт	1.6	1.7	1.8	1.7	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8
Ильичевск-порт	0.9	0.8	0.7	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	0.9
A									
Южный-порт	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3	0.2	0.2
Одесса-порт	0.4	0.4	0.3	0.1	0.2	-0.1	-0.2	0.4	0.2
Ильичевск-порт	0.8	0.7	0.2	0.5	0.3	0.2	0.2	0.5	0.4
K									
Южный-порт	-0.9	-0.9	-0.9	-1.0	-0.8	-0.9	-0.8	-1.1	-0.9
Одесса-порт	-0.8	-0.8	-0.9	-0.8	-0.9	-0.7	-0.7	-1.0	-0.8
Ильичевск-порт	-0.2	0.3	-0.9	-0.4	-0.7	-0.7	-0.7	-0.8	-0.5
V_{\max}									
Южный-порт	13	12	12	12	11	14	13	13	14
Одесса-порт	13	12	13	17	10	12	13	14	17
Ильичевск-порт	12	12	12	10	10	12	10	12	12
Октябрь									
σ									

Южный-порт	2.1	2.0	2.1	2.0	2.5	2.2	2.4	2.0	2.2
Одесса-порт	2,2	2,0	2,7	2,2	2,4	2,4	2,2	2,4	2,3
Ильичевск-порт	1,2	1,2	2,2	1,4	2,1	1,3	1,2	1,2	1,5
<i>A</i>									
Южный-порт	0.2	0.2	0.1	-0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2
Одесса-порт	0,3	0,2	0,6	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3
Ильичевск-порт	0,4	0,6	0,4	0,7	0,9	0,7	0,5	0,4	0,7
<i>K</i>									
Южный-порт	-0.8	-0.8	-0.9	-0.8	-0.7	-0.9	-1.0	-0.7	-0.8
Одесса-порт	-1,0	-0,9	-0,5	-0,9	-0,7	-0,6	-0,9	-1,1	-0,8
Ильичевск-порт	-0,5	-0,6	-0,3	-0,2	-0,1	-0,2	-0,7	-0,8	-0,2
V_{max}									
Южный-порт	12	13	13	15	14	13	15	12	15
Одесса-порт	14	14	14	16	15	14	13	12	16
Ильичевск-порт	12	12	12	12	11	12	11	13	13

Костріков С.В.

ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ВИБОРУ МОДЕЛЕЙ І СЕРЕДОВИЩ МОДЕЛЮВАННЯ ВОДОЗБІРНИХ БАСЕЙНІВ

Вступ до питання, яке розглядається. Прісна вода є фундаментальним ресурсом, підвалиною всіх екологічних і соціальних процесів. Вода є критичним компонентом екологічних, фізичних, і водних систем. Дослідники, які вивчають такі проблеми довкілля як опустелювання, менеджмент водних ресурсів та контроль і прогнозування повеней, часто використовують для вирішення вказаних проблем у просторовому аспекті методики і методології, що базуються на *водозбірних басейнах*, як головних одиницях предметного моделювання і тематичного картографування. Раніше ми вже неодноразово розглядали значення водозбору як об'єкта геоінформаційного моделювання і первинної комірки просторово-функціональної організації території [1-4]. При цьому підкреслювали доцільність впровадження процедури моделювання відповідно до особливостей рельєфу й гідрологічного режиму річкових та яружно-балочних водозборів. Подібна пропозиція обґрунтовувалася на підставі такого припущення, що саме водозбори є найбільш значним типом одиниць природного морфогенетичного районування земної поверхні у регіонах поширення водно-ерозійної морфоскульптури.

Окремо нами розглядалися характеристики взаємодії двох складових природного довкілля водозборів – *флювіального рельєфу і їх гідрологічного режиму* – та особливості відгуку-реакції цих складових на зміну характеру і ступеню впливу зовнішніх факторів довкілля [5]. Дві вказані складові структурно поєднуються у єдине ціле, оскільки морфологічною основою водозбірного басейну є система взаємо-сполучених русел постійних і тимчасових водотоків, а також утворених ними річкових долин, ярів, балок і порожнин. Всі останні відносяться до форм флювіального рельєфу, які утворюються відповідно *гідролого-геоморфологічному відгуку водозбору на метеорологічні і гідрологічні явища*, що мають місце в його довкіллі.

У попередніх публікаціях ми вже подавали низку взаємосполучених понять щодо предметного і прикладного моделювання довкілля водозбірних басейнів: «цифрова модель місцевості» (ЦММ), «цифрова модель рельєфу водозбору» (ЦМРВ), «геоінформаційна модель водозбору» (ГІМВ) [3, 4, 6].

Метою цієї статті є подання більш загальних принципів вибору комп'ютерних моделей і середовищ моделювання у порівнянні із тими вузькопредметними прикладами, які доповідалися раніше. Стаття також передбачає коротке знайомство із середовищем моделювання сучасної системи аналітичної обробки просторової інформації (CAO П) *Amber iQ 2.0*.

Цифрова модель місцевості і геоінформаційна модель водозбору. Головні відмінності між цими двома типами моделей нами вже викладалися достатньо детально [6]. *Геоінформаційна модель водозбору* має бути застосована для вирішення задач із прогнозу та оцінки антропогенних впливів на його довкілля, наприклад, на гідрологічний режим через експлуатацію водогосподарчих об'єктів. Така модель є одним із головних компонентів *системи прийняття рішень* (СППР) для природоохоронного менеджменту річкових басейнів, яка може бути окремим предметом моделювання і розробки.

Як ми вже доводили, ГІМВ слід відрізнити від ЦММ, створення якої є тільки початковою умовою впровадження ГІС-технологій. На відміну від ЦММ, ГІМВ буде *остаточним результатом розробки* і, з іншого боку – безпосереднім засобом кінцевих розрахунків. Ми зазначали, що ЦММ як джерело первинних даних має, якщо є така можливість, зберігати дані не тільки про рельєф, але й про іншу різноманітну ландшафтну інформацію (клімат та гідрологічний режим, геологію місцевості, ґрунти та рослинність, антропогенний фактор) [3–5]. При розробці ГІМВ особливе значення має вибраний *об'єкт моделювання*. Цей об'єкт повинен бути достатньо “зручний” для моделювання та одночасно відображати якийсь природний феномен. У першому - третьому розділах ми доводили, що об'єктом, який задовольняє вказаним вимогам є *водозбірний басейн* (річковий, яружно-балочний). Він розглядається як результат взаємодії різних чинників – особливостей морфології поверхні, гідрологічних і геоморфологічних процесів, геологічної будови території і фактора техногенезу.

Тимчасові руслові потоки (і відповідно – яружно-балочні системи) можуть створити досить складну