

Холопцев А.В., Шидловская А.А.

УДК 911.9

**ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ ЭЛЬ НИНЬО НА МЕЖГОДОВУЮ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА НА ТЕРРИТОРИИ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

Ветер является одним из перспективных экологически чистых и практически неисчерпаемых энергетических ресурсов, который все шире используется человечеством. Он также является одним из главных факторов, который каждый год во многих регионах мира вызывает чрезвычайные ситуации метеорологического характера [1]. Поэтому выявление особенностей влияния на изменения характеристик их ветрового режима различных природных процессов является актуальной проблемой физической географии, экологической безопасности, охраны окружающей среды, а также энергетики.

Решение этой проблемы вызывает наибольший интерес в экономически развитых регионах, где местные ресурсы традиционных энергоносителей недостаточны для обеспечения их устойчивого социально-экономического развития, к числу которых относится и Крымский полуостров.

Наблюдения за ветровым режимом на территории Крымского полуострова начались с 1821 года, после основания в г. Симферополе Ф. К. Мильгаузеном первой метеорологической станции. Ныне на территории Крымского полуострова действует восемнадцать метеостанций, входящих в единую систему Гидрометеорологической службы Украины.

Современные представления о ветровом режиме в различных районах Крымского полуострова наиболее полно изложены в монографии Симонова. Согласно им, усредненные характеристики поля скорости ветра здесь изменяются в соответствии с происходящими изменениями прочих характеристик климата и во многом зависят от ряда крупномасштабных процессов в климатической системе планеты. К их числу относятся Севератлантическое колебание, Эль Ниньо и др.

Состояния подобных процессов принято характеризовать значениями соответствующих глобальных климатических индексов (ГКИ) [2-10].

Анализ результатов мониторинга изменений подобных ГКИ показал, что за период современного потепления климата, начавшийся в середине 70-х годов, особенности соответствующих крупномасштабных процессов ощутимо изменились. Существенно изменились и характеристики ветрового режима в большинстве регионов Украины, в том числе и в Автономной Республике Крым.

К числу важнейших характеристик ветрового режима относятся среднемесячные значения скорости ветра в приземном слое атмосферы, в основном используемого для выработки электроэнергии. Вследствие этого указанные особенности ветрового режима территорий определяют их ветровой потенциал, а их изменения во многом определяют перспективы развития на них ветроэнергетики.

Существенный интерес представляет и такая характеристика ветрового режима территории, как максимальная среднесуточная скорость ветра, зафиксированная в том или ином месяце и году. Именно она определяет степень опасности ветра, как фактора, который приводит к чрезвычайным ситуациям, а также воздействует на процессы дефляции, ветровой эрозии почв, а также развития ландшафтов.

Одним из мощнейших крупномасштабных процессов в земной атмосфере, определяющих особенности изменчивости метеорологических условий во многих регионах планеты, относится открытое Г.Т. Уолкером Эль Ниньо - Южное колебание (ЭНЮК) [6, 10, 11]. Установлено, что этот процесс зарождается в восточной части тропической зоны Тихого океана и наиболее ярко проявляется в изменениях распределения его поверхностной температуры. Поэтому как одну из характеристик состояния ЭНЮК, принято рассматривать средние температуры поверхности акватории, где он возникает, характеризуемые ГКИ NINA-1. Систематический мониторинг данного ГКИ ведется с 1951 года, а его результаты представлены в [12]. Несмотря на это особенности статистической связи межгодовой изменчивости NINA-1, а также среднемесячных и максимальных среднесуточных скоростей ветра на различных участках территории Крымского полуострова ныне изучены недостаточно.

Учитывая изложенное, **объектом исследования** выбрана межгодовая изменчивость среднемесячных и максимальных среднесуточных скоростей ветра на территории Крымского полуострова.

**Предметом исследования** являются особенности влияния изменений состояния ЭНЮК на межгодовую изменчивость среднемесячных и максимальных среднесуточных скоростей ветра на территории Крымского полуострова.

**Целью работы** являлось выявление условий, при которых статистическая связь межгодовых изменений NINA-1, а также среднемесячных и максимальных среднесуточных скоростей ветра на изучаемой территории, является значимой.

Для достижения указанной цели решены следующие **задачи**:

1. Выбор репрезентативных пунктов на территории Крымского полуострова.
2. Изучение статистических связей межгодовых изменений NINA-1, а также среднемесячных и максимальных среднесуточных скоростей ветра над территорией Крыма при различных временных сдвигах между этими процессами.

**Фактический материал и методика исследования.**

При решении первой задачи учитывались особенности ландшафтов Крымского полуострова [13], а также современные потребности различных его районов в дополнительной электроэнергии [14]. Это позволило выбрать в качестве репрезентативных пунктов на изучаемой территории, показанных на рисунке 1.

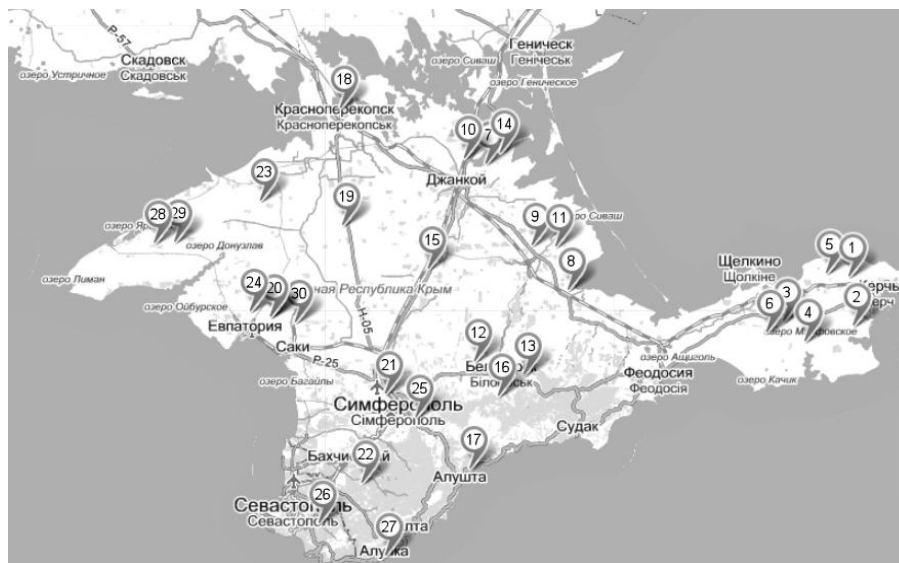


Рис. 1. Расположение репрезентативных пунктов.

Как следует из рисунка 1, расположение пунктов, рассматриваемых как репрезентативные, не совпадает с расположением метеостанций, действующих на территории Крымского полуострова. Поэтому для каждого из этих пунктов значения среднемесячных и максимальных среднесуточных скоростей ветра оценивались по имеющимся результатам фактических наблюдений. Для повышения достоверности результатов учитывались также данные, полученные при наблюдениях за изменениями характеристик ветра на метеостанциях Восточной Европы, показанных на рисунке 2, полученные из [15].

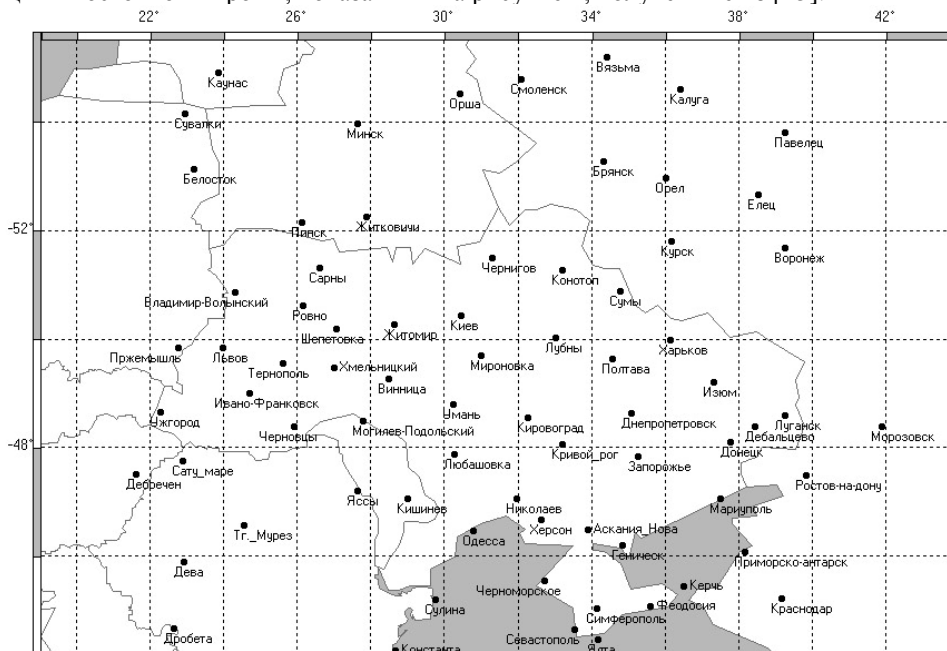


Рис. 2. Расположение учитываемых метеостанций на территории Восточной Европы.

Как видно из рисунка 2, при оценке значений рассматриваемых характеристик ветрового режима в репрезентативных пунктах учитывались далеко не все метеостанции Украины. Данные, полученные на прочих ее метеостанциях, использовались при оценке погрешностей интерполяции.

Установлено, что значения абсолютных погрешностей интерполяции изучаемых характеристик на всей территории Крымского полуострова не превышают 7% от их максимальных значений, что свидетельствует о применимости ее результатов в решаемой задаче. Интерполяция осуществлялась с использованием метода триангуляции Делоне [16].

В ходе решения второй задачи был применен метод корреляционного анализа. Связи между временными рядами межгодовых изменений NINA-1, а также среднемесячных и максимальных среднесуточных скоростей ветра над территорией Крыма, при сдвигах по времени между ними от 0 до 12 месяцев.

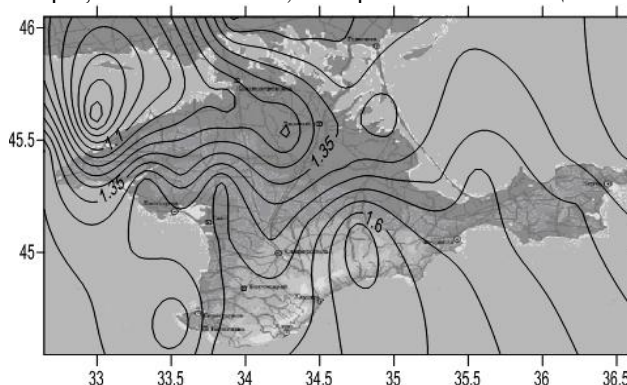
При принятии решения о значимости связи между изучаемыми процессами применялся критерий Стьюдента [17]. Пороговый уровень корреляции рассчитывался исходя из значений достоверности подобного статистического вывода 95% и числа степеней свободы соответствующих временных рядов.

#### Полученные результаты и их анализ.

В соответствии с изложенной методикой осуществлен анализ связей между временными рядами межгодовых изменений NINA-1, а также среднемесячных и максимальных среднесуточных скоростей ветра над исследуемой территорией.

Анализ взаимнокорреляционных функций указанных процессов показал, что для многих репрезентативных участков связь между ними является значимой.

В качестве примера, на рисунке 3 представлены распределение по территории Крымского полуострова значений отношения к 95% порогу коэффициента корреляции изменений среднемесячных скоростей ветра в нем, соответствующих октябрю, а также NINA-1, с опережением 6 месяцев.



**Рис. 3.** Распределение по территории Крымского полуострова значений отношения к 95% порогу коэффициента корреляции изменений среднемесячных скоростей ветра в нем, соответствующих октябрю, а также NINA-1, с опережением 6 месяцев.

Из рисунка 3 видно, что корреляция рассматриваемых процессов в октябре является значимой на всей территории Крымского полуострова. Связь между ними является наиболее сильной в районе г. Ялта и прилегающей к нему части Никитской яйлы.

Аналогичный анализ связей между изучаемыми процессами в прочие месяцы позволил установить следующее.

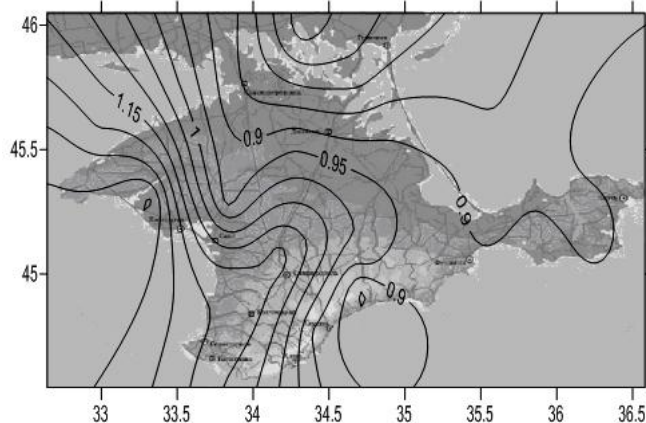
Значительная статистическая связь между изменениями среднемесячных скоростей ветра в осенние месяцы, а также NINA-1, соответствующего опережением 5-8 месяцев, имела место практически по всей территории Крымского полуострова.

В феврале наблюдалась значительная статистическая связь между среднемесячными скоростями ветра, а также NINA-1, соответствующего февралю (опережение 0 месяцев) на территории всего Крымского полуострова.

Что касается летних месяцев, то в июне существенная корреляция между изучаемыми характеристиками наблюдалась в районе города Новоселовское с опережением 1 месяц, в июле – в районе города Красноперекоск с опережением 4 месяца и в августе – в районе города Новоселовское, Евпатория и Черноморское с опережением 7-9 месяцев.

Статистическая связь между изучаемыми характеристиками не выявлена для января, мая и декабря.

В качестве примера, на рисунке 4 представлены зависимости от долготы репрезентативного пункта значений отношения к 95% порогу коэффициента корреляции изменений максимальных среднесуточных скоростей ветра в нем, соответствующих маю, а также NINA-1, с опережением 2 месяца.



**Рис. 4.** Распределение по территории Крымского полуострова значений отношения к 95% порогу коэффициента корреляции изменений максимальных среднесуточных скоростей ветра в нем, соответствующих маю, а также NINA-1, с опережением 2 месяца.

Из рисунка 4 следует, что корреляция изучаемых процессов в мае является значимой на юго-западной части Крымского полуострова. Статистическая связь между ними является наиболее сильной в районе мыса Каменный. В этом же районе наблюдались аналогичные тенденции, но с опережением NINA-1 на 1 месяц.

Аналогичный анализ связей между изучаемыми процессами в прочие месяцы позволил установить следующее.

Для всех месяцев, кроме июня, октября и ноября, выявлена общая закономерность – существенная статистическая связь между изменениями максимальных среднесуточных скоростей, а также NINA-1 имела место в районе города Новоселовское и Саки.

Статистическая связь между изучаемыми характеристиками не выявлена для июня, октября и ноября.

#### **Выводы:**

1. Результаты корреляционного анализа связей между межгодовыми изменениями среднемесячных и максимальных среднесуточных скоростей ветра, а также ГКИ NINA-1 указывают на то, что процесс Эль Ниньо способен влиять на изменение ветрового режима на территории Крымского полуострова.

2. Существенная статистическая связь между изменениями среднесуточных скоростей ветра имела место в октябре, а также NINA-1, соответствующего апрелю и марту (опережение 6 и 7 месяцев).

3. Наиболее сильная статистическая связь между изменениями максимальных среднесуточных скоростей наблюдалась в мае, а также NINA-1, соответствующего марту и апрелю (опережение 1 и 2 месяца).

#### **Источники и литература:**

1. Одум Ю. Экология : в 2-х т. / Ю. Одум. – М. : Мир, 1986. – Т. 1. – 328 с.; Т. 2. – 376 с.
2. Марчук Г. И. Роль океана в формировании климата / Г. И. Марчук // Тез. док. Всемир. конф. по изменению климата. – М., 2003. – С. 16-17.
3. Булатов Р. П. Атлантический океан / Р. П. Булатов, М. С. Бартош. – Л. : Наука, 1982. – 480 с.
4. Chiang J. C. Analogous meridional modes of atmosphere-ocean variability in the tropical Pacific and tropical Atlantic / J. C. Chiang // J. Climate. – 2004. – № 17 (21). – P. 4143-4158.
5. Enfield D. B. The Atlantic multidecadal oscillation and its relation to rainfall and river flows in the continental U.S. / D. B. Enfield, A. M. Mestas-Nunez, P. J. Trimble // Geophys. Res. Lett. – 2001. – Vol. 28. – P. 2077-2080.
6. Wolter K. Measuring the strength of ENSO - how does 1997/98 rank? / K. Wolter, M. S. Timlin // Weather. – 1998. – Vol. 53. – P. 315-324.
7. Penland C. Prediction of tropical Atlantic sea surface temperatures using Linear Inverse Modeling / C. Penland, L. Matrosova // J. Climate. – 1998. – March. – P. 483-496.
8. Enfield D. B. How ubiquitous is the dipole relationship in tropical Atlantic sea surface temperatures? / D. B. Enfield, A. M. Mestas, D. A. Mayer // JGR-O. – 1999. – № 104. – P. 7841-7848.
9. Wang C. and Enfield D.B. The tropical Western Hemisphere warm pool // Geophys. Res. Lett. - 2001. – № 28. – P. 1635-1638.
10. Martin P. H., Kumar A. Robustness of the nonlinear climate response to ENSO's extreme phases// Journal of Climate. – 2001. – Vol. 14, № 6. – P. 1277-1293.
11. Dai A., Lamb P.J., Trenberth K.E., Hulme M., Jones P.D. and Xie P. The recent Sahel drought is real // Int. J. of Climate. – 2004. – № 24. – P. 1323-1331.
12. Национальная администрация по океану и атмосфере : [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.noaa.gov>.
13. Руденко Л. Г. Національний атлас України / Л. Г. Руденко. – К. : ГНПП "Картографія", 2008. – 440 с.
14. Алексеев Б. А. Ветроэнергетика Украины: перспектива развития / Б. А. Алексеев // Тез. док. Междунар. конф. по ветроэнергетики. – К., 1999. – С. 10-36.
15. Tutiempo : [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.tutiempo.net/en/Climate>.
16. Скворцов А. В. Триангуляция Делоне и ее применение / А. В. Скворцов. – Томск : Изд-во Томского гос. ун-та, 2002. – 128 с.
17. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика / А. И. Кобзарь. – М. : Физматлит, 2006. – 816 с.