

**Государственное учреждение
“Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова”**

На правах рукописи

Швень Наталья Ивановна

**ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМА ВЕТРА НА ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ И
ИХ СВЯЗЬ С ГЛОБАЛЬНЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ АТМОСФЕРНОЙ
ЦИРКУЛЯЦИИ И ДРУГИМИ ФАКТОРАМИ**

Специальность 25.00.30 - метеорология, климатология, агрометеорология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2006**

Диссертация выполнена в Государственном учреждении
«Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова»

Научные руководители:

доктор географических наук, проф.
Елена Никандровна Романова

канд. географических наук
Владимир Иосифович Кондратюк

Официальные оппоненты:

доктор географических наук
Михаил Михайлович Борисенко

канд. физ.-мат. наук
Борис Михайлович Воробьев

Ведущая организация:

Арктический и Антарктический научно-
исследовательский институт

Защита состоится 18 октября 2006 г. в 14 часов на заседании
диссертационного совета Д 327.005.01 при Государственном учреждении «Главная
геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова»
по адресу: 194021, Санкт-Петербург, ул. Карбышева, д. 7

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Главной геофизической
обсерватории им. А.И. Воейкова

Автореферат разослан 16 сентября 2006 года

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор географических наук

А. Мещер

А.В. Мещерская

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы и состояние вопроса.

В связи с глобальными и региональными изменениями климата, в том числе глобальным потеплением и увеличением частоты экстремальных погодных явлений, возрастает потребность в надежной информации об опасных явлениях погоды, в том числе о максимальной скорости ветра.

С другой стороны, для улучшения результатов прогнозирования с помощью численных моделей, в которых используются характеристики приземного ветра, также необходимо иметь репрезентативные, не искаженные данные.

Кроме того, возрастание потребности человечества в энергетических ресурсах приводит к необходимости поисков и более широкого использования альтернативных источников энергообеспечения. К их числу относится в первую очередь ветроэнергетика, для развития которой чрезвычайно важно иметь достоверную информацию о режиме ветра на территории предполагаемого размещения ветроэнергетических установок. Это особенно актуально для Украины, как страны, имеющей энергозатратную экономику и значительную зависимость от внешних поступлений энергоносителей.

В этой связи возможность получения информации о ветровом режиме определенной территории без проведения дорогостоящих специальных дополнительных изысканий является очень актуальной задачей.

Получение достоверной репрезентативной информации о режиме ветра зависит от многих факторов, в том числе от условий размещения ветроизмерительных приборов, высоты установки датчиков, применяемых приборов и методов наблюдений.

Изучение и учет влияния этих факторов в условиях, когда на территории Украины происходит замена систем наблюдений за характеристиками ветра, а многие станции подвергаются значительному антропогенному влиянию, является очень актуальным.

Цель работы и задачи исследования.

Целью исследования является оценка основных характеристик приземного ветра на территории Украины с учетом вклада защищенности ветроизмерительных приборов, орографии и других факторов, оценка достоверности характеристик ветра, получаемых с помощью приборов нового типа, и определение зависимости изменений характеристик ветра на территории Украины от глобальных циркуляционных процессов.

В задачи работы входили:

- оценить влияние различных микроклиматических факторов на достоверность данных о режиме ветра;
- выполнить пересчет характеристик ветра горных территорий Украины к равнинным формам рельефа;
- оценить изменение режима сильных ветров на территории Украины за период 1990-2000 гг;
- изучить влияние внедрения методики векторного осреднения скорости ветра на станциях гидрометеослужбы Украины на однородность данных;
- изучить возможность исследования мелкомасштабных атмосферных движений в приземном слое с использованием ветроизмерительных приборов нового поколения;
- выявить тенденции вековых изменений скорости ветра;
- оценить перспективы развития ветроэнергетики в Украине с учетом глобальных изменений климата и фактора орографии.

Научная новизна полученных результатов: дано теоретическое обоснование процессов, обуславливающих изменения скорости ветра на отдельных территориях (Украины, Антарктики), а также оценка тенденции этих изменений.

Автором впервые:

- адаптирована для условий Украины методика оценки микроклиматической изменчивости режима ветра под влиянием рельефа и древесной растительности, предложенная Е.Н. Романовой;

- пересчитана к условиям равнинной местности скорость ветра на метеорологических станциях Украины, расположенных в горной и холмистой местности;

- получена эмпирическая зависимость скорости ветра от защищенности станции, характеризуемой углом закрытости горизонта;

- уточнены значения коэффициента порывистости в зависимости от закрытости горизонта и характера облачности, а также при шквалистом усилении скорости ветра;

- получены результаты сравнения векторного и скалярного осреднения скорости ветра;

- сформулированы рекомендации производителям анеморумбометров МАРК-60 относительно методов расчета средней скорости;

- выявлена цикличность векового хода скорости ветра на территории Украины и ее зависимость от изменения типа циркуляции по Г.Я. Вангенгейму.

Практическая значимость работы. Полученные результаты могут быть использованы при планировании развития ветроэнергетики на территории Украины с учетом тенденции вековых изменений скорости ветра. Пересчет скоростей ветра, получаемых в пунктах наблюдений реального рельефа, к условиям ровного места может быть использован при расчете ветроэнергетических запасов отдельных территорий. Результаты исследования сильного ветра могут быть использованы при критическом контроле материалов метеорологических наблюдений.

Кроме того, рекомендации автора по методике осреднения скорости ветра были внедрены разработчиками и производителями анеморумбометра МАРК-60.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Наличие и причины уменьшения скорости ветра на территории Украины в последние десятилетия. Основные причины – изменение типа циркуляционной эпохи и увеличение защищенности ветроизмерительных приборов. Эмпирическая зависимость между скоростью ветра и закрытостью горизонта. Увеличение

закрытости от 1 до 8-9 градусов приводит к уменьшению средней годовой скорости ветра на 1-2 м/с. Дальнейшее увеличение защищенности меньше сказывается на уменьшении скорости ветра. Получена карта средних скоростей ветра, приведенных к условиям открытого ровного места.

2. Увеличение количества случаев ветра со скоростью 25 м/с и более в последние десятилетия, уменьшение их продолжительности с 1991 по 2000 г.

3. Замена ветроизмерительных приборов с независимым осреднением направления и скорости ветра на приборы, в которых применяется векторное осреднение, приводит к нарушению однородности рядов средней месячной скорости ветра.

Целесообразность измерения на климатических станциях как векторной, так и скалярной средней скорости ветра при внедрении нового типа ветроизмерительных приборов.

4. Возможность увеличения средней скорости ветра на территории Украины в ближайшие десятилетия на 1-2 м/с вследствие смены циркуляционных эпох.

Личный вклад автора в диссертационную работу. Автором определены цели и задачи исследования, использованы статистические методы анализа временных рядов скорости ветра, проведено сравнение данных, полученных экспериментальным путем и в процессе стандартных наблюдений.

Приведена к условиям равнинной открытой местности скорость ветра на метеорологических станциях Украины, расположенных в горной и холмистой местности.

Получена эмпирическая зависимость скорости ветра от защищенности ветроизмерительных приборов.

В результате испытаний двух разных методов осреднения скорости ветра даны рекомендации разработчикам анеморумбометра МАРК-60.

Уточнены значения, которые может принимать коэффициент порывистости в зависимости от закрытости горизонта и характера облачности, а также при шквалистом усилении ветра.

Уточнена тенденция векового хода скорости ветра на территории Украины, в сравнении с Антарктикой.

Выявлена зависимость векового хода скорости ветра на территории Украины от типа циркуляции (по Г.Я. Вангенгейму).

Апробация работы.

Основные положения и результаты представляемой работы докладывались на:

IX международной научно-практической конференции «Перспективы для иностранных инвестиций» (Трускавец, 2000);

Всеукраинской научно-практической конференции “Влияние ветра на здания и сооружения” (Седово, Донецкая обл., 2001);

Научной конференции по результатам исследований в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения природной среды в государствах – участниках СНГ (Санкт-Петербург, 2002);

Международной конференции “Гідрометеорологія і охорона навколишнього природного середовища – 2002”, (Одесса, 2002);

V Международной конференции «Нетрадиционная энергетика XXI века», (Николаевка, Крым, 2004).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 7 работ, список которых приведен в конце автореферата.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 158 наименований. Объем диссертации составляет 158 страниц, из которых 12 страниц занято таблицами и рисунками. Всего в тексте диссертации приводится 39 таблиц и 30 рисунков.

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Во введении дается обоснование актуальности проблем, которые решаются в диссертации, сформулированы цели и основные задачи исследования,

раскрывается научная новизна и практическая значимость работы, личный вклад автора в решение поставленных задач.

Глава 1 содержит обзор литературы, посвященной анализу репрезентативности данных о ветре в приземном слое атмосферы и учету защищенности станций, дана оценка современного состояния измерения характеристик ветра на территории Украины.

Проведен анализ защищенности станций гидрометеослужбы Украины. При этом было установлено, что только 6 станций являются полностью открытыми, и еще 40 станций являются полузащищенными, т.е. по всем румбам закрытость горизонта меньше либо равна 7 градусам.

По данным 97 станций рассчитан коэффициент корреляции между средней скоростью ветра и закрытостью горизонта, который, без учета влияния фактора орографии, составляет $-0,69$. Графическая зависимость между скоростью ветра и закрытостью горизонта представлена на рис. 1.

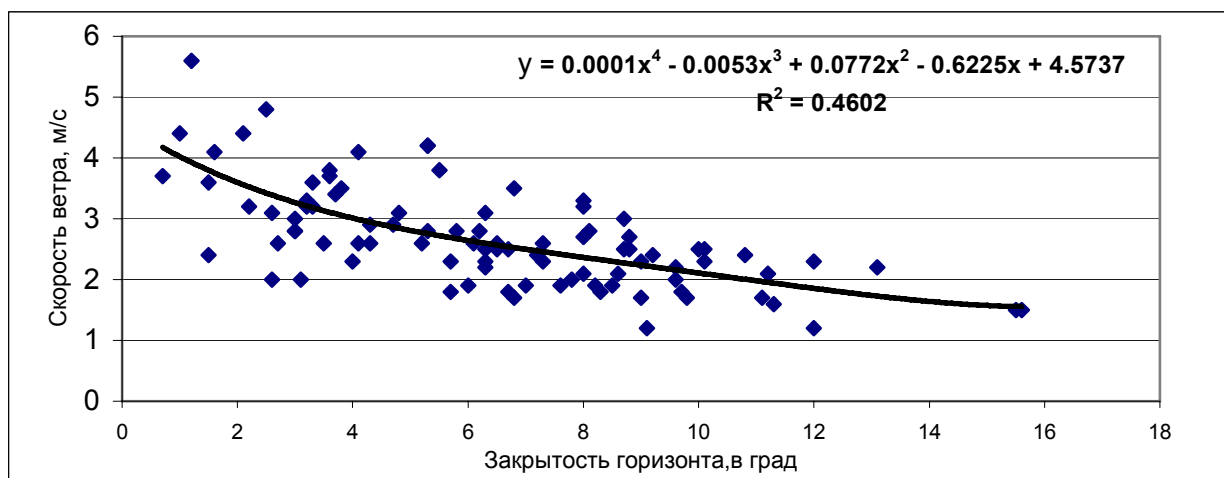


Рис.1. График зависимости скорости ветра от закрытости горизонта.

Оценен вклад различных факторов в нарушение однородности рядов средней месячной скорости ветра на станциях гидрометслужбы Украины. Установлено, что основной причиной нарушения однородности является увеличение защищенности станций (41% случаев), и только в 27 % случаев причина - смена типа прибора.

Проведен пересчет скорости ветра гидрометстанций Украины, расположенных в местах со сложной орографией, к условиям ровного места, с использованием микроклиматических коэффициентов изменения скорости ветра K'_u , характеризующих отношение скорости ветра над различными типичными формами рельефа и на открытом ровном месте, полученных Е.Н. Романовой. Для приведения скорости ветра к условиям открытого места была использована полученная нами зависимость скорости ветра от закрытости горизонта. Получена карта средних скоростей ветра, приведенных к условиям открытого ровного места. Наибольшие скорости ветра характерны для восточной части Украинских Карпат, побережья Черного и Азовского морей, Донецкого края и приграничной части Сумской области. Узкая полоса более сильных ветров тянется от западной границы Украины до Винницы. Слабые ветры характерны для Волынской, Закарпатской областей, северной и центральной части Приднепровья.

Рассмотрен вековой ход максимальной скорости ветра, влияние смены методик наблюдений на однородность данных.

Глава 2. Дана характеристика сильных ветров на территории Украины. В последнее 15-20 лет было отмечено увеличение количества дней с сильным (≥ 25 м/с) ветром.

Проанализировано территориальное распределение сильных ветров со скоростью 25 м/с и более, которые относятся к стихийным гидрометеорологическим явлениям (СГЯ). Построена карта территориального распределения суммарной продолжительности сильного ветра за период 1991-2000 гг. Выделяются две зоны минимального действия сильных ветров, - это северные и юго-западные области Украины.

Наибольшая повторяемость числа случаев скорости ветра 25 м/с и более отмечается в Ивано-Франковской, Львовской областях и Автономной республике Крым. Установлено, что за последние 10 лет XX века повторяемость сильного ветра увеличилась в летние месяцы (апрель-сентябрь) и уменьшилась в переходные сезоны (март, октябрь, ноябрь).

Рассмотрена повторяемость ветра со скоростью 25 м/с и более разной продолжительности. Чаще всего продолжительность СГЯ по ветру не превышает 6 ч (без учета шквалов). Сильные ветры большей продолжительности наблюдаются значительно реже.

Если сравнить с предыдущим периодом (до 1991 г), то повторяемость случаев сильного ветра со скоростью 25 м/с и более продолжительностью до 12 ч увеличилась, тогда как повторяемость случаев сильного ветра продолжительностью более 12 ч, наоборот, уменьшилась.

Глава 3 посвящена исследованию векторной сущности ветра с помощью анеморумбометра МАРК-60. Уточнены такие дополнительные характеристики ветра как параметр устойчивости и коэффициент порывистости, рассмотрена зависимость коэффициента порывистости от периода осреднения, скорости ветра и состояния атмосферы.

Исследования, проводимые ранее, касались в основном установившегося воздушного потока. Нами были рассчитаны коэффициенты порывистости в условиях резкого нарушения однородности потока, а именно, при прохождении холодного фронта 30 июля 2002 года на гидрометстанции Киев (ОГМС Киев). Были рассмотрены скользящие средние векторные и скалярные скорости ветра с осреднением за 10- и 2-минутные интервалы времени и максимальные скорости ветра (интервал осреднения порыва 3 сек) за период с 18 до 19 ч, в течение которого наблюдались гроза, ливневый дождь, шквал.

Коэффициенты порывистости рассчитаны по формуле:

$$k = \frac{V_{\max}}{V_{\text{ср.вект}}}$$

Значения k при векторном осреднении скорости ветра за 10-минутный интервал колебались в диапазоне от 1.8 до 10.0. При осреднении скорости ветра за 2- минутный интервал коэффициент k принимал значения от 1.4 до 6.4.

Большие значения k при градации средней векторной скорости ветра 1 м/с в данном случае объясняются не столько погрешностью измерения при малых значениях скорости, как тем, что при шквале за небольшой промежуток времени мгновенная скорость возросла от 3.2 до 14 м/с. На рис.2, который характеризует

изменение скалярной и векторной скоростью ветра, можно заметить, что в то время, когда отмечалось наибольшее значение коэффициента порывистости - 10.0 (в 18.25), отмечалась и наибольшая разность между значениями скалярной и векторной скорости. Причем в то время, когда скалярная скорость возрастала, векторная вследствие большой порывистости несколько минут уменьшалась.

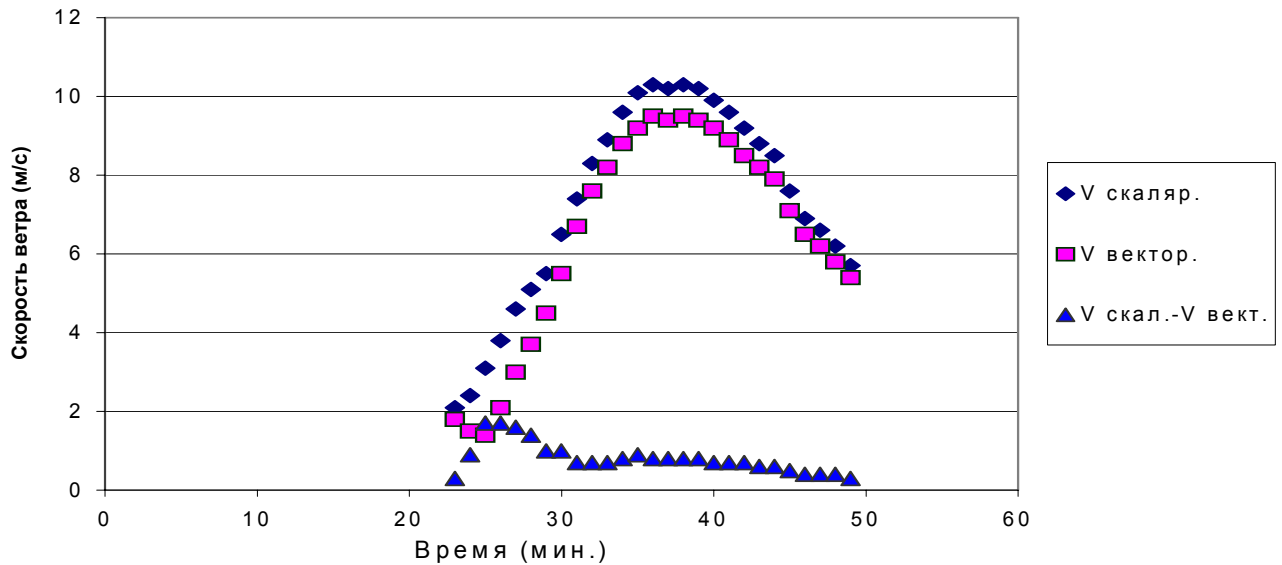


Рис.2. Разность между скалярной и векторной скоростью ветра при шквале.

Таким образом, установлено, что в условиях сильной турбулентности, при сильной неустойчивости атмосферы вследствие прохождения фронтов, наличия грозových процессов с явлениями шквалистого усиления ветра, коэффициенты порывистости, рассчитанные по векторной скорости, осредненной за 10-минутные интервалы, превышают (особенно в начале явления), обычные значения в 3-5 раз.

Нами была рассмотрена зависимость разности скалярной и векторной скорости $\Delta(V_{ск} - V_{вект})$ от состояния атмосферы. Было обнаружено, что какой-либо зависимости значений $\Delta(V_{ск} - V_{вект})$ от степени неустойчивости, определенной по данным радиозондирования в пограничном слое, не прослеживается, причем в среднем разность $\Delta(V_{ск} - V_{вект})$ в полтора-два раза больше днем, чем в ночные сроки.

Рассмотрен суточный ход коэффициента порывистости и его связь с характером облачности.

Отмечено, что имеется выраженный суточный ход коэффициента порывистости с максимумом в 09 и минимумом в 21 ч по всемирному скоординированному времени (ВСВ). Причем наибольший положительный градиент коэффициента порывистости ветра отмечен в ночной период (с 21 до 00 ч по ВСВ, что соответствует периоду с 00 до 03 ч по Киевскому времени).

В дневное время наибольшее изменение k отмечается между сроками 09 и 12 ч по Киевскому летнему времени, что соответствует усилению турбулентности, вызванной термической конвекцией. С 12 до 15 ч наблюдается наибольшая средняя скорость ветра.

Наибольший отрицательный градиент коэффициента порывистости отмечен в начале метеорологических суток, т.е. с 21 до 00 ч Киевского летнего времени. Видимо, это связано с ослаблением конвекции, а возрастание средней скорости ветра и коэффициента порывистости в последующие три часа, вероятно, можно объяснить выхолаживанием подстилающей поверхности и возникновением связанных с этим интенсивных потоков тепла. Ведь в эти сроки в большинстве случаев было ясно (61 и 48% соответственно) или наблюдалась облачность слоистых форм.

При рассмотрении зависимости коэффициента порывистости от наличия конвекции разного происхождения были рассчитаны средние значения коэффициента порывистости при облачности различных форм в сроки наблюдений.

При безоблачном небе k оказался завышенным (4.41) за счет случаев очень слабого ветра. При исключении сроков со скоростью ветра меньше 1.2 м/с коэффициент порывистости при безоблачном небе составил 2.12. При наличии кучево-дождевых и кучевых облаков k значительно больше, чем при облачности слоистых форм (табл. 1).

Сравнение данных наблюдений по анеморумбометрам М-63М-1 и МАРК показало, что разность средней месячной скорости ветра, определенной разными

Таблица 1.

Коэффициенты порывистости (k) при наличии облачности разных форм

	Формы облачности нижнего яруса и вертикального развития				Нет облаков
	Cu	Cb	Sc	St-Ns	
k	2,91	2,93	2,27	2,12	2,12(4,41)

типами приборов, может достигать 30 %.

Рассматривая распределение средней месячной скорости ветра, измеренной разными приборами, по срокам и градациям скоростей, можно заметить, что в летний период в дневные сроки, когда наблюдается обусловленное дневным прогревом подстилающей поверхности усиление скорости ветра и турбулентности, количество случаев со скоростью ветра более 5 м/с значительно больше при использовании для наблюдений анеморумбометра М-63М-1, чем МАРК.

Поскольку в реальности турбулентность приземного слоя атмосферы является интегральным проявлением взаимодействия нескольких факторов, с преобладанием в отдельные периоды того или иного из них, то на каждой конкретной станции в конкретный период времени влияние турбулентности при измерении средней векторной скорости будет проявляться по-своему и зависеть от характера подстилающей поверхности, наличия препятствий в ближайшем окружении станции, орографических особенностей и синоптических условий. Поэтому при существующей методике обработки данных замена одного типа прибора (М-63М-1) другим (МАРК) и переход на сети метеорологических станций на векторное осреднение скорости ветра в ряде случаев может привести к нарушению однородности рядов средней месячной скорости ветра.

Исходя из этого, нами было рекомендовано при разработке ветроизмерительных приборов предусмотреть возможность применения как скалярного, так и векторного осреднения скорости ветра. В приборе, оснащенный компьютерным терминалом (МАРК-ТК), эта задача легко решается созданием соответствующего программного обеспечения, причем пользователь сможет

оперативно выбирать способ осреднения, а в архивных файлах будут накапливаться данные как скалярной, так и векторной средней скорости ветра.

Глава 4. По данным метеорологических наблюдений, начиная с 70-х годов прошлого столетия, зафиксировано заметное уменьшение скорости ветра на территории Украины, которое продолжается и в настоящее время.

Аналогичная тенденция отмечена и на территории Беларуси [Покумейко, Скуратович, Гольдберг, 2003] и некоторых районов Европейской части России [Мещерская, Гетман, Борисенко и др., 2004].

Основными причинами уменьшения скорости ветра могут быть:

- увеличение защищенности ветроизмерительных приборов; изменение методик наблюдений и замена типов приборов (рассмотрены в гл. 1);
- смена циркуляционных эпох и колебания индекса солнечной активности;
- глобальное потепление.

Для исследования вековых изменений скорости ветра и их связи со сменой циркуляционных эпох и колебаниями индекса солнечной активности были выбраны несколько станций с длинными однородными рядами наблюдений, расположенных в разных регионах страны (Полтава, Аскания Нова, Одесса), на которых условия защищенности существенно не менялись. Данные были приведены к стандартной высоте 10 м.

Как это видно на рис. 3-4, период усиления зональной циркуляции (W) совпадает (с некоторым запаздыванием) с периодом низких значений чисел Вольфа 80-90-летнего цикла солнечной активности, а меридиональной циркуляции (С+Е) – с периодом высоких значений чисел Вольфа.

Сопоставив рис. 3 и 4, можно заметить, что период больших скоростей ветра с 1915 по 1956 г совпадает с возрастанием количества периодов устойчивой циркуляции типа W и с уменьшением количества периодов устойчивой циркуляции типов С+Е продолжительностью 11-20 дней.

Распределение воздушных течений на земном шаре тесно связано с распределением атмосферного давления, температуры и характером циклонической деятельности, вращением Земли. В зоне умеренных широт барический градиент в тропосфере направлен от субтропиков к полюсам, поэтому

здесь преобладают ветры западного направления. Таким образом, в период ослабления солнечной активности зональная циркуляция, свойственная земной атмосфере, нарушается реже, то есть реже происходят преобразования зональных форм циркуляции в меридиональные.

Вероятно, именно поэтому в эпоху зональной циркуляции (западной) скорость ветра возрастает, а в эпоху меридиональной (E и C) скорость ветра в приземном слое атмосферы уменьшается.

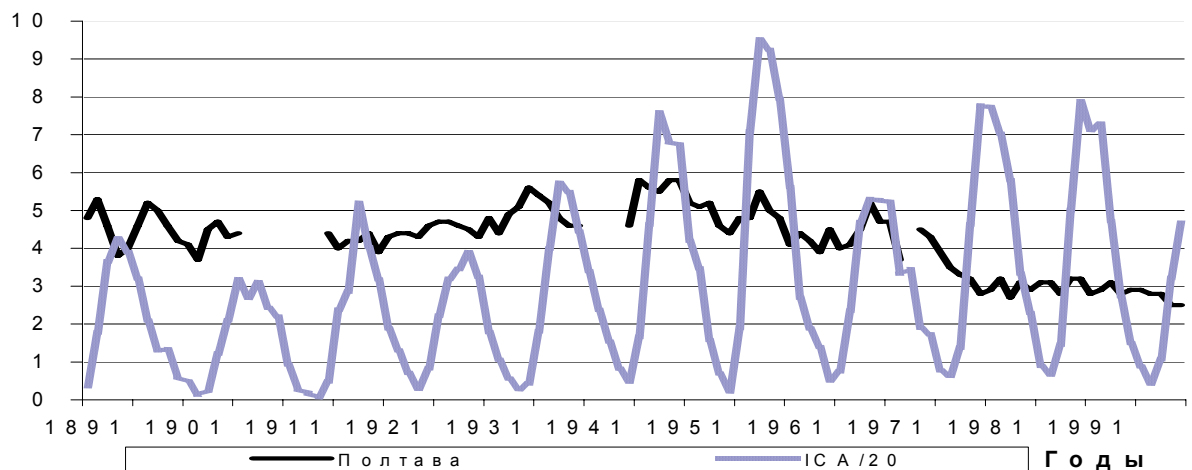


Рис.3. Вековой ход средней годовой скорости ветра и индекса солнечной активности (ИСА).

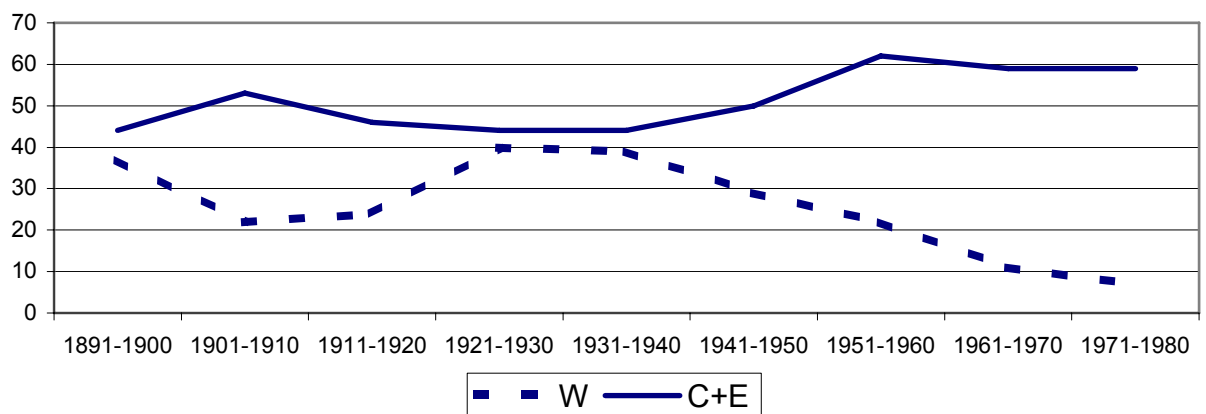


Рис.4. Ход количества периодов устойчивой циркуляции типов W и C+E продолжительностью 11-20 дней (по данным Ю.В.Николаева, Ю.Н.Колтакова).

Анализ разных подходов к определению типа циркуляционной эпохи за последний 25-30 лет позволил сделать вывод о завершающейся эпохе меридиональной циркуляции. Следовательно, в ближайшие десятилетия можно ожидать увеличения скорости ветра.

Чтобы убедиться, что уменьшение скорости ветра, которое наблюдается на территории Украины, имеет локальный, а не глобальный характер, нами были рассмотрены изменения метеовеличин в Южном полушарии по данным украинской антарктической станции Академик Вернадский (до 1996 г - Фарадей), а также по данным ряда других антарктических станций.

Обнаружена противоположная направленность трендов скорости ветра в разных секторах антарктического побережья.

На некоторых антарктических станциях (Академик Вернадский, Сева) увеличение температуры воздуха сопровождается увеличением скорости ветра, на других – скорость ветра уменьшается (Дюмон-Дюрвиль, Мирный).

Возможно, повышение температуры воздуха над Антарктикой за последние несколько десятилетий обусловлено циркуляционными изменениями, в частности, усилением и проникновением дальше на юг циклонов, вызывающих штормы и усиление ветра.

Таким образом, можно утверждать, что за 50-летний период наблюдений ход скорости ветра на Аргентинских островах противоположный тому, который наблюдается в Северном полушарии на территории Украины. Роль глобального потепления в уменьшении скорости ветра в умеренных широтах Северного полушария не доказана.

ВЫВОДЫ.

Результаты проведенных исследований представляют собой обобщение и решение важной проблемы учета объективных факторов, влияющих на определение характеристик ветра (защищенность станций, изменение метода осреднения скорости ветра, смена циркуляционных эпох), с целью получения надежных данных о ветре.

Исследования были направлены на объяснение тенденций изменения скорости ветра и получение эмпирических зависимостей скорости ветра от защищенности ветроизмерительных приборов, на обоснование необходимости осреднения скорости ветра как векторным, так и скалярным методом.

Основные результаты исследований состоят в следующем:

1. Эмпирическим путем установлена зависимость скорости ветра от закрытости горизонта для учета возмущений воздушных потоков местного характера, рассчитан коэффициент корреляции между средней скоростью ветра и закрытостью горизонта.

2. Проведен пересчет скорости ветра гидрометеорологических станций Украины, расположенных в местах со сложной орографией, к условиям открытого ровного места, с использованием микроклиматических коэффициентов, полученных Е.Н. Романовой.

3. Обнаружена тенденция к увеличению количества дней с сильным ветром (со скоростью 25 м/с и более) в течение последних несколько десятилетий на территории Украины.

4. Определена повторяемость случаев сильного ветра (со скоростью 25 м/с и более) разной продолжительности за период 1991-2000 гг, выявлены закономерности территориального распределения направления ветра наибольшей повторяемости за период 1960-1990 гг.

5. В результате испытаний анеморумбометра МАРК-60 было обнаружено:

5.1. Разность между средней скоростью ветра, рассчитанной векторным и скалярным способом, зависит от степени термической и динамической турбулентности ветрового потока.

5.2. Учитывая, что на метеорологических станциях в разные периоды времени влияние турбулентности при измерении средней векторной скорости будет проявляться по-разному и зависеть от характера подстилающей поверхности, наличия препятствий в ближайшем окружении станции, орографических особенностей и синоптических условий, был сделан вывод о том, что при существующей методике обработки данных замена одного типа ветроизмерительных приборов (М-63М-1) на другой (МАРК-60) и переход на векторное осреднение скорости ветра приведет к нарушению однородности рядов средней месячной скорости ветра.

Учитывая, что для климатических станций предпочтительнее скалярное осреднение скорости ветра, а для некоторых отраслей экономики, в первую очередь авиации, есть необходимость в векторной скорости ветра,

производителям приборов было рекомендовано предусмотреть возможность как скалярного, так и векторного осреднения в одном приборе. Это даст возможность получения дополнительных характеристик ветра, таких как параметр устойчивости.

6. Были установлены причины уменьшения скорости ветра за последние десятилетия. К ним относятся:

- увеличение защищенности ветроизмерительных приборов (установлена соответствующая зависимость скорости ветра от угла закрытости горизонта);
- смена циркуляционных эпох как результат влияния изменений индекса солнечной активности.

7. Обоснована возможность увеличения средней годовой скорости ветра на территории Украины в ближайшие десятилетия на 1-2 м/с в связи с предполагаемой сменой меридионального типа циркуляции в Евро-Атлантическом районе на зональную.

Результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Сучасний стан та перспективи розвитку існуючої в Комітеті України з питань гідрометеорології системи збору та обробки даних про параметри вітру (в соавторстве с А.А. Косовцом). - Вісник Держ. Ак. будівництва і архітектури, збірник наук. праць, вип. 99-6 (20), т.2 “Інженерні питання впливу вітру на споруди”, 2001, с. 3-5.

2. Некоторые особенности наблюдения за сильным ветром на Украине (в соавторстве с А.А. Косовцом). Научная конференция по результатам исследований в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения природной среды в государствах – участниках СНГ. Тезисы доклада, Санкт-Петербург, 2002, с. 89-93.

3. Про вплив зміни методик спостережень на визначення швидкості вітру на метеорологічній мережі України. Труды УкрНИГМИ, 2004, вып. 253, с. 164-172.

4. Про приведення швидкості вітру до умов відкритого рівного місця. Матеріали V Міжнародної конференції «Нетрадиційна енергетика XXI века», Крым, 2004, с. 162-166.

5. Залежність вікових змін швидкості вітру в приземному шарі атмосфери від типу циркуляційної епохи і сонячної активності (в соавторстве с К.В. Петренко). Материалы VI международной конференции “Відновлювана енергетика ХХІ століття”, Крым, 2005, с. 86-89.

6. О некоторых особенностях ветрового режима в районе Антарктического полуострова (в соавторстве с С.В. Клоком) – Укр. антарк. журн. – 2005, №3, с. 93-98.

7. Деякі особливості циркуляції атмосфери в районі Антарктиди (в соавторстве с К.В. Петренко, С.В. Клоком). III Международная конференция “Наукові дослідження в Антарктиці”, III УАК 2006, Тезисы, Киев, 2006, с. 64-65.