

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ШТОРМОВЫХ СИТУАЦИЙ В РАЙОНЕ МОРСКОЙ ГИДРОМЕТЕОСТАНЦИИ «МЫСОВОЕ»

А.А. Полозок

Морской гидрофизический институт РАН, Севастополь
polozok.umi@gmail.com

Аннотация. Проведен анализ срочных данных уровня моря в районе морской гидрометеорологической станции «Мысовое» за период 1991–2013 гг. На основе 32 762 значений рассчитаны основные статистические характеристики вариационного ряда, выполнен трендовый анализ данных (выявлена тенденция к росту значений). В рамках указанного периода рассмотрено 24 штормовые ситуации, в том числе 22 опасных нагона и 2 опасных сгона. Экстремальные подъемы уровня сопровождались ветрами В-, ВСВ-, СВ-направлений со скоростью ветра 7–25 м/с. Штормовые сгоны наблюдались при ветрах З-, ЗСЗ-направлений со скоростью 11–15 м/с.

Ключевые слова: уровень моря, Мысовое, статистический анализ, трендовый анализ, штормовые ситуации, сгоны, нагоны.

Актуальность и цель исследования. Опасные штормовые ситуации в районе морской гидрометеорологической станции «Мысовое» – явление не редкое (ежегодно случается минимум один опасный сгон или нагон) [1]. Имеет смысл рассмотреть, при каких условиях возникают штормовые сгоны и нагоны.

Сделанные в работе выводы могут быть полезны при разработке берегозащитных мероприятий, подготовке строительных проектов, а также для научных целей, связанных с анализом, моделированием и прогнозированием штормов.

Исходные данные. Для исследования условий возникновения опасных штормовых ситуаций в районе морской гидрометеорологической станции «Мысовое» проанализированы срочные (4 измерения в сутки) данные уровня моря за период 1991–2013 гг.

Для выявления опасных сгонов и нагонов проводилось сравнение фактических значений уровня с установленными критическими отметками.

Статистический анализ исследуемых рядов. В таблице 1 представлена описательная статистика срочных данных уровня моря, полученных в районе морской гидрометеорологической станции «Мысовое». Проанализирован период 1991–2013 гг. На основе 32 762 измерений срочного уровня проведен расчет среднего значения вариационного ряда, асимметрии, эксцесса, стандартного отклонения, минимального, максимального значений, медианы, моды, величин первого и третьего квартиля.

Таблица 1. Описательная статистика срочных данных уровня моря в районе МГС «Мысовое» за период 1991–2013 гг.

| Название показателя | Значение |
|--|-----------|
| 1. Среднее значение вариационного ряда, см | 489,95 см |
| 2. Стандартное отклонение, см | 16,11 см |
| 3. Асимметрия | 0,52 |
| 4. Эксцесс | 2,51 |
| 5. Минимальное значение, см | 410 см |
| 6. Медиана, см | 490 см |
| 7. Мода, см | 495 см |
| 8. Максимальное значение, см | 615 см |
| 9. Первый квартиль, см | 480 см |
| 10. Третий квартиль, см | 499 см |

По данным таблицы 1 видно, что анализируемый ряд значений срочного уровня в районе МГС «Мысовое» за период 1991–2013 гг. имеет практически одинаковые значения средней величины и медианы. Наиболее часто встречающееся значение уровня (мода) всего на 5 см превышает медиану и среднее значение.

Рассчитанный показатель асимметрии составил 0,52. Положительное значение говорит о том, что «длинная» часть кривой распределения расположена справа от математического ожидания.

Максимальное значение уровня моря составило 615 см, что на 125 см (на 25 %) больше медианы. Минимальный уровень составил 410 см: это на 16 % меньше, чем среднее значение и медиана.

По величинам первого и третьего квартиля можно сделать вывод, что 25 % проанализированных данных не превышает 480 см, при этом 75 % данных не больше 499 см. Это говорит о достаточно большой скученности значений вокруг медианы и среднего (порядка 50 % значений находится в пределах от 480 до 499 см).

На рисунках 1 и 2 представлен трендовый анализ ряда значений уровня моря на МГС «Мысовое» за исследуемый период. Расчет проведен для моделей квадратичного и линейного тренда.

Модель линейного тренда показывает достаточно устойчивую тенденцию к росту значений

уровня моря. Модель квадратичного тренда свидетельствует о менее значительной динамике роста. В любом случае нужно учитывать выявленные тенденции и постепенно корректировать в сторону увеличения критические отметки уровня для штормовых сгонов и нагонов.

В целом по рисункам 1 и 2 можно заключить, что исследуемый ряд не имеет выраженной трендовой составляющей. При прогнозировании изменения уровня моря ориентироваться следует преимущественно на более поздние наблюдения. Это позволит избежать роста ошибок прогноза [2].

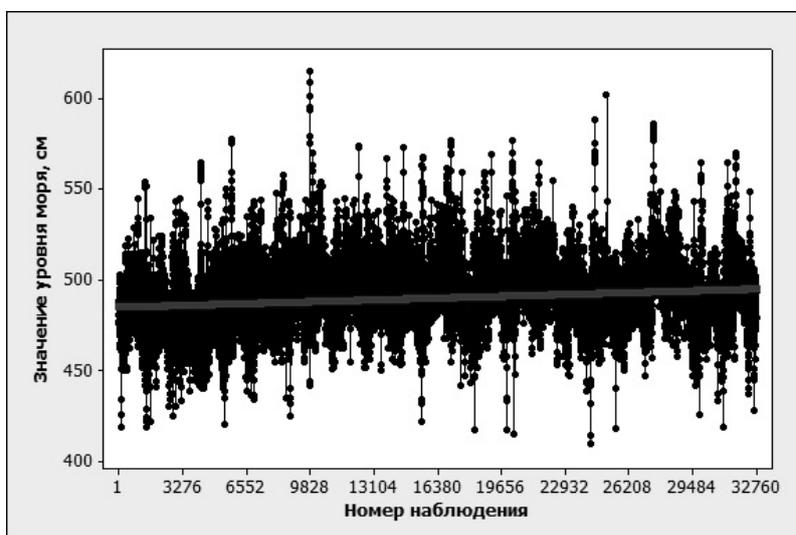


Рис. 1. Трендовый анализ (модель линейного тренда) срочных данных уровня моря в районе МГС «Мысовое» за период 1991–2013 гг.

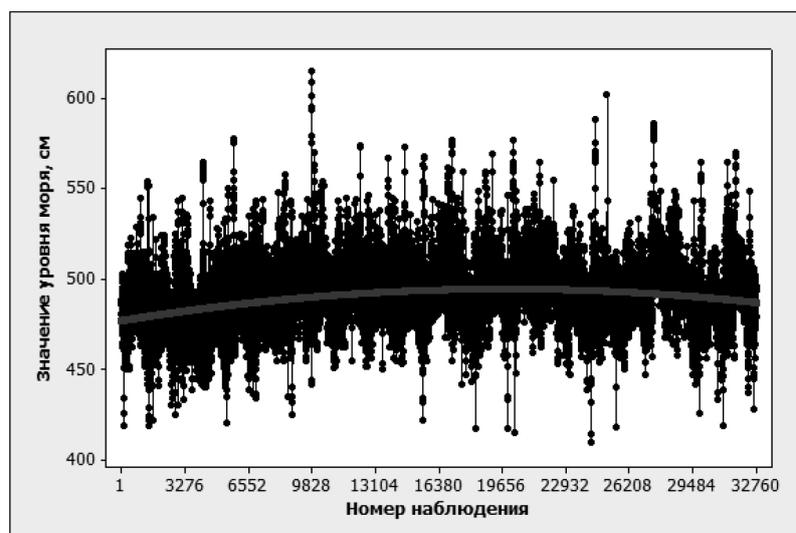


Рис. 2. Трендовый анализ (модель квадратичного тренда) срочных данных уровня моря в районе МГС «Мысовое» за период 1991–2013 гг.

Характеристика опасных гидрологических явлений в районе МГС «Мысовое». В данной статье проведен анализ штормовых ситуаций в районе МГС «Мысовое» за период 1991–2013 гг.

За указанный интервал времени было выявлено 22 опасных нагона и 2 опасных сгона.

В таблице 2 представлено краткое описание штормовых ситуаций.

Таблица 2. Характеристика штормовых ситуаций в районе МГС «Мысовое» за период 1991–2013 гг.

| Дата штормовой ситуации | Минимальное или максимальное значение уровня моря, см | Скорость ветра, м/с | Преобладающее направление ветра |
|-------------------------|---|---------------------|---------------------------------|
| 10.11.1993 | 561 | 20 | В, ВСВ |
| 11.11.1993–12.11.1993 | 565 | 23 | СВ |
| 12.03.1995–13.03.1995 | 578 | 20 | В |
| 15.12.1997–17.12.1997 | 615 | 20 | СВ, В, ВСВ |
| 23.01.1998–24.01.1998 | 570 | 25 | В, СВ |
| 27.08.1999 | 574 | 11 | ССВ, СВ |
| 30.08.2000 | 567 | 7 | ЮЮВ |
| 28.03.2001 | 573 | 13 | ССВ |
| 02.12.2001–03.12.2001 | 568 | 15 | В |
| 13.12.2001 | 562 | 12 | В |
| 14.10.2002 | 562 | 13 | В |
| 01.12.2002–02.12.2002 | 577 | 16 | В |
| 15.05.2004 | 569 | 13 | ВСВ |
| 04.02.2005–05.02.2005 | 561 | 14 | В, ВСВ |
| 06.02.2005 | 563 | 12 | ВСВ |
| 28.02.2005 | 411 | 15 | ЗСЗ |
| 06.01.2006 | 565 | 12 | В |
| 11.11.2007–12.11.2007 | 410 | 11 | З |
| 03.01.2008–05.01.2008 | 588 | 15 | ВСВ, В |
| 29.05.2008 | 602 | 12 | С |
| 18.01.2010–21.01.2010 | 586 | 12 | В, СВ |
| 27.01.2012 | 565 | 15 | ВСВ |
| 20.12.2012 | 565 | 14 | В |
| 16.04.2013–16.04.2013 | 570 | 14 | В, СВ, ВСВ |

Анализ условий возникновения штормовых сгонов и нагонов позволил сделать определенные выводы.

Штормовые нагоны возникают преимущественно при действии ветров В-, ВСВ-, СВ-направлений. Скорость ветра во время штормовых ситуаций от 7 до 25 м/с.

Штормовые сгоны провоцируют ветра З-, ЗСЗ-направлений. Скорость ветра находится в пределах 11–15 м/с.

Штормовые нагоны фиксировались в январе (5 ситуаций), феврале (1), марте (2), апреле (1), мае (3), августе (2), октябре (1), ноябре (2), дека-

бре (5). В июне, июле и сентября в 1991–2013 гг. опасных нагонов не было.

Экстремальные сгоны происходили в феврале (1) и ноябре (1).

Интересным является тот факт, что за рассматриваемый период наблюдалось несколько достаточно длительных штормовых нагонов. Так, в декабре 1997 г.а экстремальный подъем уровня фиксировался более 42 часов. Спровоцировал нагон СВ-, В-, ВСВ-ветер со средней скоростью 20 м/с.

В январе 2010 г. зарегистрирован штормовой нагон, при котором фактически измеренный

уровень превышал установленные критические отметки более 60 ч. Во время подъема уровня дул устойчивый ветер В-, СВ-направлений со средней скоростью 12 м/с.

В 93 % случаев штормовым нагонам предшествуют ветра В-, ВСВ-, СВ-направлений (В – 52 %, ВСВ – 24 %, СВ – 17 %). СЗ-, Ю-, ЮЗ-ветра наблюдались в 7 % случаев, при этом они обычно приходили на смену интенсивным ветрам В- и ВСВ-направлений, действовали перед нагоном не более 3 часов и имели среднюю скорость ветра до 8 м/с (рис. 3).

В 50 % случаев перед штормовыми сгонами наблюдался ветер З-направления. В 25 % случаев дул ветер ЮЮЗ- или ЮЗ-направления (рис. 4).

В результате анализа срочных данных уровня моря в районе МГС «Мысовое» было установлено, что в период 1991–2013 гг. зарегистрировано 24 штормовые ситуации, в том числе 22 опасных нагона и 2 опасных сгона.

Штормовые нагоны возникали преимущественно при действии ветров В-, ВСВ-, СВ-направлений. Скорость ветра во время штормовых ситуаций от 7 до 25 м/с.

Штормовые сгоны сопровождали ветра З-, ЗСЗ-направлений. Скорость ветра во время таких ситуаций была 11–15 м/с.

В 93 % случаев штормовым нагонам предшествуют ветра В-, ВСВ-, СВ-направлений (В – 52 %, ВСВ – 24 %, СВ – 17 %).

В 50 % случаев перед штормовыми сгонами наблюдался ветер З-направления. В 25 % случаев дул ветер ЮЮЗ- или ЮЗ-направления.

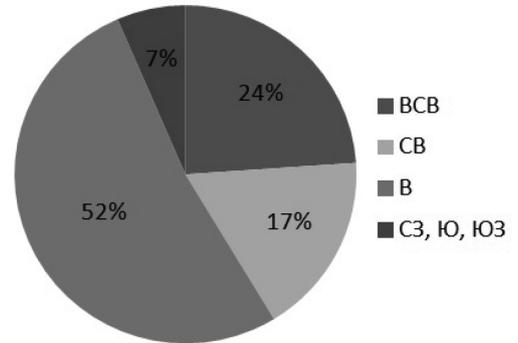


Рис. 3. Диаграмма частот направлений ветра, предшествующего возникновению штормовых нагонов

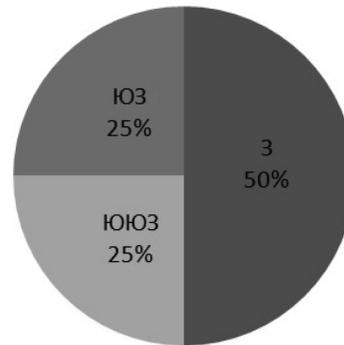


Рис. 4. Диаграмма частот направлений ветра, предшествующего возникновению штормовых сгонов

Список литературы

1. Лемешко Е.Е., Полозок А.А. Экстремальные значения уровня Азовского моря по данным береговых измерений // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. № 3. С. 13–21. DOI: 10.22449/2413-5577-2018-3-13-21.
2. Ханк Дж.Э., Райтс А.Дж., Уичерн Д.У. Бизнес-прогнозирование / 7-е изд. М.: Вильямс, 2003. 195 с.

**ANALYSIS OF STORM SITUATIONS IN THE AREA
OF THE MYSOVOYE MARINE HYDROMETEOROLOGICAL STATION**

A.A. Polozok

Marine Hydrophysical Institute of RAS, Sevastopol'
polozok.umi@gmail.com

Abstract. An analysis of urgent sea level data in the area of the Mysovoye marine hydrometeorological station for the period 1991–2013 was carried out. Based on 32,762 values, the main statistical characteristics of the variation series were calculated, and a trend analysis of the data was performed (a tendency towards an increase in values was revealed). Within the specified period, 24 storm situations were considered, including 22 dangerous rises and 2 dangerous declines. Extreme level rises were accompanied by winds in E-ENE-, NE- directions with wind speeds of 7–25 m/s. Storm sea level drops were accompanied by winds from W-WN-W directions at a speed of 11–15 m/s.

Keywords: sea level, Mysovoye, statistical analysis, trend analysis, storm situations, surges.

References

1. Lemeshko, E.E. and Polozok, A.A. 2018. [Extreme levels of the Sea of Azov according to coastal measurements]. *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea*. 3: 13–21. DOI: 10.22449/2413-5577-2018-3-13-21. (In Russian).

2. Hanke J.E., Reitsch A.G., Wichern D.W. 2003. *Biznes-prognozirovanie*. [Business Forecasting. Seventh Edition]. Moscow, Williams: 195 p. (In Russian).