

Е.Е.Лемешко¹, А.А.Полозок^{2,1}

¹*Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь*

²*Севастопольское отделение Государственного океанографического института им. Н.Н.Зубова, г.Севастополь*

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ УРОВНЯ АЗОВСКОГО МОРЯ ПО ДАННЫМ БЕРЕГОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Анализ сгонно-нагонных процессов и явлений на гидрометеорологических станциях (ГМС) Азовского моря позволил оценить общие закономерности возникновения штормовых нагонов, в том числе дать полную информацию о сроках, частоте, условиях появления штормовых ситуаций. Предложен подход для оценки статистических характеристик экстремальных значений уровня моря и их продолжительности во взаимосвязи с локальными значениями скорости ветра и типами синоптических ситуаций над Азовским морем, полученными на основе метода построения самоорганизующихся карт приземного атмосферного давления и скорости ветра. Результаты проведенного исследования могут быть полезны для разработки эмпирических моделей прогноза сгонно-нагонных явлений на ГМС и валидации численного моделирования штормовых нагонов, что позволит повысить точность модельных и прогнозных оценок особо опасных явлений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *штормовые нагоны, сгонно-нагонные явления, уровень моря, экстремальные значения уровня, Азовское море, типы синоптических ситуаций*
doi: 10.22449/2413-5577-2018-3-13-21

Работа посвящена оцениванию статистических закономерностей уровня моря в прибрежной зоне Азовского моря с целью выделения штормовых нагонов на основе анализа данных наблюдений уровня моря на береговых постах, и их взаимосвязи с повторяемостью синоптических ситуаций над регионом.

Во второй половине XX в. отмечалась общая тенденция снижения штормовой активности в Черном море, когда повторяемость сильных и штормовых ветров снизилась в среднем в два раза. Снижение штормовой активности в Черном море, происходившее в период 60-х – 90-х гг., было связано с уменьшением общего количества и интенсивности проходящих циклонов, что сопровождалось хорошо выраженным ростом индексов Североатлантического и Восточноатлантического колебаний, то есть с изменчивостью типов крупномасштабной атмосферной циркуляции [1]. После 90-х гг. данные индексы крупномасштабной атмосферной циркуляции имеют отрицательную тенденцию, в связи с чем отмечается увеличение количества штормов в Азово-Черноморском бассейне. Штормовые нагоны вызывают значительные изменения уровня моря в результате действия ветров с ориентацией направления в сторону берега или под углом к нему, а также резких изменений приземного атмосферного давления и связаны обычно с прохождением циклонов.

Штормовые нагоны относятся к опасным природным явлениям, в некоторых районах могут вызывать затопление обширных низменных террито-

© Е.Е.Лемешко, А.А.Полозок, 2018

рий, нанося вред сельскому хозяйству, вызывая разрушения жилых домов, объектов промышленности, складских помещений и береговой инфраструктуры [2]. Среди природных явлений, наблюдающихся на Азовском море, экстремальные колебания уровня являются определяющим показателем для безопасного ведения морского хозяйства, работы береговой инфраструктуры и морского транспорта, так как при аномальных спадах уровня происходит обмеление подходных каналов в портах акватории моря.

Последние исследования, проведенные с помощью математического моделирования и анализа данных измерений [1, 3], показали, что оценки предельных высот волн занижены, нуждаются в корректировке и необходимо дальнейшее развитие методов статистического оценивания экстремальных значений уровня моря [4].

В данной работе рассматривается прибрежный регион Азовского моря, преимущественно юго-восточной его части. Были выбраны три измерительных поста: Приморско-Ахтарск, Темрюк и Мысовое. В данных местах берег преимущественно низменный с потенциально возможными большими площадями затоплений во время штормовых нагонов.

Проанализировав изменчивость уровня Азовского моря за предыдущий климатический период, можно выделить ряд особенностей: штормовые ветры над морем наблюдаются достаточно часто, особенно в зимний период. Согласно климатическому атласу [1], для Азовского моря среднее число дней со штормовым ветром (скорость 15 м/с и более) составляет 24 – 34 дня в году.

Сгонно-нагонные явления имеют продолжительность от нескольких часов до нескольких суток, что обусловлено атмосферными процессами, протекающими над акваторией моря. При этом следует учитывать, что штормовые нагоны развиваются намного стремительнее сгонов – от нескольких часов до двух суток против двух – пяти дней. С учетом скорости воздействия штормовые нагоны представляют намного большую опасность. При определенных синоптических ситуациях, характеризующихся сильными продолжительными ветрами, могут возникать значительные подъемы или спады уровня в отдельных районах моря. Классификация синоптических ситуаций над Азовским морем, приводящих к сильным и устойчивым ветрам, представляется необходимой для выяснения связей между аномальными изменениями уровня моря и конкретными типами атмосферных процессов.

Для более детальной типизации синоптических ситуаций над регионом, приводящих к сгонно-нагонным явлениям, использовался метод построения самоорганизующихся карт для приземного атмосферного давления [5]. В результате было получено, что опасные кратковременные и значительные повышения уровня моря для рассматриваемой южной и юго-восточной части побережья Азовского моря вызываются синоптическими ситуациями, которые формируются при смещении глубоких циклонов с юга или северо-запада Черного моря и проходящих через центр Азовского моря, что формирует северо-западный ветровой поток над морем [5].

Результаты и обсуждения. В данной статье анализировался ряд срочных наблюдений уровня моря продолжительностью три года (с 2013 по 2015 гг.), поскольку в этот период наблюдались аномально высокие штормовые нагоны в Азовском море (март 2013 г., сентябрь 2014 г.) [2].

Для выявления штормовых ситуаций на ГМС Мысовое, Приморско-Ахтарск и Темрюк по каждой станции рассчитаны средние значения, минимальные, максимальные величины и среднеквадратичные отклонения уровня моря за период 2013 – 2015 гг. (табл.1). Сопоставление размаха колебаний уровня моря с данными многолетних наблюдений следующее: для Мысового размах 203 см по сравнению с 260 см для периода 1926 – 2001 гг; для Темрюка 197 см, а для периода 1910 – 1998 гг. 400см; для Приморско-Ахтарска 294 см, в то время как для периода 1916 – 1998 гг. 363 см [3].

Рассмотрим изменчивость уровня моря на выбранных постах более внимательно с учетом направлений ветра определенной силы, приводящего к штормовым нагонам или сгонам. Проанализировав синоптические условия возникновения аномальных колебаний уровня Азовского моря за многолетний период, был сделан вывод, что подъемы уровня более 2 м относительно нулевых отметок наблюдаются в районе Темрюка. При северо-восточном ветре со скоростью 10 – 15 м/с зафиксированы опасные понижения уровня в Приморско-Ахтарске, а в Темрюке сильных сгонных явлений практически никогда не происходит при любой скорости ветра. При южном-юго-западном ветре, превышающим 15 м/с, происходят сгоны в Мысовом (60 – 70 см) и нагонные повышения уровня в северной части моря. При этом на восточном побережье моря спад уровня в Темрюке незначительный. При западном направлении ветра силой 15 – 20 м/с сгон в Мысовом мало ощутим. Падения уровня здесь редко достигают 50 см. На восточном побережье нагонные явления наблюдаются во всех пунктах побережья, при этом максимальные значения подъема уровня на 150 – 200 см при сильных западных ветрах отмечаются в Приморско-Ахтарске.

Кроме того, дополнительно была рассчитана повторяемость отклонений уровня от нулевой отметки для интервалов значений $\pm 1\sigma$, $\pm 2\sigma$, $\pm 3\sigma$ (табл.1). Для ГМС Мысовое и Темрюк количество нагонов превышает количество сгонов для интервалов $\pm 2\sigma$, $\pm 3\sigma$, а для Приморско-Ахтарска, наоборот, количество сгонов превышает количество нагонов (табл.1). В результате, согласно рекомендациям [4] и характеристикам из табл.1, градации уровня моря для отнесения ситуаций к сгонно-нагонным явлениям рас-

Т а б л и ц а 1. Статистические характеристики уровня Азовского моря на ГМС Мысовое, Приморско-Ахтарск и Темрюк за период 2013 – 2015 гг.

параметры	Мысовое, см	Приморско-Ахтарск, см	Темрюк, см
μ (среднее)	490	478	491
σ (СКО)	16	18	14
<i>min</i>	383	360	411
<i>max</i>	586	654	608
размах колебаний	203	294	197
кол-во нагонов / сгонов $\pm 1\sigma$	522 / 634	419 / 414	590 / 646
кол-во нагонов / сгонов $\pm 2\sigma$	137 / 59	78 / 152	80 / 64
кол-во нагонов / сгонов $\pm 3\sigma$	45 / 12	30 / 56	26 / 8

считывались для этих постов как среднее значение уровня $\pm 2,5$ СКО. При значении величины градации уровня меньше указанной размер конечной выборки необоснованно возрастает (в перечень штормовых ситуаций попадают ситуации, которые не фиксировались при реальном мониторинге уровня как экстремальные сгоны и нагоны); если величина выбирается больше $2,5$ СКО, то это приводит к тому, что выборка данных урезается из-за исключения значимых штормовых ситуаций.

Знание интенсивности и продолжительности повышения уровня при нагонах и понижения при сгонах является важной составляющей анализа ситуаций экстремального изменения уровня моря. Величины спада и подъема уровня определялись как разность между уровнем в начале явления и в момент достижения минимального или максимального значения. Промежутки времени между началом и окончанием подъема или опускания уровня и является продолжительностью данных ситуаций. Анализ продолжительности наблюдаемых явлений показал значительное изменение в зависимости от направления и скорости ветра. В период с 2013 по 2015 гг. в Азовском море и в дельте Дона были зафиксированы несколько случаев экстремального штормового нагона, самые интенсивные из которых произошли 23 марта 2013 г. и 24 сентября 2014 г. [2]. В табл.2 представлены сведения о штормовых нагонах на ГМС Мысовое, Приморско-Ахтарск и Темрюк за период 2013 – 2015 гг.

Анализ данных по нагонам, полученным на ГМС Мысовое, позволил сделать следующие выводы:

1) значительный подъем уровня наблюдается преимущественно при ветрах восточного, северо-восточного и восточного-северо-восточного направлений;

2) подъем уровня выше граничного верхнего значения на 15 см и более зафиксирован в 2013 – 2015 гг. шесть раз;

3) средняя скорость ветра, при которой возникают штормовые ситуации, составляет 11 м/с;

4) максимальный подъем уровня наблюдается при восточном и северо-восточном направлении ветра и средней скорости ветра больше 13 м/с. Так, при средней скорости ветра 13 м/с и восточном-северо-восточном, восточном, северо-восточном направлениях ветра превышение уровня на 40 см наблюдалось 17 апреля 2013 г.; превышение на 56 см зафиксировано 31 января 2014 г. при средней скорости ветра 14,4 м/с, восточном и северо-восточном направлениях ветра;

5) в 2013 и 2014 гг. наблюдалось по шесть штормовых нагонов, в 2015 г. было зафиксировано четыре таких ситуации.

Анализ данных по штормовым нагонам ГМС Приморско-Ахтарск показал, что в 2013 – 2015 гг. наблюдалась 21 ситуация нагона, в том числе семь ситуаций в 2013 г., девять ситуаций в 2014 г., пять штормовых нагонов в 2015 г. Значительные повышения уровня в районе Приморско-Ахтарска наблюдаются при ветрах западного-северо-западного, западного-юго-западного, западного направления и средней скорости ветра более 5 м/с. Экстремальные нагоны зафиксированы 24 марта 2013 г. (подъем уровня составил 83 см), 19 октября 2013 г., 17 марта 2014 г., 2 декабря 2015 г. (максимальный уровень превысил верхнюю границу нормального уровня на 59 см), а во время

Таблица 2. Максимальные нагоны на ГМС Мысовое, Приморско-Ахтарск и Темрюк за период 2013 – 2015 гг. (превышение 2.5 σ).

начало нагона, дата	продолжитель- ность, часы	максимальный уровень, см	величина подъема уровня, см	скорость измене- ния уровня, см/ч	направление ветра	средняя ско- рость ветра, м/с
Мысовое						
15 апреля 2013 г.	48,8	570	40	0,8	восточный-северо- восточный, восточный, северо-восточный	13
29 января 2014 г.	69,8	586	56	0,8	восточный, восточный- северо-восточный	14,4
Приморско-Ахтарск						
23 марта 2013 г.	48	604	83	1,7	южный-юго-западный, южный, западный, западный- северо-западный	5
19 октября 2013 г.	10,2	580	59	5,8	северный- северо-западный	5
17 марта 2014 г.	12,5	580	59	4,7	западный	6,5
24 сентября 2014 г.	30,1	654	133	4,3	западный-юго- западный, западный	7
14 декабря 2015 г.	5,6	543	83	14,8	западный- северо-западный	6
Темрюк						
23 сентября 2014 г.	11,2	582	65	5,8	юго-западный, западный	11
29 декабря 2014 г.	8,7	572	55	6,3	западный	8
16 ноября 2015 г.	9	608	91	10,1	северный- северо-западный	16

очень сильного «векового» штормового нагона 24 сентября 2014 г. максимальный уровень составил 654 см, то есть 176 см относительно нуля поста.

Максимальное количество штормовых нагонов наблюдалось в 2013 – 2015 гг. в районе ГМС Темрюк (51 ситуация). В 2013 г. зафиксировано 19 подобных ситуаций, в 2014 г. – 20 экстремальных нагонов, в 2015 г. – 12 явлений. В 26 случаях подъем уровня по сравнению со значением верхней границы допустимого нормального уровня составил не более 10 см.

Экстремальные подъемы уровня в районе ГМС Темрюк наблюдались 24 марта 2013 г. (40 см), 29 июня 2013 г. (44 см), 24 сентября 2014 г. (65 см), 30 декабря 2014 г. (55 см), 17 ноября 2015 г. (91 см). Штормовые нагоны возникали при западном, западном-северо-западном, северном-северо-западном ветрах и средней скорости ветра более 8 м/с.

Таким образом, продолжительность нагонов на данных станциях изменялась в пределах от 6 до 70 ч и в среднем составила 25 ч. Скорость роста уровня моря при нагоне при этом составляет от 0,8 до 14,8 см/ч (табл.2). Результаты статистической обработки данных об уровне воды показали, что для большинства случаев величина роста уровня при нагонах составляет 40 – 133 см и достигает наибольших значений 133 см на ГМС Приморско-Ахтарск при западном и юго-западном ветре 7 м/с.

В табл.3 представлены сведения о максимальных штормовых сгонах на ГМС Мысовое, Приморско-Ахтарск и Темрюк за период 2013 – 2015 гг.

Анализ штормовых сгонов в районе ГМС Мысовое показал, что:

1) экстремальные спады уровня моря имеют место при ветрах северного направления и средней скорости ветра более 11 м/с;

2) из 19 ситуаций в 14 случаях спад уровня не превысил 10 см, один раз уровень упал на 13 см, четыре раза величина спада превысила отметку в 22 см;

3) значительная величина сгона в 53 см наблюдалась 24 сентября 2013 г. при северном направлении ветра и средней скорости ветра 16,5 м/с.

За рассматриваемый период на ГМС Приморско-Ахтарск значительные сгоны (более 20 см относительно нижней границы нормального уровня) зафиксированы девять раз, при этом в 2013 г. таких ситуаций было две, в 2014 г. – четыре, в 2015 г. – три.

Минимальный уровень наблюдался 30 января 2014 г. и составил 360 см, то есть величина сгона составила 118 см относительно нуля поста. Устойчивый спад уровня имел место при восточном-северо-восточном ветре при средней скорости ветра 6,5 м/с.

Т а б л и ц а 3. Максимальные сгоны на ГМС Мысовое, Приморско-Ахтарск и Темрюк за период 2013 – 2015 гг. (превышение 2.5 σ).

начало сгона, дата	продолжительность, часы	минимальный уровень, см	величина опускания уровня, см	скорость изменения уровня, см/ч	направление ветра	средняя скорость ветра, м/с
Мысовое						
24 сентября 2014 г.	27	383	67	2,5	северный	16,5
Приморско-Ахтарск						
28 января 2014 г.	91	360	64	0,7	восточный, восточный – северо-восточный	6,6
13 октября 2015 г.	12,4	390	34	2,7	восточный – северо- восточный, восточный	6
Темрюк						
15 марта 2014 г.	13,1	411	48	3,6	южный	12
16 октября 2015 г.	23,4	416	43	1,8	восточный – северо- восточный, восточный	5,7

В 2013 – 2015 гг. в районе ГМС Темрюк произошло две ситуации экстремального снижения уровня. При восточном-северо-восточном и восточном ветрах и средней скорости ветра 5,7 м/с спад уровня 17 октября 2015 г. составил 43 см. При ветре южного направления и средней скорости ветра 12 м/с уровень моря достиг отметки 411 см 16 марта 2014 г., величина сгона составила 80 см относительно нуля поста.

Таким образом, продолжительность сгонов на постах изменялась в пределах от 23 до 91 ч и в среднем составила 33 ч. Скорость падения уровня при сгоне при этом составляет от 0,7 до 3,6 см/ч (табл.3). Результаты статистической обработки данных об уровне воды показали следующее. В большинстве случаев величина падения уровня при сгонах составила 40 – 67 см и достигла наибольших значений 67 см на ГМС Мысовое при северном ветре 16,5 м/с.

Повторяемость сгонов/нагонов по сезонам, как и повторяемость генерирующих их ветров, неодинакова. Максимальное количество нагонов наблюдается весной (45 %), минимальное – осенью (24 %). Летом доля нагонов составляет 35 %. Соответственно максимальное количество сгонов наблюдается осенью (44 %), минимальное – весной (25 %), доля сгонов летом составляет 35 %.

Для прогнозирования особо опасных явлений, связанных со сгонно-нагонными ситуациями, была выявлена повторяемость экстремальных значений уровня моря на постах. По результатам расчетов по методике [4] наибольшее превышение уровня моря в районе Темрюка, возможное один раз в 10 лет, составляет 78 см, один раз в 25 лет – 85 см, один раз в 50 лет – 97 см, один раз в 100 лет – 110 см. Для Приморско-Ахтарска 110; 120; 130; 140 см соответственно.

С целью оценки сезонной повторяемости синоптических ситуаций над Азовским морем, определяющих развитие ветров, которые вызывают сгонно-нагонные явления на всем южном и восточном побережье, а не только в районах расположения ГМС, были рассчитаны самоорганизующиеся карты приземного атмосферного давления и скорости ветра над Азовским морем по данным атмосферного ре-анализа [6] за период 2013 – 2015 гг. на основе ранее апробированного метода [5]. Был рассчитан индекс повторяемости двенадцати синоптических ситуаций, описываемых соответствующими самоорганизующимися картами для сезонного цикла за период 2013 – 2015 гг. (рис.1).

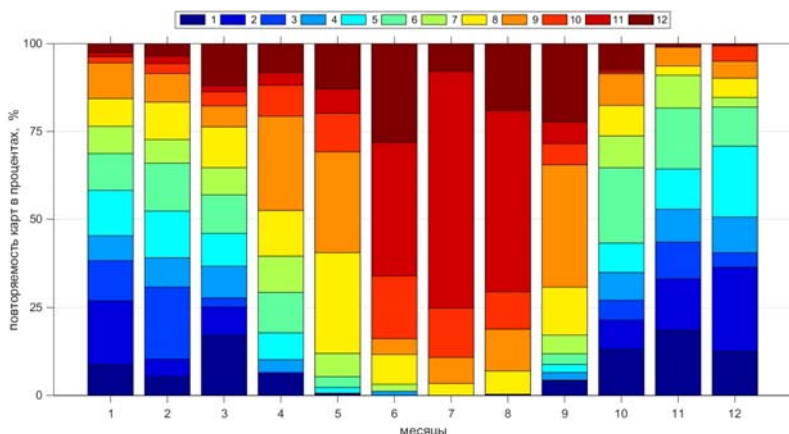


Рис. 1. Сезонный цикл индекса повторяемости синоптических ситуаций (%) за период 2013 – 2015 гг.

Было выявлено, что синоптические ситуации можно объединить по двум основным группам, не вдаваясь в особенности их пространственной изменчивости над Азовским морем (рисунки самих карт не приводятся). В первую входят самоорганизующиеся карты с ветрами северо-западных, западных и юго-западных направлений, вызывающими нагонные явления на юго-восточном и восточном побережье Азовского моря: карта № 1 (повторяемость 7 %); карта № 4 (повторяемость 5 %); карта № 7 (повторяемость 6 %) и карта № 12 (повторяемость 10 %). Во вторую группу входят карты с ветрами северо-восточных, восточных и юго-восточных направлений, вызывающими сгонные явления на юго-восточном и восточном побережье Азовского моря: карта № 2 (повторяемость 7 %); карта № 3 (повторяемость 4 %); карта № 5 (повторяемость 7 %); карта № 6 (повторяемость 9 %); карта № 8 (повторяемость 10 %); карта № 9 (повторяемость 13 %) и карта № 11 (повторяемость 15 %). Как видно из рис.1, особенность периода 2013 – 2015 гг. заключается в том, что количество типовых синоптических ситуаций, генерирующих сгоны на восточном побережье, преобладает над количеством ситуаций, вызывающих нагонные явления. Тем не менее, в течение сезонного цикла смена синоптических ситуаций, которая характеризует пространственную изменчивость поля ветра над регионом, происходит чаще в зимний и осенний периоды, летом в основном преобладают два типа синоптических ситуаций. Первый способствует генерации нагонов – карта № 12 (северо-западный ветер) с повторяемостью в летний период до 28 % против 10 % за все время наблюдений (рис.1). Второй тип вызывает сгоны – карта № 11 (северо-восточный ветер) с повторяемостью в июле до 70 % против 15 % за весь период 2013 – 2015 гг. В весенний период – в марте тип I (42 %), тип II (40 %); в апреле тип I (18 %), тип II (уже 52 %) (рис.1). В осенний период – в сентябре тип I (32 %), тип II (23 %); в октябре тип I (33 %), тип II (47 %) (рис.1).

Выводы. Для периода 2013 – 2015гг., характеризуемого интенсивными штормовыми нагонами в Азовском море, по данным срочных наблюдений на трех уровнях постах выделены даты экстремальных сгонов/нагонов, рассчитана их длительность, получены статистические характеристики выявленных сгонно-нагонных явлений, оценена их повторяемость и скорость изменения уровня моря. Результаты классификации сгонно-нагонных явлений для полученных временных периодов сопоставлены со скоростью и направлением ветра на постах наблюдения.

С целью оценки сезонной повторяемости синоптических ситуаций над Азовским морем, определяющих развитие ветров, которые вызывают сгонно-нагонные явления на всем южном и восточном побережье, а не только в области расположения трех ГМС, была проведена типизация синоптических ситуаций по данным ре-анализа приземного атмосферного давления и скорости ветра над Азовским морем.

В летний сезон преобладают типы синоптических ситуаций, приводящие в основном к сгонным явлениям на восточном и юго-восточном побережье Азовского моря, в то время как весенний и осенне-зимний сезоны характеризуются атмосферными процессами, при которых преобладают нагонные явления.

Анализ сгонно-нагонных процессов и явлений на гидрометеорологиче-

ских станциях Азовского моря позволил оценить общие закономерности возникновения штормовых нагонов, в том числе дать полную информацию о сроках, частоте, условиях появления штормовых ситуаций.

Предложен подход оценивания статистических характеристик экстремальных значений уровня моря и их продолжительности в взаимосвязи с локальными значениями скорости ветра и типами синоптических ситуаций над Азовским морем, полученными на основе метода построения самоорганизующихся карт приземного давления и скорости ветра.

Результаты проведенного исследования могут быть полезны для разработки эмпирических моделей прогноза сгонно-нагонных явлений на ГМС и валидации численного моделирования штормовых нагонов, что позволит повысить точность модельных и прогнозных оценок особо опасных явлений.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта № 18-31-00274, а также в рамках госзадания по теме № 0827-2018-0004.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Фомин В.В., Дьяков Н.Н., Тимошенко Т.Ю., Фомина И.Н., Левицкая О.В., Симов В.Г., Мартынов Е.С.* Атлас волнения, течений и уровня Азовского моря.– Киев: Феникс, 2012.– 238 с.
2. *Матишов Г.Г., Чикин А.Л., Бердников С.В., Шевердяев И.В.* Экстремальное наводнение в дельте Дона (23-24 марта 2013 г.) и факторы, его определяющие // Доклады академии наук.– 2014.– т.455, № 3.– С.342-345.
3. *Дьяков Н.Н., Фомин В.В.* Синоптические условия возникновения аномальных колебаний уровня Азовского моря // Науч. тр. УкрНИГМИ.– 2002.– 250.– С.332-341.
4. *Байдин С.С., Глуховский Б.Х., Ющак А.А., Костяницын М.Н.* Руководство по расчету элементов гидрологического режима в прибрежной зоне морей и устьях рек при инженерных изысканиях.– М.: Гидрометеиздат, 1973.– 535с.
5. *Лемешко Е.Е., Бердников С.В., Лемешко Е.М.* Идентификация метеорологических условий для развития штормовых нагонов в прибрежной зоне Азовского моря и дельте Дона // Экология. Экономика. Информатика. Т.1. Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем.– Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2016.– С.111-118.
6. *ERA-Interim data.* <http://www.ecmwf.int/research/era/do/get/index>

Материал поступил в редакцию 06.05.2018 г.

Е.Е.Lemeshko, А.А.Polozok

EXTREME LEVELS OF THE SEA OF AZOV ACCORDING TO COASTAL MEASUREMENTS

Analysis of the surges on the hydrometeorological stations in the Sea of Azov is fulfilled to assess the general regularity of storm surges occurrence, including full information on timing, frequency, and conditions for the storm. An approach is proposed for estimating the statistical characteristics of extreme sea levels and their duration in correlation with local wind currents and types of synoptic situations over the Sea of Azov, obtained by the method of constructing self-organizing maps of surface atmospheric pressure and wind current. The research can be useful for the development of empirical models of the surge prediction and the validation of the numerical simulation of storm surges. It will improve the accuracy of model and forecast estimates for especially dangerous phenomena.

KEYWORDS: storm surges, negative setup, sea level, extreme level values, the Sea of Azov, types of synoptic situations