

УДК 557.577.13: 624.131.6 (210.7) (262.5) (477.74)

DOI: 10.18524/2303-9914.2019.2(35).183728

О. В. Давидов¹, канд. геогр. наук, доцент**Н. О. Роскос**², старший викладач**О. М. Роскос**³, вчитель географії¹ Херсонський державний університет,
вул. Університетська 27, Херсон, 73000, Україна,
svobodny.polet2012@gmail.com² Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна,
natalya_ber@ukr.net³ Одеська приватна ЗОШ «Крок»,
вул. Анни Ахматової 34, Одеса, 65016, Україна,
roskos81alex@gmail.com

ПРИРОДНІ УМОВИ ВИНИКНЕННЯ ШТОРМОВИХ НАГОНІВ У РАЙОНІ ГЕНІЧЕСЬКОЇ ДЕЛЬТИ

На сучасному етапі розвитку геосфери, в умовах глобальних кліматичних змін, суттєво збільшилась кількість небезпечних гідрологічних явищ, зокрема штормових нагонів. За останні десять років кількість відповідних явищ суттєво збільшилася в західній частині Азовського моря, у районі Генічеської дельти. Причини збільшення кількості катастрофічних коливань рівня моря, в даному регіоні, насамперед пов'язуються із змінами структури вітрового режиму. Під час власних досліджень, було з'ясовано, що на розвиток штормових нагонів в районі Генічеської дельти, також впливають геоморфологічні умови та антропогенна діяльність.

Ключові слова: Азовське море, акумулятивна форма, Арабатська Стрілка, згінно-нагонові явища, штормовий нагін, дельта протоки.

ВСТУП

В умовах сучасних кліматичних змін, в Світовому океані з кожним роком збільшується кількість небезпечних процесів гідрометеорологічної природи. У береговій зоні Азово-Чорноморського регіону, одним з найбільш небезпечних явищ вважаються катастрофічні коливання рівня синоптичної природи (явища згонів-нагонів, штормові нагони), які наносять найбільш істотні витрати економіці держави і часто призводять до людських жертв [12, 20, 23]. Згінно-нагонові коливання Азовського моря досить добре вивчені [1, 6, 25], при цьому зібрані великі об'єми статистичної інформації [7, 13, 24], розроблені різні моделі і розраховані прогнози [2, 14, 18]. Проте, в умовах кліматичних змін, катастрофічні коливання з кожним роком стають більш непередбачуваними і небезпечними. Саме тому ми звернули свою увагу на район західної частини

Азовського моря, де в результаті збільшення кількості штормових нагонів ситуація стає найбільш небезпечною в регіоні.

Мета публікації полягає у виділенні природних умов виникнення штормових нагонів у районі Генічеської дельти.

Основні завдання: проаналізувати гідрометеорологічні умови виникнення штормових нагонів Азовського моря; охарактеризувати геоморфологічні умови Генічеської дельти і прилеглої території; визначити вплив природних умов на специфіку проявлення штормових нагонів; виявити роль антропогенної діяльності у процесі виникнення штормових нагонів.

Об'єкт дослідження – штормові нагони району Генічеської дельти.

Предметом дослідження виступають природні і антропогенні умови виникнення штормових нагонів.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Районом дослідження є північно-західна частина Азовського моря. Для району дуже специфічний гідрологічний режим прибережних акваторій, обумовлений взаємодією хвилювання, різних прибережних течій, вітрових і саюшених коливань [17]. Саме у цих складних умовах у північній частині Арабатської Стрілки, сформована специфічна форма рельєфу – дельта проток, яка отримала назву Генічеська (рис. 1).

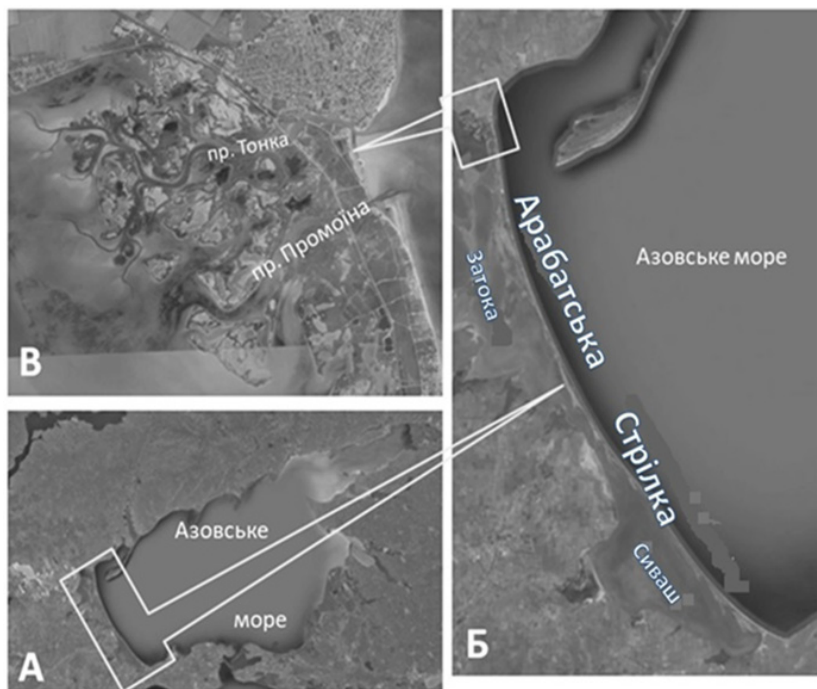


Рис. 1. Географічне розташування і зовнішній вид Генічеської дельти: а – регіон Азовського моря; б – північно-західна частина Азовського моря; в – Генічеська дельта (космічні знімки з ресурсу Google Earth)

Генічеська дельта – ця природне утворення, яке знаходиться в північній частині півострова Арабатська Стрілка, в її межах розташовані дві морські протоки Тонка (Генічеська) і Промоїна (Протока). Арабатська Стрілка є полігенетичним утворенням, в його структурі велику частину займає береговий бар, до якого на північному заході приєднані корінні виступи, а на півночі дельта проток [15, 26].

Виділення дельти проток, як окремої структури даної акумулятивної форми, обумовлене її генезисом. Як відомо [16], еволюція цієї форми йшла у напрямі збільшення її висоти і об'єднання островів в єдине утворення, саме тому основна частина промоїн була замита. У північній частині Арабатської Стрілки завдяки специфічним гідрологічним умовам промоїна трансформувалася в протоку, багаторічне існування якої і зумовило формування дельти.

Фактичною інформацією для написання статті є: матеріали власних польових спостережень, тривалість яких понад 20 років; дані гідрометеорологічної станції Генічеськ; інформація з електронного ресурсу Кліматичний кадастр України [19] та картографічні данні з «Атласу екстремальних вітрових коливань рівня Азовського моря» та «Кліматичного атласу Азовського моря 2006» [1, 18].

В процесі виконання роботи були використані методи порівняльно-географічний, історико-географічний, картографічний, математичний і графоаналітичний для обробки метеорологічних даних, а також метод наукового аналізу для узагальнення та систематизації широкого спектру опрацьованих матеріалів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ АНАЛІЗ

Згінно-нагонові коливання у західній частині моря. Азовське море є мілководним, замкненим, безприпливним морським басейном, у межах якого проявляються коливання з амплітудою більше 4–5 м і тривалістю в 3–4 дні [2, 9]. Синоптичні коливання характеризуються певною специфікою прояву, який подібний до саюшевих явищ з однією вузловою лінією, що проходить приблизно через центр моря. [7, 17]. Важливе значення має той факт, що сучасна інтенсифікація згінно-нагонових коливань, відбувається на тлі загальної тенденції до збільшення рівня моря, причому найбільші величини кутових коефіцієнтів лінійних трендів відзначаються за останні 60 років [11].

Максимальна амплітуда згінно-нагонових коливань в районі Генічеська складає 423 см, з яких максимум падіння рівня досягав відмітки в -187 см [2], а максимальний підйом відповідав висоті рівня в +236 см [13]. Тривалі спостереження за коливанням рівня в Азовському морі дозволили розробити прогноз прояву катастрофічних явищ, згідно з яким в районі Генічеська 1 раз в 10 років можуть проявлятися штормові нагони з висотою близько 210 см, раз в 25 років – 240 см, з періодичністю в 50 років – 250 см, і один раз в 100 років – 260 см. Явище згону може досягати відмітки – 180 см, проявляється один раз в 10 рік,

200 см може відбуватися один раз на 25 років, 210 см реєструється раз в 50 років, а більше 220 см фіксується не частіше одного разу на 100 років [8].

Історичний аналіз показав, що в 1962 році в районі Генічеська була зафіксована максимальна висота рівня нагону 236 см. Штормовий нагін був пов'язаний з дією східного вітру із швидкістю 28 м/с, в період з 30 січня по 4 лютого. В результаті підйому рівня Генічеська дельта і прилегла до неї частина міста була затоплена, а Арабатська Стрілка в межах знижених ділянок перепліскувалася [2].

Подібні до історичного максимуму нагони проявляються не часто. Слід виділити сильний штормовий нагін з висотою понад 2 м, який зафіксований у 1954 році і був пов'язаний з дією східного вітру зі швидкістю 20–24 м/с, період з 21 по 30 листопада. В результаті підйому рівня дельта і прилегла частина Генічеська були затоплені.

6–10 січня 1969 року в районі дельти Генічеської протоки сталося підняття рівня моря на висоту 2,25 м. Даний штормовий нагін був обумовлений дією південно-східного вітру зі швидкістю 25 м/с. В результаті прояву відповідного нагону поверхня дельти була повністю затоплена і утворилася друга протока - Промоїна. Специфіка даного нагону була обумовлена температурним режимом повітря: під час підйому рівня сильно знизилася температура і водна поверхня вкрилася льодом. Подальший рух льоду в бік Сиваша призвів до часткового руйнування залізниці [4].

В останні десятиліття кількість штормових нагонів збільшилася, однак катастрофічні підйоми рівня з висотою більше двох метрів не спостерігалися (табл. 1).

Таблиця 1

Максимальні штормові нагони в районі Генічеської дельти за період з 2009 по 2018 рр. (за матеріалами гідрометеорологічної станції Генічеськ)

Дата	Напрямок вітру	Швидкість вітру (м/с)	Висота рівня (м)
16–17 грудня 2009	схід-північний-схід	23–28 м/с	1,13
18–20 січня 2010	схід-північний-схід	24–28 м/с	1,46
3–4 квітня 2011	схід-південний-схід	20–25 м/с	1,04
25–27 січня 2012	схід-північний-схід	28–34 м/с	1,56
15–16 квітня 2013	схід	24–28 м/с	1,16
29–30 січня 2014	схід-північний-схід	20–28 м/с	1,14
28–29 березня 2015	схід	25–30 м/с	1,15
12–13 жовтня 2016	південний-схід-схід	20–28 м/с	1,18
25–29 вересня 2017	схід-північний-схід	16–18 м/с	0,70
28–30 листопада 2018	схід-північний-схід	20–24 м/с	1,33

Слід зазначити, що на початку XXI століття істотно розширилися хронологічні рамки прояву штормових нагонів: якщо в другій половині XX століття основна частина катастрофічних коливань проявлялася у холодний період (з жовтня по березень), то за останні роки вони все частіше реєструються і в теплий період (з квітня по вересень). Збільшення загальної кількості штормових нагонів в районі дослідження обумовлено змінами в структурі вітрового режиму над акваторією Азовського моря, що проявилось у збільшенні повторюваності вітрів східних напрямків (рис. 2).

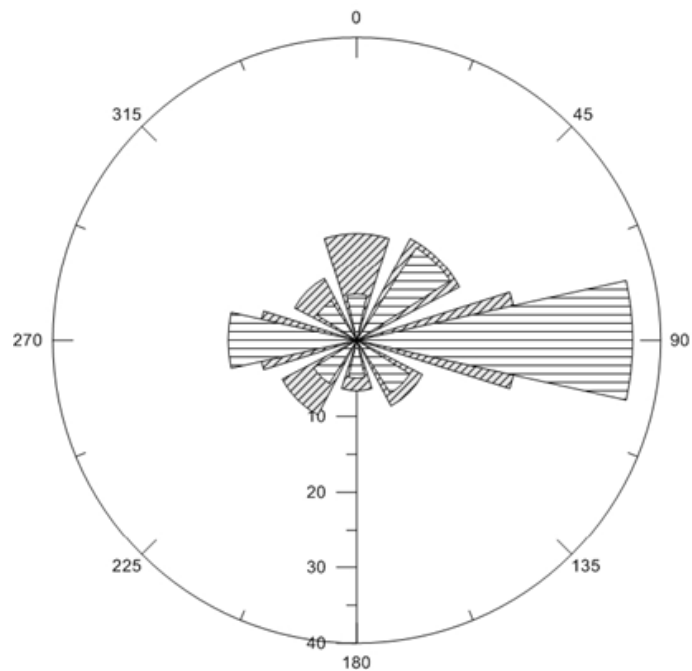


Рис. 2. Порівняльний аналіз повторюваності вітру по ст. Генічеськ за різні періоди:
 1966–1990; 2011–2018 (за матеріалами [19])

Геоморфологічні умови району. Генічеська дельта має складну форму, що зовні нагадує багаторукавну річкову дельту, яка розширюється у напрямку затоки Сиваш. Її загальна площа близько 16,5 км². Максимальна довжина дельти складає 4,7 км, а ширина істотно змінюється – так, в східній (морський) частині вона не перевищує 1,2 км, в центрі розширюється до 5,9 км, а в межах західної (лагунної) частини скорочується до 3,2 км. Водобмін між Азовським морем і затокою Сиваш здійснюється через дві протоки, до яких відносяться Тонка і Промоїна, а рух води у більшості випадків залежить від напрямку і швидкості вітру.

У структурному відношенні, територія дельти знаходиться в районі західної частини субширотного Азовського розламу, який є межею між Причорно-

морською і Сиваською западинами. Це місце розташування дельти обумовлює домінування у її межах негативних тектонічних рухів, швидкість яких складає 1,2–2,0 мм/рік [10]. Прояв негативних рухів посилюється процесом осадконакопичення, що відбувається у межах дельти, який знаходить своє відображення у збільшенні піщано-мулових відкладень дельти і висунення її у бік Сивашу.

При формуванні штормових нагонів важливе значення має розчленування берегової лінії. Як відомо, максимальної висоти катастрофічні підйоми рівня досягають у вершинах заток, які звужуються [16]. На сучасних картах і космічних знімках морська частина дельти має увігнутий характер. Саме увігнутий характер берегової лінії і сприяє прямому вод нагонів у бік цієї низинної території, і як наслідок відбувається підвищення рівня і затоплення дельти.

Вплив антропогенної діяльності. На характер еволюції дельти істотний вплив мали різні види антропогенної діяльності - створення підхідного каналу до порту Генічеськ, видобуток черепашки і будівництво залізниці на поверхні Арабатської Стрілки.

На картах середини XIX і початку XX століття в районі гирла Генічеської протоки розташована невелика угнутість берегової лінії, яка за своїми розмірами істотно менше за сучасну. В той же час, в районі порту Генічеськ, упродовж більше 100 років існував підхідний канал, завдовжки близько 1 км, при ширині до 60 м і глибині 4,5 м [3]. Періодично, він мілішав, за рахунок занесення мулами і прибережно-морськими наносами, і для відновлення його судноплавності проводилися днопоглиблювальні роботи. На нашу думку, існування цієї антропогенної форми рельєфу сприяло розмиву і відступанню морської частини дельти та як наслідок формуванню увігнутості берегової смуги.

З кінця XIX століття і до 1970 року на поверхні більшої частини Арабатської Стрілки і Генічеської дельти функціонувала залізниця. При її будівництві на поверхню дельти відсипався насип з матеріалів самої акумулятивної форми. Тому в межах дельти з'явилися штучні форми рельєфу, які мали позитивний і лінійно витягнутий характер, а також негативні форми площинного характеру [22]. Під час штормових нагонів позитивні форми рельєфу були істотною перешкодою для морських вод і сприяли підйому рівня. Негативні форми виконували функцію резервуарів як для вод нагонів, так і для наносів, які переносилися під час нагонів. Саме тому ми вважаємо, що дані види антропогенної діяльності сприяли збільшенню ризику затоплення дельти під час нагонів.

ВИСНОВКИ

У межах сучасної Генічеської дельти характер прояву і амплітуда штормових нагонів напряму залежить як від гідрологічних, так і від геоморфологічних умов. Природна обумовленість прояву катастрофічних синоптичних коливань пов'язана у першу чергу з морфоструктурними і морфогенетичними особливостями дельти. Відповідні особливості проявляються у вигляді негативних тектонічних рухів і в наявності дуже незначних абсолютних відміток висот.

Важливе значення має також антропогенна діяльність в районі дельти впродовж останніх 100 років яка в еволюційному відношенні істотно впливала на створення геоморфологічних умов, сприятливих для розвитку штормових нагонів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Атлас экстремальных ветровых колебаний уровня Азовского моря. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oceanography.ru/index.php/2010-03-15-15-57-22/2010-03-15-15-59-06/255-2012-03-26-06-44-52>.
2. Беспалова Л. А. Опасные штормовые нагоны и разрушения берегов Азовского моря [Текст] / Л. А. Беспалова, А. Е. Цыганкова, Е. В. Беспалова, С. А. Мисиров // Наука юга России, 2019. – Том 15. – № 2. – С. 29 – 38.
3. Виноградов А. К. Подходные каналы и их значение в функционировании экосистем акваторий морских портов [Текст] / А. К. Виноградов, Ю. И. Богатова, И. А. Синегуб // Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання природних ресурсів. – 2012. – 26 (1). – С. 34 – 47.
4. Воронка В. П. История двух протоков [Текст] / В. П. Воронка // Мелитопольский краеведческий журнал. – 2016. – № 7. – С. 85 – 88.
5. Воронка В. П. Особенности гидрологического зв'язку Сивашу з Азовським морем [Текст] / В. П. Воронка // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. – 2013. – Т. 2 (29). – С. 84 – 89.
6. Герман В. Х. Спектральный анализ колебаний уровня Азовского, Черного и Каспийского морей моря в диапазоне частот от одного цикла за несколько часов до одного цикла за несколько суток [Текст] / В. Х. Герман // Труды ГОИН, 1970. – Вып. 103. – С. 52–73.
7. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 1: Азовское море [Текст] / Ю. П. Ильин, В. В. Фомин, Н. Н. Дьяков, С. Б. Горбач; МЧС и НАН Украины, Морское отделение Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института. – Севастополь, 2009. – 400 с.
8. Давыдов А. В. Влияние штормовых нагонов на развитие берегов с ветровой осушкой. [Текст] / А. В. Давыдов // Наукові записки Херсонського відділу Українського географічного товариства. – Херсон: ПП Вишемирський, 2006. – Вип. 2. – С.16–18.
9. Давыдов О. В. Причины та наслідки штормового нагону в береговій зоні Бердянської затоки 11 листопада 2007 року [Текст] / О. В. Давыдов, О. М. Роскос // Фальц-Фейнівські Читання. Зб. наук. праць [головн. ред. С. В. Шмалей]. – Херсон: ПП Вишемирський, 2009. – С. 74–82.
10. Давыдов О. В. Аналіз тектонічної зумовленості геоморфологічних умов берегової зони Херсонської області [Текст] / О. В. Давыдов, І. М. Котовський, М. О. Зінченко, С. В. Сімченко // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія Географічні науки. – 2017. – Вип. 6. – С. 134 – 140.
11. Давыдов А. В. Катастрофические синоптические колебания уровня моря в пределах мелководных заливов Чёрного и Азовского морей [Текст] / А. В. Давыдов // Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и промышленных вызовов («Опасные явления»); материалы Международной научной конференции (г. Ростов-на-Дону, 13–23 июня 2019 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2019. – С. 158 – 161.
12. Доценко С. Ф. Природные катастрофы Азово-Черноморского региона [Текст] / С. Ф. Доценко, В. А. Иванов // Севастополь, ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010. – 174 с.
13. Дьяков Н. Н. Синоптические условия возникновения аномальных колебаний уровня Азовского моря [Текст] / Н. Н. Дьяков, В. В. Фомин // Труды УкрНИГМИ, 2002. – С. 332 – 341.
14. Жилиев А. П. Расчет колебаний уровня Азовского моря [Текст] / А. П. Жилиев // Океанология. – 1972. – 12(1). – С. 49 – 56.
15. Зенкович В. П. Берега Черного И Азовского морей [Текст] / Всеволод Павлович Зенкович. – Москва: Географгиз, 1958. – 371 с.
16. Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов [Текст] / Всеволод Павлович

- Зенкович. – Москва: Изд-во АН СССР, 1962. – 710 с.
17. Инжебейкин Ю. И. Формирование опасных течений в Азовском море [Текст] / Ю. И. Инжебейкин, А. Ю. Московец // Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и промышленных вызовов («Опасные явления»): материалы Международной научной конференции. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2019. – С. 53–57.
 18. Климатический атлас Азовского моря 2006 (Climatic Atlas of the Sea of Azov 2006). Сайт NOAA «National Oceanographic Data Center (NODC)». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nodc.noaa.gov/OC5/AZOV2006/start.html>.
 19. Кліматичний Кадастр України Державна гідрометеорологічна служба УкрНДДГМІ. Центральна Геофізична Обсерваторія. [Електронна версія] Режим доступу: <http://www.cgo.kiev.ua/index.php?dv=pos-klim-kadastr>.
 20. Матишов Г. Г. Природные катастрофы и опасные явления в прибрежных зонах в Азово-Черноморском бассейне [Текст] / Г. Г. Матишов // Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и промышленных вызовов («Опасные явления»): материалы Международной научной конференции. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2019. – С. 5–7.
 21. Морская геоморфология: Терминологический справочник. Береговая зона: процессы, понятия, определения [Текст] / науч.ред. В. П. Зенкович, Б. А. Попов. – Москва: Мысль, 1980. – 280 с.
 22. Роскос А. Н. Современное антропогенное воздействие на состояние Арабатской Стрелки [Текст] / А. Н. Роскос, А. В. Давыдов // Молоді науковці – географічній науці / під ред. проф. Я. Б. Олійника. – К.: Обрії, 2008. – Вип. IV. – С. 146–149.
 23. Совершаев В. А. Расчет суммарной волновой энергии при штормовых нагонах [Текст] / В. А. Совершаев // Теоретические проблемы развития морских берегов: сб. н. тр. [под ред. Ю. П. Хрусталева, Ю. В. Артюхина, Е. И. Игнатов]. – М.: Наука, 1989. – С. 28–33.
 24. Фомин В. В. Штормовые нагоны в Таганрогском заливе и затопление дельты Дона / В. В. Фомин, Д. И. Лазоренко, Д. В. Алексеев, А. А. Полозок // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря, 2015. – 1. – С. 74–82.
 25. Черкесов Л. В. Численное исследование сгонно-нагонных процессов и течений Азовского моря в период экстремальных ветров / Л. В. Черкесов, Т. Я. Шульга, Н. Н. Дьяков, Р. Р. Станичная // Морской гидрофизический журнал, 2017. – №5 (197). – С. 3–0.
 26. Шуйский Ю. Д. Природа Арабатской Стрелки на западном побережье Азовского моря [Текст] / Ю. Д. Шуйский // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності, 2007. – № 4. – С. 22–33.

REFERENCES

1. Atlas ekstremal'nykh vetrovykh kolebaniy urovnya Azovskogo moray [Atlas of extreme wind fluctuations in the Sea of Azov.]. (2012). www.oceanography.ru/index.php/2010-03-15-15-57-22/2010-03-15-15-59-06/255-2012-03-26-06-44-52.
2. Bespalova, L. A., Tsygankova, A. E., Bespalova, E. V., Misirov, S. A. (2019), Opasnyye shtormovyye nagony i razrusheniya beregov Azovskogo morya [Dangerous storm surges and destruction of coast of the sea of Azov] *Science in the South of Russia. Vol. 15 (2)*. pp. 29–38.
3. Vinogradov, A. K., Bogatov, Yu. I., Sinigub, I. A. (2012), Podkhodnye kanaly i ikh znachenie v funktsionirovanii ekosistem akvatoriy morskikh portov [Suitable channels and their importance in the functioning of ecosystems of seaport water areas]. *Ecological safety of coastal and shelf zones and complex use of shelf resources, Vol. 26 (1)*, pp. 34–47.
4. Vorovka, V. P. (2016), Istoriya dvokh protok [The History of Two Straits]. *Melitopol Local History Journal*, 7, pp. 85–88.
5. Vorovka, V. P. (2013), Osoblyvosti hidrolohichnoho zv'yazku Syvashu z Azovs'kym morem [Peculiarities of hydrological connection between the Syvash lagoon and the Azov sea]. *Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology: The scientific collection, Vol. 2 (29)*, pp. 84–89.

6. German, V. Ch. (1970), Spektral'nyy analiz kolebaniy urovnya Azovskogo, Chernogo i Kaspiyskogo morey morya v diapazone chastot ot odnogo tsikla za neskol'ko chasov do odnogo tsikla za neskol'ko sutok [Spectral analysis of level fluctuations in the Sea of Azov, Black and Caspian Seas in the frequency range from one cycle for several hours to one cycle for several days]. *Transactions of GOIN*, 103, pp. 52–73.
7. Ilyin, V. V. Fomin, Dyakov, N. N., Gorbach, S. B. (2009), Gorbach *Gidrometeorologicheskiye usloviya morey Ukrainy. Tom 1: Azovskoye more* [Hydrometeorological conditions of the seas of Ukraine. Volume 1: The Azov Sea]. Sevastopol: UkrNIGMI, 400 p.
8. Davydov, A. V. (2006), Vliyaniye shtormovykh nagonov na razvitiye beregov s vetrovoy osushkoy [The influence of storm surges on coastal development with windy flats]. *Scientific Notes of the Kherson Department of the Ukrainian Geographical Society. Kherson: PE Vysheymyrsky*, 2, pp. 16–18.
9. Davydov, O. V., Roskos, O. M. (2009), Prychyny ta naslidky shtormovogo nagonu v beregovij zoni Berdjans'koi' zatoky 11 lystopada 2007 roku [Causes and consequences of storm surge in the coastal zone of Berdyansk Bay on November 11, 2007]. *Folz-Fein Readings. Coll. Sciences. works [chap. ed. S.V. Shmaley]. Kherson: Vishemirsky*, pp. 74–82.
10. Davydov, O. V., Kotovskiy, I. M., Zinchenko, M.A., Simchenko, S.V. (2017). Analiz tektonichnoyi zumovlenosti heomorfologichnykh umov berehovoyi zony Khersons'koyi oblasti [Analysis of tectonic dependence of geomorphological conditions of coastal zone of Kherson region]. *Kherson State University Herald. Series Geographical Sciences*, 9, pp. 105–110.
11. Davydov, A. V. (2019). Katastroficheskiye sinopticheskiye kolebaniya urovnya morya v predelakh melkovodnykh zalivov Chornogo i Azovskogo morey [Catastrophic synoptic oscillations of the sea level within shallow bays of the Black Sea and the Sea of Azov]. *Regularities of Formation and Impact of Marine and Atmospheric Hazardous Phenomena and Disasters on the Coastal Zone of the Russian Federation under the Conditions of Global Climatic and Industrial Challenges ("Dangerous Phenomena"): Proceedings of the International Scientific Conference (Rostov-on-Don, 13–23 June 2019)*. – Rostov-on-Don: SSC RAS Publishers, pp. 158–161.
12. Dotsenko, S. F. (2010), *Prirodnye katastrofy Azovo-Chernomorskogo regiona* [Natural disasters of the Azov-Black Sea region]. Sevastopol, EKOSI-Gidrofizika, 174 p.
13. D'yakov, N. N. (2002), Sinopticheskiye usloviya vozniknoveniya anomal'nykh kolebaniy urovnya Azovskogo morya [Synoptic conditions of occurrence of anomalous fluctuations in the level of the Sea of Azov]. *Naukovi pratsi UkrNDGI*, pp. 332–341.
14. Zhilyaev, A. P. (1972), Raschet kolebaniy urovnya Azovskogo morya [Calculation of fluctuations in the level of the Sea of Azov]. *Okeanologiya*, 12(1), pp. 49–56.
15. Zenkovich, V. P. (1958), *Berega Chernogo i Azovskogo morey* [The shores of the Black and Azov Seas]. Moscow: Geographers, 371 p. (In Russian).
16. Zenkovich, V. P. (1962), *Osnovy ucheniya o razvitii morskikh beregov* [Fundamentals of the study of the development of sea shores]. Moscow: USSR Academy of Sciences, 710 p.
17. Inzhebeykin, Yu. I., Moskovets, A. Yu. (2019), Formirovaniye opasnykh techeniy v Azovskom more [Formation of dangerous currents in the Sea of Azov]. *Regularities of Formation and Impact of Marine and Atmospheric Hazardous Phenomena and Disasters on the Coastal Zone of the Russian Federation under the Conditions of Global Climatic and Industrial Challenges ("Dangerous Phenomena"): Proceedings of the International Scientific Conference (Rostov-on-Don, 13–23 June 2019)*. – Rostov-on-Don: SSC RAS Publishers, pp. 53–57.
18. *Klimaticheskyy atlas Azovskogo moray* (2006), [Climatic Atlas of the Sea of Azov] Site NOAA «National Oceanographic Data Center (NODC)». [Electronic resource]. <http://www.nodc.noaa.gov/OC5/AZOV2006/start.html>.
19. *Klimatychnyy Kadastr Ukrainy Derzhavna hidrometeorologichna sluzhba UkrNDHMI. Tsentral'na Heofizichna Observatoriya* (2005), [Climatic Cadastre of Ukraine. State Hydrometeorological Service Ukrainian Hydrometeorological Research Institute. Central Geophysical Observatory]. [Electronic resource]. <http://www.cgo.kiev.ua/index.php?dv=pos-klim-kadastr>.
20. Matishov, G. G. (2019), Prirodnyye katastrofy i opasnyye yavleniya v pribrezhnykh zonakh v Azovo-Chernomorskom bassejne [Natural disasters and hazardous phenomena in the coastal

zones in the Sea of Azov – Black Sea basin]. *Regularities of Formation and Impact of Marine and Atmospheric Hazardous Phenomena and Disasters on the Coastal Zone of the Russian Federation under the Conditions of Global Climatic and Industrial Challenges ("Dangerous Phenomena")*: *Proceedings of the International Scientific Conference (Rostov-on-Don, 13–23 June 2019)*. – Rostov-on-Don: SSC RAS Publishers, pp. 5–7.

21. *Morskaya geomorfologiya: Terminologicheskii spravochnik. Beregovaya zona: protsessy, ponyatiya, opredeleniya* [Marine geomorphology: Terminological reference. Coastal zone: processes, concepts, definitions]. Zenkovich, V. P., Popov, B. A. (Ed.). (1980), Moscow: Thought, 280 p.
22. Roskos, A. N., Davydov, A. V. (2008), Sovremennoe antropogennoe vozdeystvie na sostoyanie Arabatskoy Strelki [Modern Anthropogenic Impact on the State of the Arabat Arrow]. *Young Scientists - Geographical Science / ed. prof. Ja.B. Olijnyka*. K.: Obrii'. IV, pp. 146–149.
23. Sovershayev, V. A. (1989), Raschet summarnoy volnovoy energii pri shtormovykh nagonakh [Calculation of the total wave energy during storm surges]. *Theoretical problems of the development of sea coasts: collection*. Ed. Yu.P. Khrustaleva, Yu. V. Artyukhina, Ye. I. Ignatova. M.: Nauka, pp. 28–33.
24. Fomin, V. V., Lazorenko, D. I., Alekseev, D. V., Polozok, A. A. (2015), Shtormovyye nagony v Taganrogskom zalive i zatopleniye del'ty Dona [Storm surge in the Taganrog Bay and flooding of the Don Delta]. *Ecological safety of coastal and shelf zones of sea*, pp. 74–82.
25. Cherkasov, L. V., Shul'ga, T. Ya., Dyakov, N. N., Stanichnaya, R. R. (2017), Chislennoye issledovaniye sgonno-nagonnnykh protsessov i techeniy Azovskogo morya v period ekstremal'nykh vetrov [Numerical Study of Storm Surge Processes and Currents of the Sea of Azov During a Period of Extreme Winds]. *Physical Oceanography*, 5 (197), pp. 3 – 20.
26. Shuisky, Yu. D. (2007), Priroda Arabatskoy Strelki na zapadnom poberezh'ye Azovskogo moray [The nature of the Arabat Spit on the west coast of the Sea of Azov]. *Environmental Ecology and Life Safety*, 4, pp. 22–33.

Надійшла 14.10.19

А. В. Давыдов¹, канд. геогр. наук, доцент

Н. А. Роскос², старший преподаватель

А. Н. Роскос³, учитель географии

¹ Херсонский государственный университет,
ул. Университетская, 27, Херсон, 73000, Украина,
svobodny.polet2012@gmail.com

² Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова,
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина,
natalya_ber@ukr.net

³ Одесская частная ООШ «Крок»,
ул. Анны Ахматовой, 34, Одесса, 65016, Украина,
roskos81alex@gmail.com

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ШТОРМОВЫХ НАГОНОВ В РАЙОНЕ ГЕНИЧЕСКОЙ ДЕЛЬТЫ

Резюме

На современном этапе развития геосферы в условиях глобальных климатических изменений значительно возросло число опасных гидрологических явлений

и непосредственно штормовых нагонов. За последние десять лет количество соответствующих явлений существенно увеличилось в западной части Азовского моря, в районе Генической дельты. Причины увеличения количества катастрофических колебаний уровня моря, в данном регионе, непосредственно связываются с изменениями структуры ветрового режима. Во время собственных полевых исследований, было определено, что на развитие штормовых нагонов в районе Генической дельты, также влияют геоморфологические условия и антропогенная деятельность.

Ключевые слова: Азовское море, аккумулятивная форма, Арабатская Стрелка, нагоны, штормовые нагоны, дельта, проливы.

O. V. Davydov¹

N. O. Roskos²

O. N. Roskos³

¹Kherson State University,
University Street, 27, Kherson, 73000, Ukraine,
svobodny.polet2012@gmail.com

²Odessa I.I. Mechnikov National University,
Dvorianskaya, 2, Odessa, 65082, Ukraine,
natalya_ber@ukr.net

³Odessa private high school "Krok",
Anna Akhmatova st., 34, Odessa, 65016, Ukraine,
roskos81alex@gmail.com

NATURAL CONDITIONS OF STORM SURGES FORMATION IN THE HENICHESK DELTA AREA

Abstract

Problem Statement and Purpose. The number of dangerous hydrological phenomena has significantly increased in the context of global climatic changes at present stage of the geosphere development. In the northwestern part of the Azov Sea the most dangerous natural processes are storm surges. Appropriate catastrophic synoptic phenomena occur with the simultaneous development of wind and anemobaric level fluctuations. These hazards very often lead to large economic losses and are often the cause of human casualties.

To determine the reasons for the increasing number of storm surges in the investigated part of the Azov Sea we set the task to highlight the natural conditions for the occurrence of storm surges in the area of the Henichesk Delta.

Henichesk Delta is located in the western part of the Azov Sea, near the junction of Arabatskaya Strilka and Henichesk ledge. This formation is a unique landform, the genesis of which is due to the interaction of various coastal currents and synoptic level fluctuations.

Data & Methods. The actual information for writing the article was the materials of

our own long-term field research, the materials of the Henichesk hydrometeorological station, as well as the data of various specialized Ukrainian electronic resources.

In the process of preparing the article we used various methods of information processing, among which are: comparative-geographical, historical-geographical, cartographic and mathematical.

Results. In the region of the delta, the amplitudes of wind and seiche oscillations reach the quite high levels and therefore are very important for the relief formation. Theoretical calculations indicate the likelihood of increase in the Henichesk area to the level of 260 cm and a fall to a height of 220 cm. However the long-term observations indicate the lower amplitudes as the maximum level was recorded in 1962 and reached 236 cm, and the minimum level - 187 cm was recorded in 1969. The oscillations development with extreme characteristics has certain temporal patterns. The number of hazardous events in the Henichesk Delta area has increased significantly over the past ten years. The formation of these fluctuations depends directly on the natural coastal zone geomorphological conditions and the underwater slope, as well as on certain types of anthropogenic activities. The study of these phenomena is very necessary to optimize the nature management in the Azov Sea.

Keywords: Azov sea, aggradational features, Arabatskaya Strilka, surges, storm surge, delta, straits.