

УДК656.6.052

А. В. Холопцев<sup>1</sup>  
Б. А. Демченко<sup>2</sup>  
Л. В. Аркин<sup>3</sup>

**Статистические свойства ошибок прогнозов  
характеристик ветра на сайте  
WINDYTY.COM.**

---

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь  
e-mail:[kholoptsev@mail.ru](mailto:kholoptsev@mail.ru)

---

***Аннотация.** Изучены особенности годового хода систематической и абсолютной погрешности краткосрочных прогнозов среднесуточных значений модуля скорости ветра в портах Амдерма, Керчь и Черноморское, которые представлены на сайте windyty.com. Выявлены особенности гистограмм распределения вероятностей ошибок этих прогнозов, которые соответствуют различным значениям упреждения.*

***Ключевые слова:** модуль скорости ветра, среднесуточное, прогноз, систематическая, абсолютная погрешность, гистограмма.*

### **Введение**

Изменения характеристик ветра существенно влияют на механические воздействия, которым подвергаются многие элементы конструкции водных и воздушных судов, что приводит к отклонениям этих транспортных средств от заданных траекторий их движения. Влияют они и на характеристики ветрового волнения, оловых процессов на суше, а также вызывают вариации ледовитости многих морских акваторий. Поэтому совершенствование методик их прогнозирования является актуальной проблемой эксплуатации водного и воздушного транспорта, а также физической географии и геофизики ландшафтов.

Наибольший интерес решение рассматриваемой проблемы представляет для характеристик ветра, которые оказывают максимальное влияние на смещение судна от заданного курса, высоту воздействующих на него ветровых волн, а также его безопасность. Одной из них является такая характеристика ветра, как среднесуточное значение модуля его скорости в пункте, где в тот или иной момент времени будет находиться судно.

Имеющиеся на современных судах метеорологические приборы позволяют получать информацию лишь о фактических характеристиках кажущегося ветра, которые соответствуют моментам времени, в которые производятся их измерения, но не позволяют заглянуть в будущее.

Характеристиками ветра, прогнозы которых судоводитель (пилот) может получить из гидрометеорологического обеспечения (как общего назначения, так и специализированного), которое передается ему по каналам связи, являются средние значения его модуля и направления. Эти значения, соответствуют не точке, в которой может находиться судно в интересующий момент будущего, а лишь району, где оно работает. Подобные прогнозы выдаются, как правило, на следующие сутки[1].

По понятным причинам, чем больше район, для которого получен прогноз, тем значительней усредненные метеоусловия в этом районе отличаются от метеоусловий в той или иной его точке. Последнее вынуждает судоводителя (пилота) управлять движением своего судна, учитывая такие прогнозы, но в основном ориентируясь лишь на фактические характеристики ветра, действующего на судно, а также руководствуясь опытом, личными ощущениями и интуицией.

В случаях, когда чувства подводят, а опыта недостаточно, подобный способ управления увеличивает навигационный риск и может приводить к авариям. Учитывая это, одним из перспективных направлений совершенствования специализированного гидрометеорологического обеспечения является уменьшение как размеров районов, которым соответствуют входящие в его состав прогнозы, так и их упреждений.

Так как при уменьшении размеров таких районов неизбежно приходится увеличивать их общее количество, существенной проблемой, сдерживающей развитие этого обеспечения в указанном направлении, является увеличение трудоемкости разработки прогнозов.

Одними из лучших по данному показателю являются прогнозы средних характеристик скорости ветра, которая представлена на сайте **Windyty.com**[2].

Упомянутый сайт использует данные Национального управления океанических и атмосферных исследований США (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) о модуле и направлении скорости ветра, которые усреднены по районам размерами  $1^\circ \times 1^\circ$ , и обновляются восемь раз в сутки. При прогнозировании применяются гидродинамические методы и используется допущение, согласно которому поверхность нашей планеты лишена рельефа, но значения температуры различных ее участков равны фактическим. Вследствие этого разработанные таким образом прогнозы могут являться тем более адекватными, чем в меньшей степени рельеф рассматриваемого участка земной поверхности влияет на существующий над ним ветер.

По понятным причинам наиболее адекватными они могут являться либо для удаленных от побережий океанических акваторий, либо для слоев атмосферы, расположенных достаточно высоко над земной поверхностью. Следовательно, практический интерес они представляют в основном либо для судоводителей, либо для летчиков.

На сайте **Windyty.com** представлена информация по всем районам нашей планеты, как на текущий момент времени, так и на моменты будущего времени с упреждением от 1 до 300 часов. Эта информация не только красочно визуализируется, но и отображается для рассматриваемого района в числовой форме.

Для многих участков земной поверхности, где систематический мониторинг характеристик ветра осуществляют находящиеся на них стационарные, либо мобильные (судовые) метеостанции, значения рассматриваемой характеристики скорости ветра представлены в базе данных [3]. Это позволяет для таких участков определить значения ошибок ее прогнозов с тем или иным упреждением, даваемых сайтом **Windyty.com**.

Тем не менее, ранее статистические свойства ошибок данных прогнозов (которые в принципе могут зависеть, как от времени года, так и от

географического положения метеостанции) изучены не были, как и их систематические и абсолютные погрешности для участков земной поверхности, на которых в тот или иной момент времени находятся суда. В результате, адекватное применение прогнозов характеристик ветра, которые представлены на сайте **Windyty.com**, в практике планирования рейса, а также управления движением судна ныне весьма проблематично. Вследствие этого изучение статистические свойства ошибок упомянутых прогнозов для специалистов по эксплуатации водного и воздушного транспорта представляет немалый теоретический и практический интерес.

Учитывая изложенное, как предмет исследования, в данной работе выбраны погрешности прогнозов рассматриваемой характеристики ветра, которые представлены на сайте **Windyty.com**.

Целью данной работы является оценка влияния расположения пункта наблюдения и времени года на статистические свойства ошибок изучаемых прогнозов среднесуточного значения модуля скорости ветра.

### **Материалы и методы**

Для достижения указанной цели изучены статистические свойства ошибок прогнозов модуля среднесуточной скорости ветра, которые представлены на сайте **Windyty.com**. Эти исследования проведены для различных сезонов и некоторых пунктов земной поверхности, которые рассматриваются как репрезентативные.

Так как на статистические свойства ошибок прогнозов могут влиять физико-географические и климатические факторы, репрезентативные пункты выбраны на побережьях морей России, расположенных в различных природно-климатических зонах.

При выборе подобных пунктов учитывалось также наличие в них стационарных метеостанций, которые систематически представляют информацию о характеристиках существующего в них ветра Всемирной метеорологической организации.

Поскольку судовые метеостанции, как правило, непрерывно изменяют свое расположение в Мировом океане (перемещаясь вместе с соответствующими судами), пункты, удовлетворяющие указанному условию, могут быть расположены лишь на суше.

Вместе с тем на суше характеристики приземного ветра в той или иной мере зависят от рельефа местности, который, как уже отмечалось выше, не учитывается при разработке рассматриваемых прогнозов. Поэтому получаемые для таких наземных пунктов оценки погрешностей рассматриваемых прогнозов, для удаленных от побережий пунктов акватории Мирового океана фактически являются оценками этих характеристик сверху.

С учетом изложенного, как репрезентативные, в данной работе выбраны пункты Керчь, Черноморское и Амдерма.

Метеорологическая станция Керчь расположена в северо-восточной части города Керчь, в пункте с координатами 45°22'7"N, 36°37'44"E. Она находится на западном побережье Керченского пролива, в 20 км от Керченской паромной переправы и функционирует с 1961 года[4].

В городе Черноморское метеорологическая станция находится в пункте с координатами 45°30`N, 32°42`E. Она расположена на побережье Каркинитского залива и функционирует с 1871 года[5].

Пункт Амдерма расположен на южном побережье Карского моря[6], к востоку от пролива Югорский Шар на Югорском полуострове. Посёлок располагается за Северным полярным кругом в европейской части России. Метеостанция расположена в пункте с координатами 69°46`N, 61°41`E.

Как фактический материал о значениях среднесуточной скорости ветра в репрезентативных пунктах использованы данные Всемирной метеорологической организации, которые представлены в [3].

Эти данные получены путем обработки результатов режимных наблюдений, которые выполняются в 0,3, 6,9,12,15,18 и 21 час (по московскому времени) на соответствующих метеостанциях ежедневно. При подобных наблюдениях в указанные сроки по стандартным методикам измеряются средние значения модуля и направления скорости ветра, соответствующие отрезкам времени продолжительностью 10 минут (в течение которых производятся ее измерения поверенными приборами).

В качестве такого прибора на репрезентативных метеостанциях применяется анемоборумбометр М-63М-1. Погрешности измерения средней скорости ветра составляет не более  $0,5+0,03j$  (м/с)[7]

Среднесуточное значение скорости ветра для каких-либо суток вычисляется как  $1/8$  модуля суммы всех векторов скорости ветра, зафиксированных в ходе режимных наблюдений, которые проводились в течение одних и тех же суток. Подобная информация за каждые сутки имеется для пункта Керчь – с, для пункта Черноморское – с, для пункта Амдерма – с.

Информация о направлениях среднего ветра в каких-либо пунктах, не представлена.

Поскольку на сайте **Windyty.com** оценки рассматриваемых характеристик ветра для любых, в том числе и репрезентативных пунктов, содержатся лишь за период, начиная с 1 января 2015 года, в процессе исследований учитывались временные ряды их фактических значений, начинающиеся с указанной даты.

Методика исследований предполагала изучение статистических свойств отклонений (далее  $\delta$ ) оценок рассматриваемых характеристик ветра, которые представлены на сайте **Windyty.com** отношению к их значениям, содержащимся в указанном фактическом материале.

Значения  $\delta$  вычислялись для каждого репрезентативного пункта и для каждого рассматриваемых суток. При этом на каждый час, соответствующий срокам режимных наблюдений по московскому времени, фиксировалось представленное на сайте **Windyty.com** значение модуля средней скорости ветра.

При определении среднесуточного значения скорости ветра для каждого суток рассчитывалась сумма прогнозируемых векторов средних скоростей, полученных для каждого репрезентативного пункта с сайта **Windyty.com**, которые соответствуют срокам режимных наблюдений. Как результат рассматривалось значение  $1/8$  ее модуля.

Предполагалось, что упреждения прогнозов составляют 0, 1, ... 5 суток.

При изучении статистических свойств диспользованы временные ряды изучаемых процессов за 2015 год, соответствующие всем четырем временам года.

Длина каждого ряда составляет 90 суток. Для зимнего и весеннего сезонов подобные ряды учтены также за 2016 год.

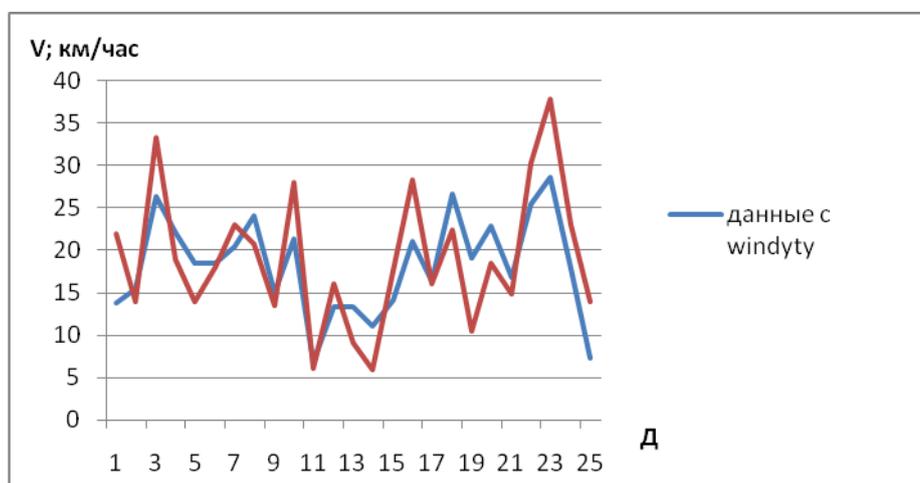
Для каждого пункта построены гистограммы одномерных плотностей вероятности  $\delta$ , рассчитано математическое ожидание, среднеквадратическое отклонение этой величины, а также оценено значение коэффициента парной корреляции между временными рядами фактических значений рассматриваемых характеристик, а также их оценок по данным сайта **Windyty.com**[8].

### Результаты исследования и их анализ

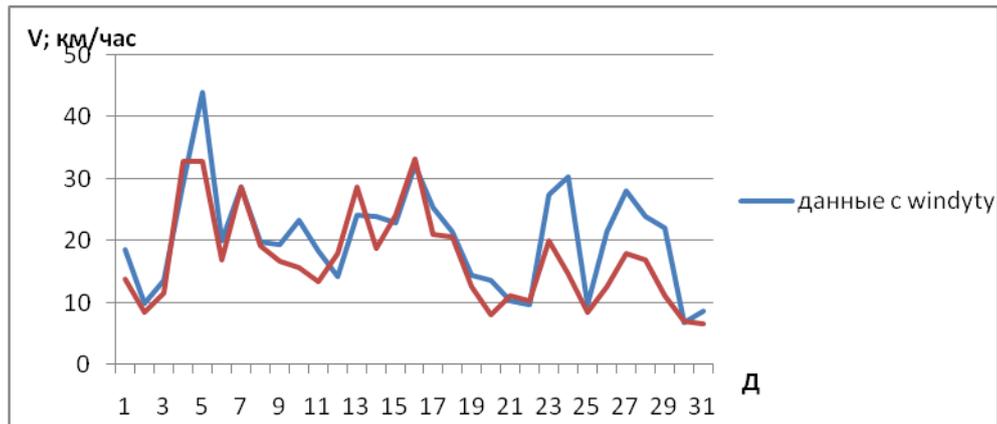
С использованием описанной методики изучены статистические свойства  $\delta$ , которые соответствуют всем изучаемым характеристикам ветра, репрезентативным пунктам и временам года, а также упреждениям прогноза от 0 до 5 суток.

Установлено, что во всех репрезентативных пунктах в летний сезон фактические значения среднесуточной скорости ветра в пунктах, где расположены метеостанции Керчь, Черноморское и Амдерма, как правило, превышают прогнозы с нулевым упреждением данной характеристики, которые соответствуют районам, где они находятся и представлены на сайте **Windyty.com**. В зимние сезоны 2015 и 2016 годов преобладали противоположные соотношения между этими данными. В весенние сезоны 2015 и 2016 гг., а также осенний сезон 2015 г. положительные и отрицательные значения  $\delta$  встречались с одинаковой вероятностью.

Как пример, на рисунке 1 представлены изменения фактических значений среднесуточной скорости ветра в январе и июле 2015 г. на метеорологической станции Амдерма, а также их оценок, полученных с рассматриваемого сайта.



А)



Б)

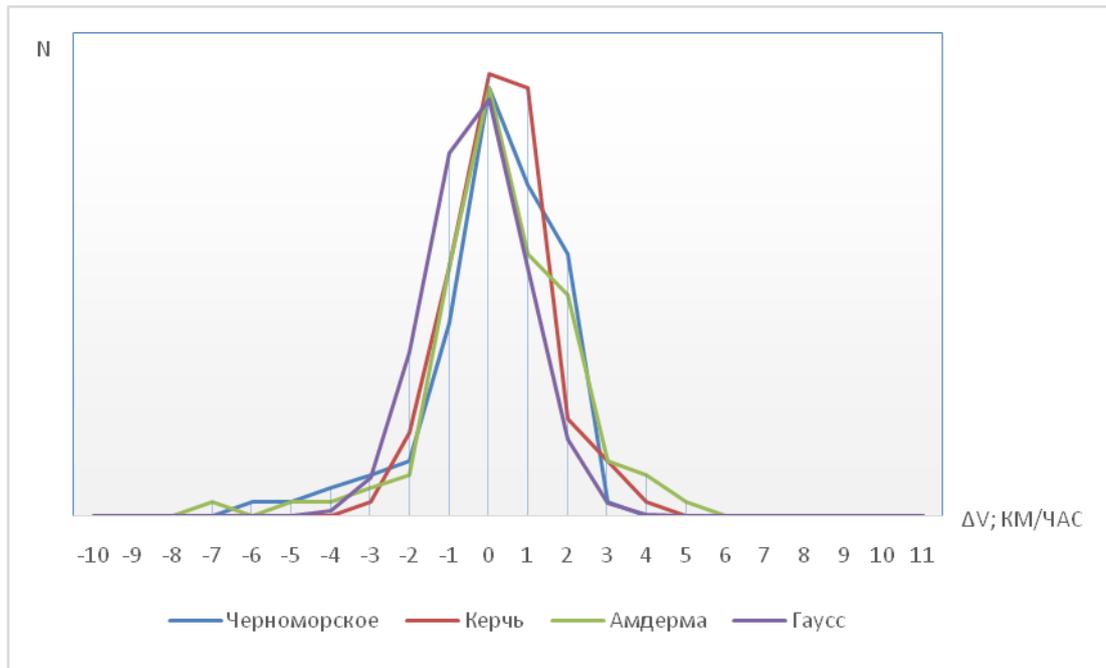
**Рис 1.** Зависимость скорости ветра ( $V$ ) от даты ( $D$ ) в 2015 г. на метеостанции Амдерма. Данные получены с рассматриваемого сайта **Windyty.com**.

А) январь; Б) июль

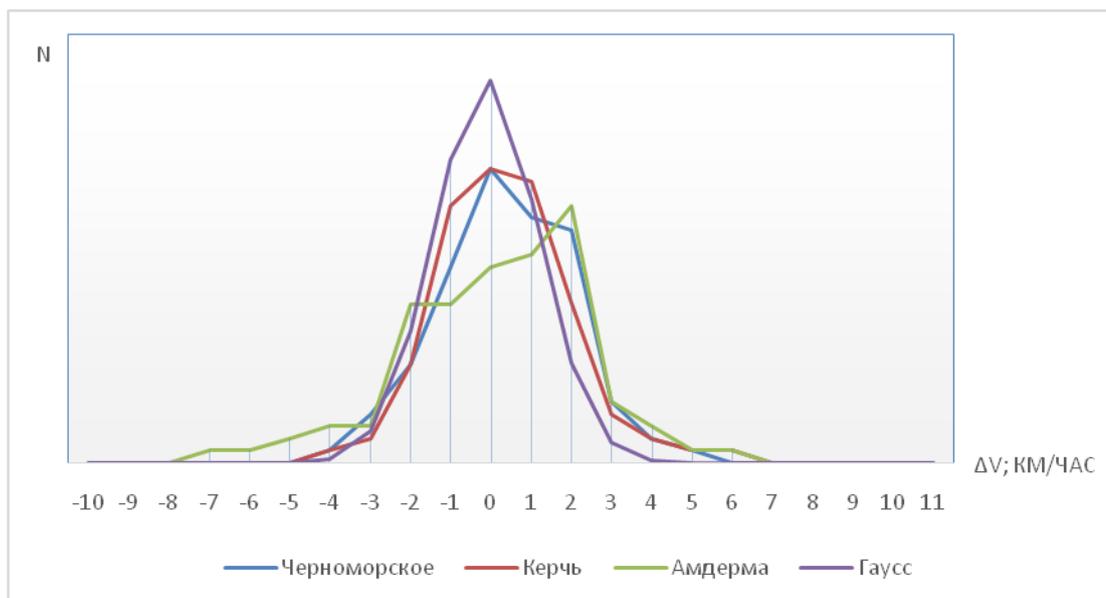
Как видно из рисунка 1А, в январе 2015 г. значения  $\delta$  были положительными для 12 суток, а отрицательными для 7 суток. В прочие сутки их отличия от нуля лежали в пределах погрешностей измерения. В июле 2015 г. положительными значения  $\delta$  были лишь для 3 суток, а для прочих они были отрицательными.

Выявленные особенности проявились и в гистограммах одномерных плотностей вероятности  $\delta$ , которые соответствуют всем репрезентативным пунктам и временам года, а также упреждениям прогноза от 0 до 5 суток.

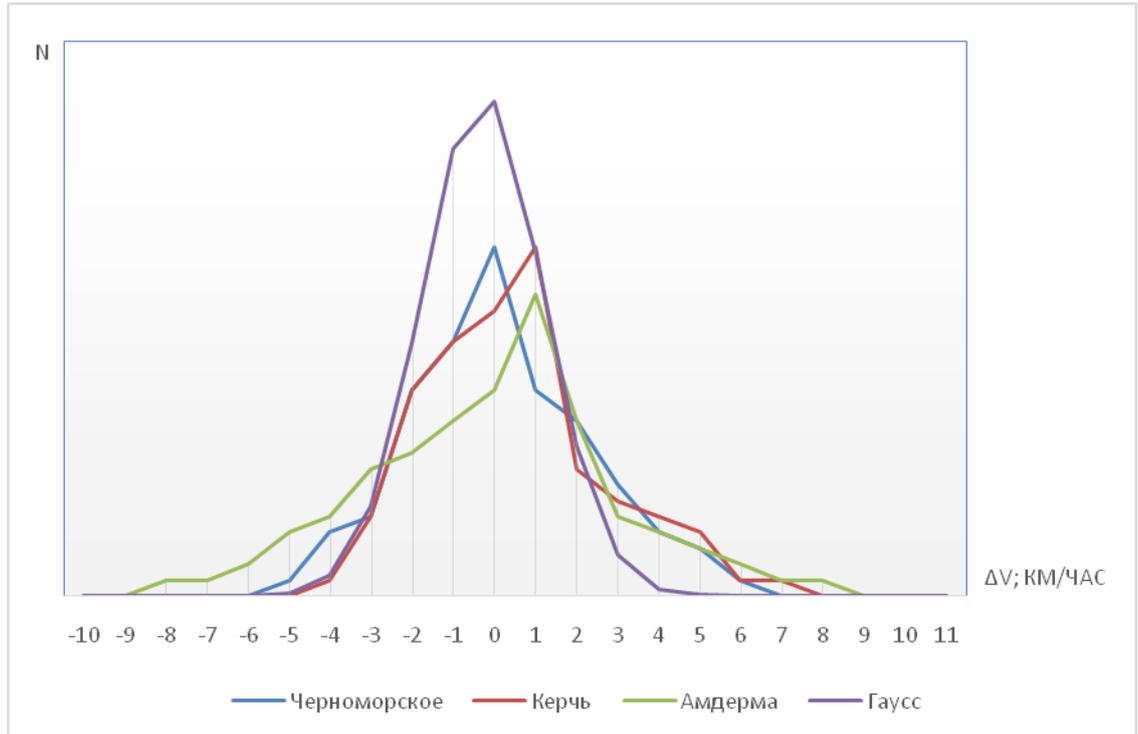
В качестве примера на рисунке 1 приведены гистограммы, распределения  $\delta$ , которые соответствуют весеннему сезону (март-май), пунктам, Черноморское, Керчь, Амдерма, а также упреждениям 0, 1, 2, 3, 4 и 5 суток. Здесь же показана плотность нормального распределения вероятностей, с дисперсией, такой же, как и у ряда  $\delta$ , который соответствует пункту Черноморское.



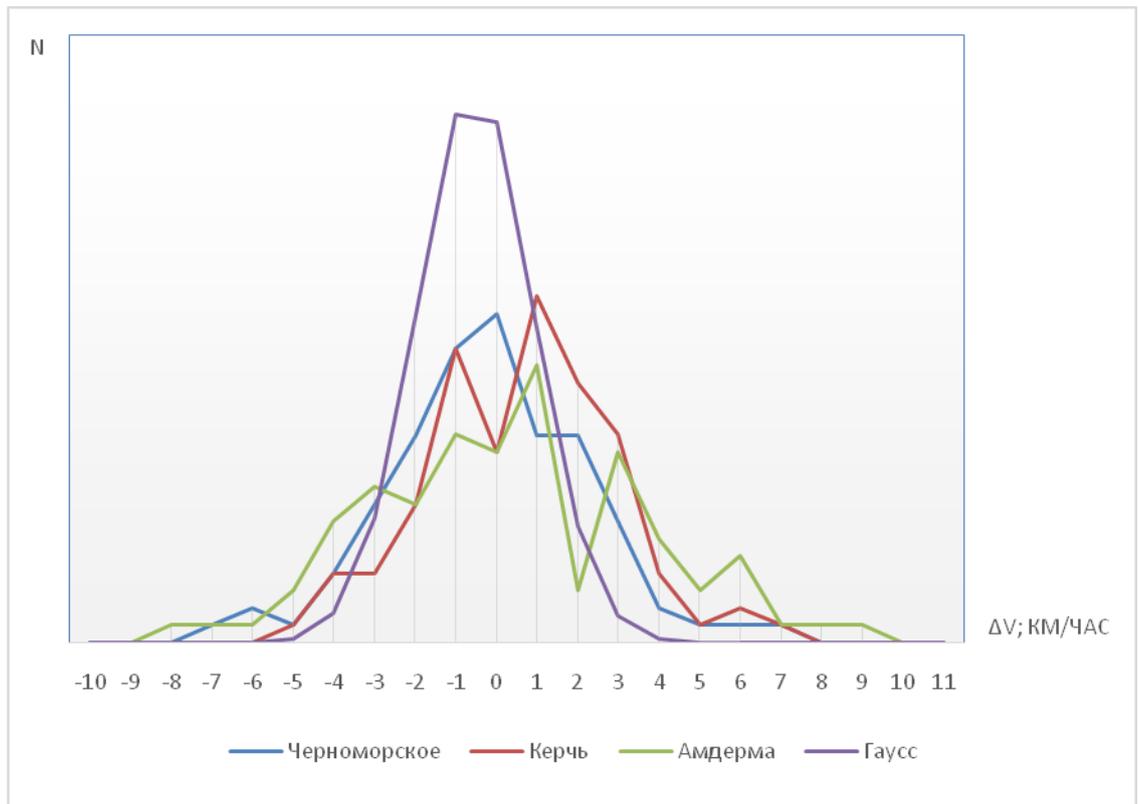
А)



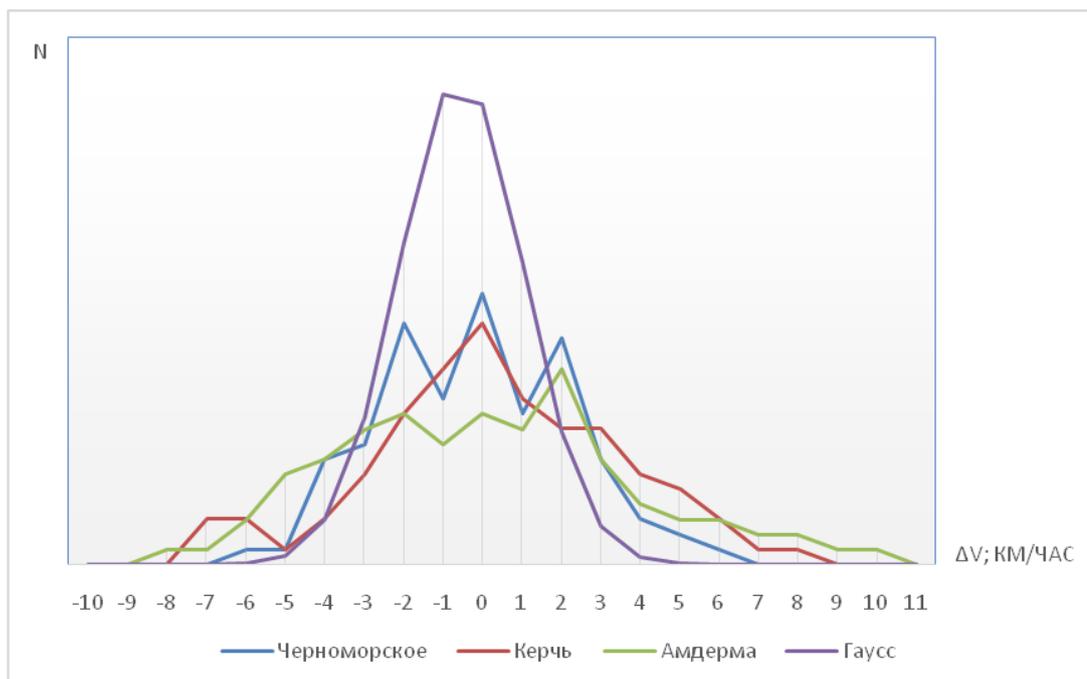
Б)



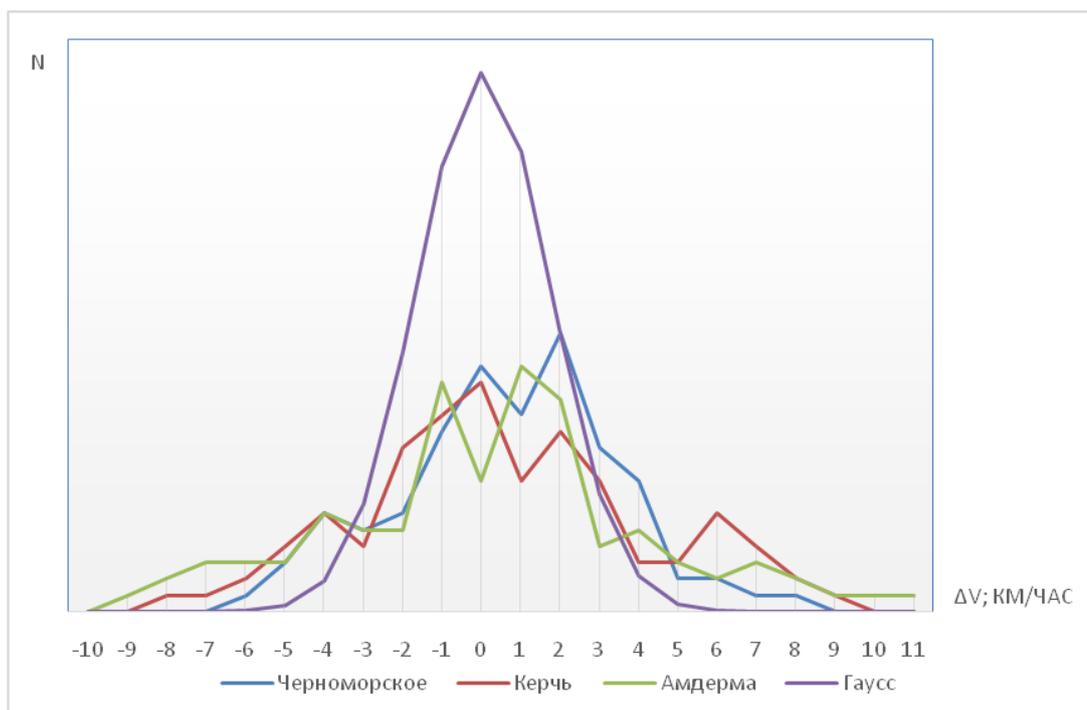
В)



Г)



Д)



Е)

**Рис 2.** Гистограммы (N) распределения отклонений оценок скорости ( $\delta V$ ) даваемых сайтом **Windyty.com** относительно ее фактических значений для весеннего сезона, соответствующих пунктам Керчь, Черноморское, Амдерма и упреждениям прогноза:

А) 0 сут., Б)- 1сут., В)-2 сут., Г)-3 сут., Д)- 4 сут., Е) -5 сут.

Как видно из рисунка 1А, гистограммы распределений вероятности  $\delta$ , которые соответствуют периоду март-май 2015 г., а также пунктам Керчь, Черноморское, Амдерма и упреждению прогноза 0 суток, во многом подобны и по форме практически совпадают с плотностью нормального закона распределения вероятностей. Это позволяет рассматривать ошибки оценки сайтом **Windyty.com** средней скорости ветра в совпадающие моменты времени, для всех репрезентативных пунктов, как нормальный случайный процесс. Справедливость подобного вывода подтверждает и применение критерия Пирсона. Учитывая расположение репрезентативных пунктов, можно допустить, что нормальным может являться закон распределения  $\delta$  и для многих других участков земной поверхности, в том числе океанических акваторий.

Из данного рис. 2 нетрудно заметить, что в различных пунктах средние значения  $\delta$  и их среднеквадратического отклонения несколько различаются, что обуславливает целесообразность их определения и сопоставления.

Из рисунков 1Б-Е следует, что по мере увеличения упреждения прогноза той же характеристики ветра в любом репрезентативном пункте, отличия закона распределения вероятности  $\delta$ , от нормального закона, возрастают. Эти отличия состоят в иных значениях эксцесса (уровни «хвостов» рассматриваемых гистограмм тем больше, чем больше упреждение, вследствие чего последние приближаются по форме к плотности распределения  $\chi^2$ ). Возрастает по мере увеличения упреждения прогноза и асимметрия распределений вероятности  $\delta$ .

Аналогичные особенности свойственны рассматриваемым зависимостям, которые соответствуют любым другим сезонам, а также весеннему сезону 2016 года.

Поскольку при нулевых упреждениях прогнозов среднесуточных скоростей ветра их ошибки могут рассматриваться как гауссовы случайные величины, выборочное среднее  $\delta$  (далее  $m$ ) допустимо рассматривать как систематическую погрешность этих прогнозов. По той же причине выборочное среднеквадратическое отклонение  $\delta$  (далее  $\sigma$ ) может рассматриваться как их абсолютная погрешность.

При ненулевых значениях упреждения прогнозов законы распределения  $\delta$  заметно отличаются от нормального. Тем не менее, соответствующие параметры  $m$  и  $\sigma$  их качество пусть и приближенно, но характеризуют. Поэтому оценки их значений для различных сезонов и пунктов представляют практический интерес.

Рассчитанные для различных сезонов и всех репрезентативных пунктов значения  $m$  и  $\sigma$  представлены в таблице 1.

**Таблица 1.**  
**Значения  $m$  и  $\sigma$  прогнозов среднесуточной скорости ветра по данным Windyty.com.**

Упреждение прогноза 0 суток								
Сезон	зима		весна		лето		осень	
Пункт	$m$ (м/с)	$\sigma$ (м/с)	$m$ (м/с)	$\sigma$ (м/с)	$m$ (м/с)	$\sigma$ (м/с)	$m$ (м/с)	$\sigma$ (м/с)
Черноморское	- 0,329	1,751	-0,289	1,519	0,128	1,319	0,238	1,559
Керчь	-	1,551	-0,159	1,151	0,193	1,051	-0,215	1,145

	0,205							
Амдерма	-							
	0,219	2,082	-0,169	1,827	0,266	1,627	-0,316	1,982
Упреждение прогноза 1 суток								
Сезон	зима		весна		лето		осень	
Черноморское	-							
	0,121	1,865	-0,118	1,657	0,018	1,565	-0,128	1,688
Керчь	-							
	0,103	1,975	-0,034	1,757	0,134	1,656	-0,054	1,787
Амдерма	-							
	0,328	2,311	-0,282	2,141	0,181	1,814	-0,482	2,181
Упреждение прогноза 2 суток								
Сезон	зима		Весна		лето		осень	
Черноморское	-							
	0,223	2,286	-0,282	2,141	0,118	1,896	-0,128	2,185
Керчь	-							
	0,123	2,523	0,055	2,304	0,142	1,966	-0,054	2,377
Амдерма	-							
	0,438	3,142	-0,636	2,961	0,281	2,014	-0,482	2,865
Упреждение прогноза 3 суток								
Сезон	зима		весна		лето		осень	
Черноморское	-							
	0,412	2,486	-0,528	2,038	0,226	1,956	-0,528	2,168
Керчь	-							
	0,513	2,475	0,073	2,359	0,254	2,167	-0,335	2,473
Амдерма	-							
	0,344	3,311	-0,521	3,183	0,381	2,761	-0,686	3,281
Упреждение прогноза 4 суток								
Сезон	зима		весна		лето		осень	
Черноморское	-							
	0,312	2,832	-0,553	2,491	0,418	2,265	0,328	2,556
Керчь	-							
	0,510	3,397	-0,341	3,157	0,334	2,853	0,063	3,278
Амдерма	-							
	0,625	4,111	-0,553	3,826	0,518	3,714	-0,582	3,931
Упреждение прогноза 5 суток								
Сезон	зима		весна		лето		осень	
Черноморское	-							
	0,321	2,998	0,046	2,865	0,401	2,564	0,178	2,964
Керчь	-							
	0,503	3,573	0,074	3,322	0,534	2,776	0,550	3,232
Амдерма	-							
	0,726	4,531	-0,467	4,117	0,681	3,877	-0,148	4,221

Как видно из таблицы 1, во всех репрезентативных пунктах минимальные значения  $\sigma$  (и максимальная точность прогнозов среднесуточной скорости ветра),

при любом рассматриваемом значении упреждения, соответствует летним месяцам, а наибольшие значения этого параметра приходятся на зиму. Данный результат является вполне понятным, поскольку в пунктах Керчь и Черноморское именно на летние месяцы приходится максимум повторяемости ветров, направленных с моря на сушу[9].

Путь этих ветров к соответствующим метеостанциям на протяжении не менее 500 км проходит над лишенной рельефа водной поверхностью Черного моря. Ветры противоположных румбов, которые преобладают в районах расположения рассматриваемых метеостанций в зимние месяцы, на пути к ним проходят над обширными участками суши. Так как при расчете прогнозов характеристик ветра, которые представлены на сайте **Windyty.com**, рельеф земной поверхности не учитывается, понятно, что его результаты для ветра, проходящего исключительно над акваториями, точнее, чем в случае, когда на его пути встречаются участки с рельефом.

Поэтому, на первый взгляд, не удивительно, что погрешности, прогнозов, представленных на сайте **Windyty.com**, в обоих пунктах оказались минимальными летом и максимальными зимой. Вместе с тем адекватность подобной интерпретации полученных результатов нуждается в подтверждении, поскольку в действительности влияние упомянутого упрощающего допущения, использованного при расчете рассматриваемых прогнозов, может значимым и не оказаться.

Одним из таких подтверждений, как следует из таблицы 1, является проявление той же закономерности и в пункте Амдерма, где, как известно [10], в зимние месяцы также преобладают ветры с суши на море, а в летние с моря на сушу (хотя их направление является диаметрально противоположным).

Для получения еще одного подтверждения адекватности предложенной трактовки полученных результатов из временных рядов значений  $\delta$ , которые соответствуют зимним и летним периодам в пунктах Керчь и Амдерма, осуществлена выборка значений для суток, в течение которых в них преобладали ветры южных и северных румбов. Для каждой из полученных таким образом числовых совокупностей вычислены значения  $m$  и  $\sigma$ . Эти расчеты показали, что в обоих пунктах значение  $\sigma$ , вычисленное для суток, когда преобладали ветры с берега, значимо превышает его значение для суток с доминированием ветров противоположных направлений (летом в пункте Керчь - в 1,3, в пункте Амдерма - в 1,44 раза, а зимой в соответствии в - 1,35 и -1,55 раза).

В полной мере соответствуют подобной интерпретации и результаты сравнения коэффициентов парной корреляции временных рядов фактических значений среднесуточной скорости ветра для летних и зимних месяцев в пункте Амдерма, а также ее значений, полученных с сайта **Windyty.com**.

Для летних месяцев (когда преобладают ветры с моря) значения этого коэффициента превышают +0,81 (что выше соответствующего уровня 99% порога достоверной корреляции по критерию Стьюдента), а для зимних (когда действуют ветры с суши) они достигают +0,67.

Из таблицы 1 следует, что истинные значения среднесуточной скорости ветра в репрезентативных пунктах с вероятностью не менее 0,001 отличаются от прогнозируемых не более чем на 9 м/с (для п. Амдерма) и 6,5 м/с (для п. Керчь и Черноморское) лишь при условии, что упреждение прогноза не превышает 2-х

суток. Указанные значения максимально возможных отклонений среднесуточной скорости ветра на первый взгляд чрезмерно велики и свидетельствуют о нецелесообразности учета подобных прогнозов при управлении движением судна. Вместе с тем следует отметить, что и такие прогнозы достаточны для заблаговременного и надежного прогнозирования расположений штормовых зон циклонов и других, опасных для судов, природных явлений, при которых среднесуточные скорости ветра возрастают до 15-20 м/с.

Таким образом, установлено:

1. Ошибки прогнозов с нулевым упреждением среднесуточной скорости ветра, в качестве которых рассматриваются соответствующие данные с сайта **Windyty.com**, осредненные по районам, где расположены репрезентативные метеостанции, могут рассматриваться как нормальные случайные величины.

2. Средние значения этих ошибок во всех репрезентативных пунктах в летние месяцы чаще отрицательны, а в зимние - положительны. Значения среднеквадратического отклонения  $\delta$  в них минимальны для летних месяцев и максимальны для зимних.

2. По мере увеличения упреждения прогноза, отличия статистических свойств его ошибок от свойств нормальных случайных величин всюду увеличиваются. При этом значения эксцесса распределений их вероятности уменьшаются, а значения асимметрии увеличиваются.

3. Выявленные особенности статистических свойств ошибок прогнозов среднесуточных скоростей ветра, представленных на сайте **Windyty.com**, позволяет рекомендовать их к практическому применению судоводителями, при условии, что упреждения этих прогнозов составляют не более 2-х суток.

### Литература

1. Наставление по службе прогнозов. Раздел 3, часть. III. Служба морских гидрологических прогнозов. Л.: Гидрометеиздат, 1982, 143 с.
2. Интернет-ресурс, предоставляющий прогнозы характеристик метеоусловий Windyty.com
3. База данных об изменениях среднесуточных значений модуля скорости ветра <http://www.tutiempo.net/climate/>
4. Львова Е.В. Равнинный Крым / Львова Е.В. - К., 1978. - 188 с.
5. Коростылева П. Г., Овчинникова Г. Н., Савчук И. П. Путеводитель по Тарханкуту. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2004г. – 208с.
6. Амдерма // Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. — 3-е изд. — М. : Советская энциклопедия, 1969—1978.
7. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 3. Часть 1. Метеорологические наблюдения на станциях// Ленинград, Гидрометеиздат. -1985. -150с.
8. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. – М.: Физматлит. - 2006. -816с.
9. Степанов В., Андреев В. Чёрное море. — Л.: Гидрометеиздат, 1981. — 160 с.
10. Бородачев В. Е. Льды Карского моря. СПб.: «Гидрометеиздат». – 1998 г. – 182с.

A.V. Holopcev<sup>1</sup>,  
L.V. Arkin<sup>2</sup>,  
B.A. Demchenko<sup>3</sup>

**STATISTICAL PROPERTIES OF FORECAST  
ERRORS IN THE WIND CHARACTERISTICS  
ON THE WEB SITE WINDYTY.COM**

---

<sup>123</sup>Sevastopol State University, Sevastopol  
e-mail: [khloptsev@mail.ru](mailto:khloptsev@mail.ru)

**Abstract.** Revealed the features of the annual variation of systematic and absolute error of short-term forecasts of average daily wind speed modulus in ports of Amderma, Kerch and Chernomorskoe which are presented on the website windyty.com. The features of the histogram distribution of error probabilities of these forecasts, which correspond to different values of pre-emption also are revealed.

**Key words:** module of wind speed, average daily, forecast, systematic, absolute error, histogram.

**References**

1. Nastavlenie posluzhbeprognozov. Razdel 3, chast' III. Sluzhbamorskikh gidrologicheskikh prognozov. L.: Gidrometeoizdat, 1982, 143 s.
2. Internet-resurs, predostavljaushhij prognozyharakteristik meteouslovij Windyty.com
3. Bazadannyhobizmenenijah srednesutochnykh znachenij moduljaskorostivetra <http://www.tutiempo.net/climate/>
4. L'vova E.V. Ravninnyj Krym / L'vova E.V. - K., 1978. - 188 s.
5. Korostyleva P. G., Ovchinnikova G. N., Savchuk I. P. Putevoditel' po Tarhankutu. – Simferopol': Biznes-Inform, 2004g. – 208s.
6. Amderma // Bol'shajasovetskajajenciklopedija : [v 30 t.] / gl. red. A. M. Prohorov. — 3-e izd. — M. : Sovetskajajenciklopedija, 1969—1978.
7. Nastavlenie gidrometeorologicheskijh stancijam i postam. Vypusk 3. Chast' 1. Meteorologicheskijh nabljudenijh stancijah // Leningrad, Gidrometeoizdat. -1985. -150s.
8. Kobzar' A. I. Prikladnaja matematicheskaja statistika. – M.: Fizmatlit. -2006. -816s.
9. Stepanov V., Andreev V. Chjornoe more. — L.: Gidrometeoizdat, 1981. — 160 s.
10. Borodachev V. E. L'dy Karskogomorja. SP-b.: «Gidrometeoizdat». – 1998 g. – 182s.

*Поступила в редакцию 20.07.2016г.*