

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ШТОРМОВЫХ СИТУАЦИЙ В РАЙОНЕ МГС ТЕМРЮК

А.А. Полозок

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

Аннотация. В ходе выполнения работы проанализированы срочные данные уровня моря (4 измерения в сутки) за период 1991–2021 гг. в районе гидрометеорологической станции Темрюк (всего 44 951 измерение). Трендовый анализ ряда данных показал, что для моделей линейного и квадратичного тренда наблюдается тенденция к незначительному росту значений уровня моря. За указанный период выявлено 3 опасных штормовых сгона и 9 опасных штормовых нагонов. Опасные сгоны сопровождаются преимущественно ветрами Ю-, ЮЗ-, ЮЮЗ-направлений. Средняя скорость ветра во время таких штормовых ситуаций составляет 11 м/с. При опасных нагонах дуют преимущественно ветры З-, ЗСЗ-, ССЗ-, ЗЮЗ-, СЗ-направлений. Средняя скорость ветра во время штормовых ситуаций колеблется от 3 до 13 м/с. В 50 % случаев опасным подъемам уровня моря предшествовали ветры С- и ЗЮЗ-направлений. Еще в 50 % случаев перед нагонами дули ветры СЗ-, З-, СВ- и ЮЗ-направлений. Перед штормовыми сгонами наблюдались ветры Ю-, ЮЮВ-, ЮЮЗ-направлений.

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

Исследование особенностей возникновения штормовых сгонов и нагонов в районе морской гидрометеорологической станции (МГС) Темрюк не теряет актуальность. Примерно раз в 1,5 года в районе указанной МГС наблюдается экстремальный подъем или спад уровня моря. Подобные шторма наносят вред хозяйственной деятельности людей, проживающих в обозначенном регионе.

В данной работе выявлены и описаны условия возникновения штормовых сгонов и нагонов вблизи морской станции Темрюк. Благодаря сделанным выводам появится возможность гораздо эффективнее планировать берегозащитные мероприятия, строительные работы. Кроме того, выводы из статьи будут полезны для учета в моделях прогнозирования и моделирования штормовых ситуаций в Темрюкском районе [1].

Для оценки условий возникновения штормовых нагонов и сгонов в районе гидрометеорологической станции Темрюк проанализированы срочные данные уровня моря (4 измерения в сутки) за период 1991–2021 гг.

Штормовые ситуации были выделены в результате сопоставления фактических значений уровня моря с установленными для указанной МГС критическими отметками уровня.

Статистический анализ исследуемых рядов.

В таблице 1 представлен статистический анализ рядов значений срочного уровня моря в районе МГС Темрюк за 1991–2021 гг. Рассчитаны базовые статистические показатели, в том числе максимальное, минимальное, среднее значение, мода, медиана, стандартное отклонение, величины первого и третьего квартиля. Общее количество проанализированных значений составило 44 951.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что максимальное значение уровня моря в районе морской станции Темрюк за 1991–2021 гг. значительно превышает среднее значение вариационного ряда (на 119 см). Минимальный уровень меньше средней величины на 97 см. Указанные выводы свидетельствуют о том, что за рассматриваемый период наблюдались значительные подъемы и спады уровня моря.

25 % значений вариационного ряда не превышает 482 см, при этом 75 % значений не больше 502 см. Указанные величины достаточно близки к среднему значению. Островеершинность построенной по данным наблюдений кривой распределения подтверждается значением эксцесса 1,33.

В нашем случае наблюдается близкая к нулю положительная асимметрия (коэффициент асимметрии равен 0,21). Учитывая правостороннюю

Таблица 1. Описательная статистика срочных данных уровня моря в районе МГС Темрюк за период 1991–2021 гг.

Название показателя	Значение
1. Среднее значение вариационного ряда, см	492,07 см
2. Стандартное отклонение, см	15,73 см
3. Асимметрия	0,21
4. Экссесс	1,33
5. Минимальное значение, см	395 см
6. Медиана, см	492 см
7. Мода, см	490 см
8. Максимальное значение, см	611 см
9. Первый квартиль, см	482 см
10. Третий квартиль, см	502 см

асимметрию, можно говорить о преобладании в выборке более высоких значений.

На рисунках 1 и 2 изображен трендовый анализ срочных данных уровня моря в районе МГС Темрюк за период 1991–2021 гг. Построения проведены для моделей линейного и квадратичного тренда.

Использованные трендовые модели показывают незначительный рост значений уровня моря в районе морской станции Темрюк. Указанную динамику следует иметь в виду при дальнейшем пересмотре значений критических отметок уровня (указанные отметки необходимы для выявления штормовых нагонов и сгонов).

При моделировании и прогнозировании уровня моря в указанном районе следует выставлять

минимальную значимость трендовой составляющей. В противном случае велика вероятность недооценки/переоценки модельных или прогнозных значений [2].

Характеристика опасных гидрологических явлений в районе МГС Темрюк. В данной публикации проведен анализ штормовых сгонов и нагонов в районе морской гидрометеорологической станции Темрюк за 1991–2021 гг. Для выявления штормовых ситуаций проводилось сопоставление значений измеренного срочного уровня моря с установленными в указанный период критическими отметками уровня.

В таблице 2 представлено краткое описание наиболее показательных штормовых сгонов и нагонов.

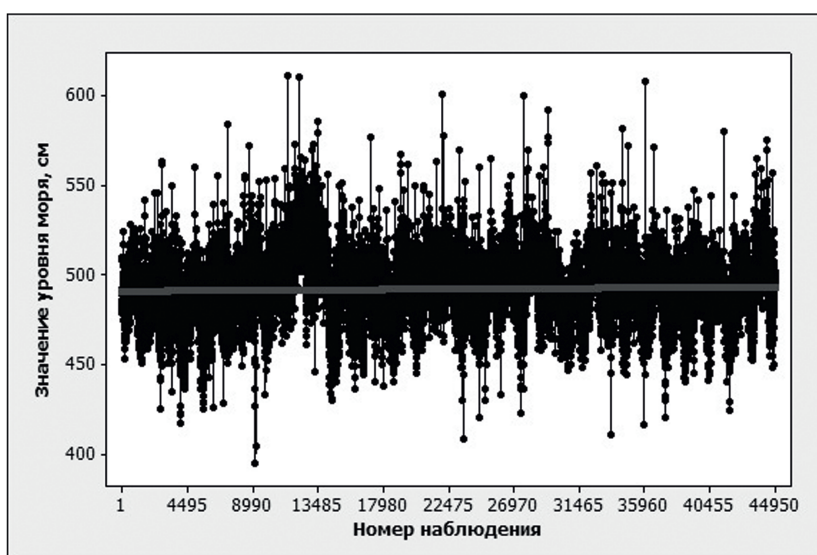


Рис. 1. Трендовый анализ (модель линейного тренда) срочных данных уровня моря МГС Темрюк за период 1991–2021 гг.

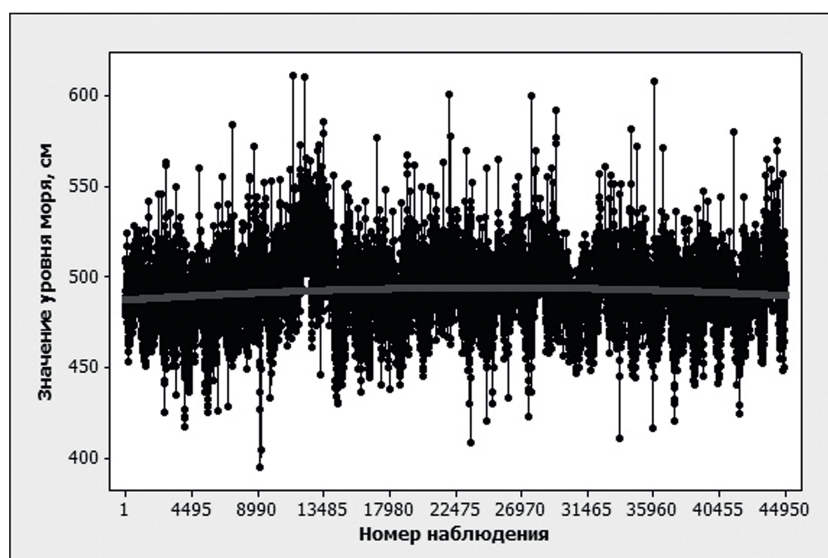


Рис. 2. Трендовый анализ (модель квадратичного тренда) срочных данных уровня моря МГС Темрюк за период 1991–2021 гг.

Опираясь на представленную в таблице 2 информацию, можно сделать следующие выводы.

Опасные сгоны сопровождаются преимущественно ветрами Ю-, ЮЗ-, ЮЮЗ-направлений. Средняя скорость ветра во время таких опасных ситуаций составляет 11 м/с.

При опасных нагонах дуют преимущественно ветра З-, ЗСЗ-, ССЗ-, ЗЮЗ-, СЗ-направлений.

Средняя скорость ветра во время штормовых ситуаций колеблется от 3 до 13 м/с.

За указанный период штормовые сгоны наблюдались в феврале, марте и апреле. Максимальное количество опасных нагонов зарегистрировано в августе (3) и феврале (2); в мае, июне, сентябре и декабре зафиксировано по 1 экстремальному подъему уровня моря.

Таблица 2. Характеристика наиболее показательных штормовых ситуаций в районе МГС Темрюк за период 1991–2021 гг.

Дата штормовой ситуации	Минимальное или максимальное значение уровня моря, см	Скорость ветра, м/с	Преобладающее направление ветра
Опасные штормовые сгоны			
12.04.1997	395	11	ЮЮЗ, ЮЗ
01.02.2007	408	11	Ю
16.03.2014	411	12	Ю
Опасные штормовые нагоны			
04.08.2019	580	8	З
05.02.2021	556	6	З
12.02.2021	565	5	ЗЮЗ
09.05.2021	559	5	ЗСЗ, ССЗ
17.06.2021	551	3	ЗЮЗ
13.08.2021	575	10	ЗСЗ
14.08.2021	570	9	СЗ, ССЗ
02.09.2021	553	4	З
01.12.2021	557	13	ЗСЗ

Опишем более детально наиболее серьезные штормовые ситуации в районе морской гидрометеорологической станции Темрюк за период 1991–2021 гг. Наибольшие подъем и спад уровня моря зафиксированы соответственно 04.08.2019 и 12.04.1997.

4 августа 2019 г. наблюдался существенный подъем уровня моря. В районе 18 часов была зафиксирована отметка уровня моря 580 см. Штормовой нагон длился менее 6 часов, сопровождался западным ветром со средней скоростью 8 м/с. Штормовому подъему уровня предшествовал устойчивый ветер З-направления со скоростью 6–8 м/с.

Самый большой спад уровня моря произошел 12 апреля 1997 г. Отметка уровня снижалась до 395 см. Опасный сгон длился дольше 6 часов. Во время штормовой ситуации наблюдался ветер ЮЮЗ и ЮЗ направлений со средней скоростью 12 м/с. Перед сгоном дул устойчивый ветер ЮЮЗ-направления со средней скоростью 11 м/с.

На рисунке 3 представлена диаграмма частот направлений ветра, предшествующего возникновению штормовых нагонов.

Как видно на рисунке 3, в 50 % случаев опасным подъемам уровня моря предшествовали ветра С- и ЗЮЗ-направлений. Следует отметить, что при ЗЮЗ-ветрах скорость ветра была небольшой (порядка 1–3 м/с), при этом перед нагоном ветер усиливался и практически всегда становился З-направления. Еще в 50 % случаев экстремальным подъемам уровня предшествовали ветра СЗ-, З-, СВ- и ЮЗ-направлений.

На рисунке 4 показано, что в равных соотношениях штормовым сгонам предшествовали ветра Ю-, ЮЮВ-, ЮЮЗ-направлений. Указанные направления вполне логичны, учитывая местоположение морской станции Темрюк.

Выводы. Для оценки условий возникновения штормовых нагонов и сгонов в районе гидрометеорологической станции Темрюк проанализирова-

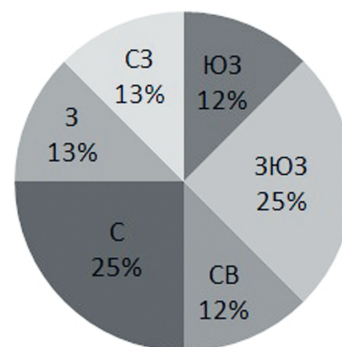


Рис. 3. Диаграмма частот направлений ветра, предшествующего возникновению штормовых нагонов

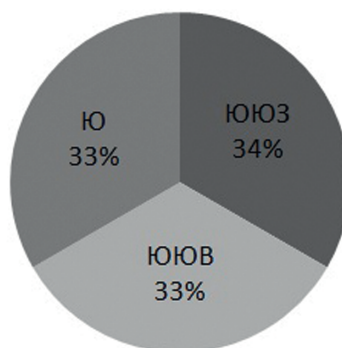


Рис. 4. Диаграмма частот направлений ветра, предшествующего возникновению штормовых сгонов

ны срочные данные уровня моря (4 измерения в сутки) за период 1991–2021 гг.

Опасные сгоны сопровождаются преимущественно ветрами Ю-, ЮЗ-, ЮЮЗ-направлений. Средняя скорость ветра во время таких опасных ситуаций составляет 11 м/с.

При опасных нагонах дуют преимущественно ветра З-, ЗСЗ-, ССЗ-, ЗЮЗ-, СЗ-направлений. Средняя скорость ветра колеблется от 3 до 13 м/с.

В 50 % случаев опасным подъемам уровня моря предшествовали ветра С- и ЗЮЗ-направлений. Перед штормовыми сгонами дули ветра Ю-, ЮЮВ-, ЮЮЗ-направлений.

Список литературы

1. Полозок А.А., Фомина И.Н. Численное моделирование штормовых нагонов в районе морской станции Темрюк // Моря России: Год науки и технологий в РФ – Десятилетие наук об океане ООН: тез. докл. Всерос. науч. конф.

(г. Севастополь, 20–24 сент. 2021 г.). Севастополь: ФГБУН ФИЦ МГИ, 2021. С. 163–165.

2. Ханк Дж.Э., Райтс А.Дж., Уичерн Д.У. Бизнес-прогнозирование / 7-е изд. Вильямс, 2003. С. 195.

ANALYSIS OF STORM SITUATIONS IN THE AREA OF THE TEMRYUK MARINE
HYDROMETEOROLOGICAL STATION

A.A. Polozok

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

Abstract. In the course of the work, urgent sea level data (4 measurements per day) for the period 1991–2021 were analyzed in the area of the hydrometeorological station Temryuk (total 44 951 measurements). Trend analysis of the data series showed that for the linear and quadratic trend models there is a tendency for a slight increase in sea level values. During the specified period, 3 dangerous level drops and 9 dangerous level rises were detected. Dangerous level drops are mainly accompanied by winds from the S, SW, SSW directions. The average wind speed during such storm situations is 11 m/s. With dangerous rises in the level, winds predominantly blow from the W, WNW, NNW, WSW, NW directions. The average wind speed during such storm situations ranges from 3 to 13 m/s. In 50 % of cases, dangerous rises in sea level were preceded by winds from N and WSW directions. In another 50 % of cases, winds from the NW, W, NE and SW directions were blowing before surges. Before the storm drops in the level, winds of the S, SSE, SSW directions were observed, which is quite expected, given the location of the Temryuk hydrometeorological station.

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

References

1. *Polozok A.A, Fomina I.N.* Numerical modeling of storm surges in the area of the Temryuk marine station // [The Seas of Russia: Year of Science and Technology in the RF – United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development.] Abstracts of the All-Russian Scientific Conference, Sevastopol, September 20–24, 2021. Sevastopol: Marine Hydrophysical Institute of RAS, 2021. P. 163–165. (In Russian).
2. *John E. Hanke, Arthur G. Reitsch, Dean W. Wichern.* *Biznes-prognozirovanie* [Business Forecasting] / 7th ed. Moscow: Williams, 2003. 195 p. (In Russian).