ФІЗИЧНА ГЕОГРАФІЯ

УДК 551.46.062.3+551.46.062.5 (262.5)
DOI: 10.18524/2303-9914.2018.2(33).146602

Е. И. Газетов, науч. сотр.
В. И. Мединец, канд. физ.-мат. наук, руководитель Центра интегрированного мониторинга и экологических исследований,
Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,
пер. Маяковского, 7, г. Одесса, 65082, Украина,
gazetov@gmail.com

ВЛИЯНИЕ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОД ОДЕССКОГО ЗАЛИВА В 2016–2017 ГГ.

По результатам наблюдений Одесского национального университета имени И. И. Мечникова в Одесском заливе в 2016–2017 гг. построены и проанализированы карты пространственного распределения прозрачности, температуры и солености прибрежных вод. Доказано определяющее влияние ветрового режима в 2016–2017 гг. на гидрологические характеристики вод в Одесском заливе, для чего использованы данные из базы IFREMER и гидрометеорологической станции «Одесса» (код WMO – 33837). Проиллюстрировано воздействие на изменения прозрачности, температуры и солености прибрежных вод в Одесском заливе водных масс, как из приустьевых, так и из открытых районов северо-западной части Черного моря.

Ключевые слова: Одесский залив Черного моря, гидрологические характеристики вод, ветровой режим.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно [1, 3, 5, 6], важнейшими факторами, определяющими гидрологический режим северо-западной части Черного моря (СЗЧМ) являются ветер, речной сток и течения. Одесский залив интересен для гидрологического мониторинга в СЗЧМ, т.к. в нем в условиях мелководности (глубины до 25 м) и полузакрытости акватории происходит смешение морских вод со стоком рек Днепра, Южного Буга и Днестра вследствие воздействия ветровых течений. В последние два десятилетия регулярный мониторинг гидрологических характеристик в украинской части СЗЧМ проводился только в прибрежных водах у острова Змеиный научно-исследовательской станцией Одесского национального университета имени И. И. Мечникова (ОНУ имени И. И. Мечникова) [2, 8]. В Одесском заливе эпизодические гидрологические исследования проводились Институтом морской биологии НАН Украины, ОНУ имени И. И. Мечни-

© Е. И. Газетов, В. И. Мединец, 2018

кова, УкрНЦЭМ и другими организациями [4, 10]. И только в 2016–2017 гг. при финансовой поддержке международного проекта «EMBLAS-II» [10] научной группой ОНУ И. И. Мечникова была выполнена пилотная программа интегрированного мониторинга, важной частью которой были регулярные наблюдения за гидрологическими характеристиками [7].

Целью настоящей работы является оценка воздействия ветрового режима на сезонные изменения прозрачности, температуры и солености прибрежных вод в Одесском заливе по наблюдениям ОНУ имени И. И. Мечникова в 2016– 2017 гг.

Объектом исследования являются прибрежные воды Одесского залива Черного моря. Предметом исследования – прозрачность, температура и соленость прибрежных вод в Одесском заливе в 2016–2017 гг.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе использованы результаты ежедекадных и ежемесячных наблюдений в апреле–декабре 2016 г. и в феврале–июне 2017 г. [7], которые проводились на сети станций, представленных на рис. 1, А: ежедекадные – на станции MHBS-R; ежемесячные на 13-ти станциях в 700-метровой акватории моря, прилежащей к морской гидробиологической станции (ГБС) ОНУ имени И. И. Мечникова.

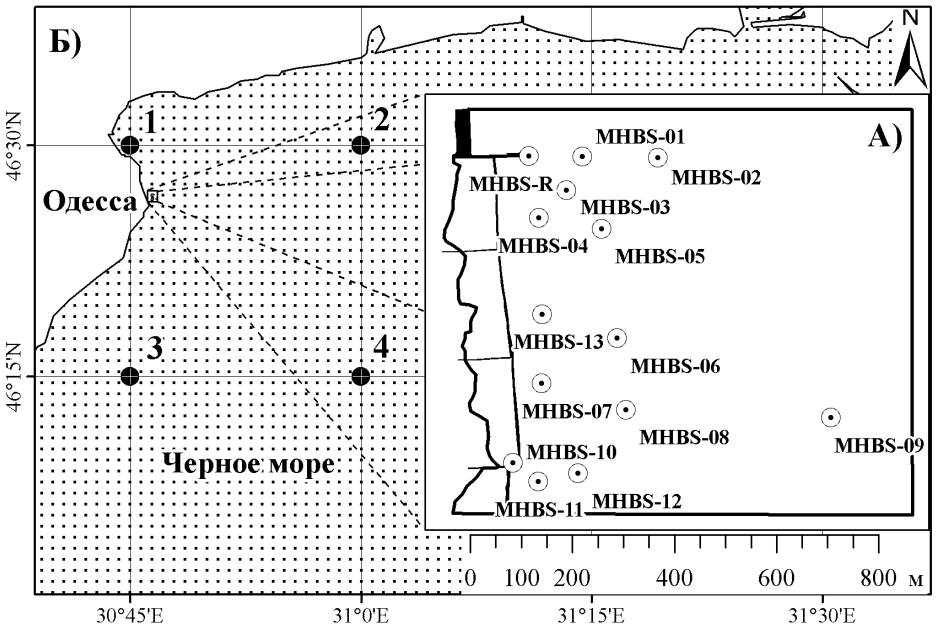

Рис. 1. Расположение станций гидрологического мониторинга в Одесском заливе [7] в 2016–2017 гг. (А) и узлов сетки полей ветра (Б) в базе данных IFREMER [9]

В работе также использована информация из базы данных IFREMER (рис. 1, Б) по спутниковым измерениям составляющих ветра в Одесском заливе в 2016–2017 гг. [9] и гидрометеорологической станции «Одесса» (код WMO – 33837) по скоростям и направлениям ветра в 2005–2015 гг. [14].

При проведении наблюдений использовались следующие методы. Относительная прозрачность воды определялась диском Секки с точностью измерения 0,1 м [12]. Температура и электропроводность воды измерялись прибором Hach HQ 40d с датчиком CDC 40115 с точностью измерения температуры – ±0,3 °C, электропроводности – 0,01 μS/см [13]. Соленость воды рассчитывалась в PSU из электропроводности по формулам ЮНЕСКО [15].

Обработка данных, построение графиков и карт проводились с использованием программного обеспечения ArcGIS, Surfer и Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ временного распределения прозрачности морской воды по ежедекадным наблюдениям на станции MHBS-R и ежемесячным съемкам в Одесском заливе показал [7], что в 2016–2017 гг. она изменялась в пределах от 2,3 м до 7,0 м. При этом, в 2016 году наблюдался сезонный ход прозрачности с максимальными значениями в холодный период года (ноябрь–декабрь) и минимальными в весенне–летний период 2016 года. В конце мая 2017 г. были отмечены аномально высокие значения прозрачности. Величины прозрачности отличались на разных станциях (рис. 1) в силу различной близости последних к берегу, как к источнику поступления вод из ливневой канализации г. Одесса (ближайший выход канализации расположен напротив станции MHBS-13).

Данные изменения температуры морской воды на береговой станции MHBS-R по имеющимся данным 2016–2017 гг. имели четко выраженный сезонный ход как на поверхностном, так и на придонном горизонтах от 1,4ºC (28.02.2017 г.) до 26,5ºC (29.06.2016 и 20.07.2016 г.) [7]. На фоне сезонного хода несколько раз фиксировались резкие понижения температуры воды, связанные с периодами подхода к берегу в результате апвеллинга придонных вод из открытого моря (20.05.2016 г., 10.06.2016 г. и 11.07.2016 г.).

Среднемесячные температуры поверхностного слоя воды в 2016–2017 гг. превышали таковые у г. Одесса для периода 1915–2011 гг. [3] на 0,3–0,4ºC в феврале и октябре и до 3,4ºC в апреле и июле.

Анализ вертикального распределения температуры воды (на станции MHBS-09) по результатам ежемесячных съемок 2016–2017 гг. показал, что термоклин, как следствие сезонного прогрева воды, наблюдался в Одесском заливе с июня 2016 г. (разница температур поверхностного и придонного слоев – 12,8ºC) и с мая 2017 г. (разница температур – 7,5ºC). В июле 2016 г. разница температур поверхностного и придонного слоев была максимальна – 14,3ºC, позже она уменьшилась до десятых долей градуса в сентябре–ноябре 2016 г.

Изменения солености морской воды на станции MHBS-R по имеющимся данным 2016–2017 гг. не имели выраженного сезонного хода и находились на поверхностном и придонном горизонтах в пределах от 7,818 PSU (10.03.2017 г.) до 17,032 PSU (30.03.2017 г.). Так же, как и для температуры воды, в 2016–2017 гг. несколько раз фиксировались эпизодические повышения/понижения солености воды, связанные как с апвеллингом придонных вод из открытой части моря, так и с адвекцией распресненных водных масс от устьев рек.

Известно [3], что температура воды в прибрежной зоне Черного моря зависит от многих факторов, но, в первую очередь, от радиационного баланса, вертикального теплообмена и сгонно-нагонной циркуляции вод у берегов. Соленость морской воды может характеризовать происхождение водных масс: принесены ли последние из открытой части моря с максимальными значениями солености, либо из приустьевых районов моря с пониженной соленостью [2]. В то же время известно [1, 5], что динамика вод СЗЧМ, особенно в прибрежной зоне, практически «мгновенно» приспосабливается к изменениям поля ветра. По нашему мнению, ветровой режим и прибрежный апвеллинг определяют особенности вертикального распределения гидрологических характеристик в прибрежной части Одесского залива, изменяющиеся величины которых показывают степень продвижения в него трансформированной воды из Днепро-Бугской или Днестровской устьевых областей.

Для подтверждения этого предположения нами были последовательно проанализированы карты пространственного распределения прозрачности, температуры и солености воды в Одесском заливе по съемкам ОНУ имени И. И. Мечникова в 2016–2017 гг. с учетом данных о скорости и направлении ветра [9].

В течение трех дней, предшествовавших съемке 22.04.2016 г., в Одесском заливе наблюдался северный, северо-западный ветер со средней скоростью 7,5 м/с (от 3 до 10 м/с), изменившийся ко второму дню съемки (26.04.2016 г.) на менее сильный юго-западный, юго-восточный со средней скоростью 4,6 м/с (от 2 до 8 м/с). Ветер до 22.04.2016 г. усиливал циклонический круговорот поверхностных вод в СЗЧМ и перемещал воды от Днепро-Бугского устья вдоль берега Одесского залива к югу. Менее сильный ветер до 26.04.2016 г. имел противоположное направление и вызывал обратный эффект. При таком ветровом режиме возникли следующие пространственные распределения гидрологических характеристик (рис. 2):

– по всей толще воды температура возрастала, а соленость уменьшалась по мере приближения к берегу; «язык» более прогретой и менее соленой воды поверхностного слоя в левой нижней части полигона, вероятно, был связан с поступлением пресной воды из выхода ливневой канализации г. Одесса;

– нижняя граница трансформированных вод от устьев рек фиксировалась на глубине 6 м; глубже располагалась вода с соленостью около 17 PSU;

– вертикальные градиенты на эту дату составляли 0,5ºC/м и 0,21 PSU/м.

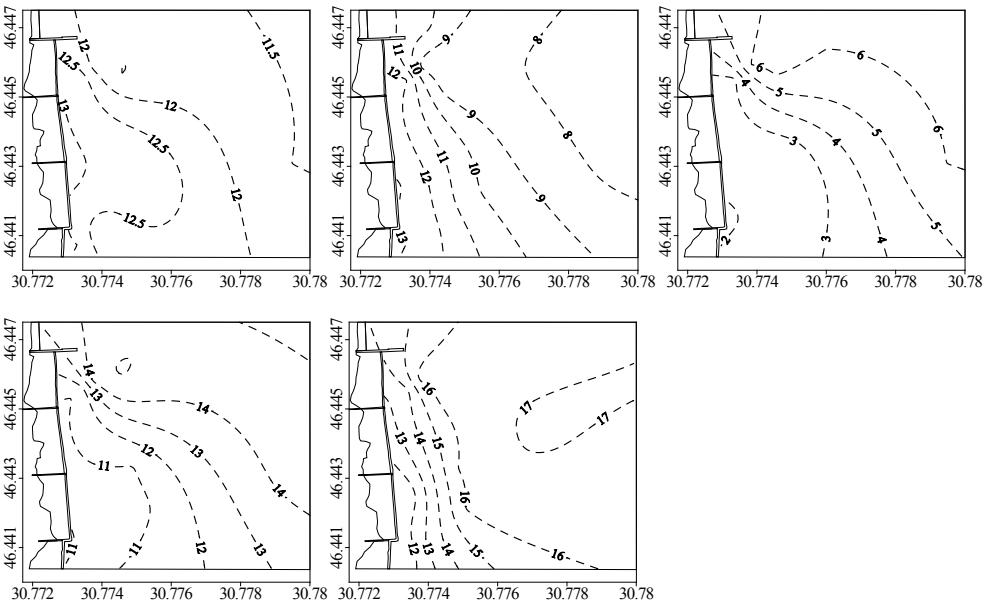

Рис. 2. Температура (Т, ºС), соленость (С, PSU) и прозрачность (ПРЗ, м) в поверхностном (п) и придонном (д) слоях вод Одесского залива 22, 26.04.2016 г.

В течение предшествующих двух и в день съемки 01.06.2016 г. в Одесском заливе наблюдался слабый (3,1 м/с) ветер южных и юго-западных румбов. За три дня, предшествующих съемке 01.06.2016 г., в течение 4-х суток дул ветер северо-восточных и северо-западных румбов со средней скоростью 5,2 м/с (от 4,4 до 8,1 м/с), который, как и 22.04.2016 г., усиливал циклонический круговорот поверхностных вод в СЗЧМ. Возникшие пространственные распределения гидрологических характеристик изображены на рис. 3:

– в период съемки температура возрастала, а соленость уменьшалась по мере приближения к берегу; по горизонтальному распределению температуры и солености поверхностного слоя воды заметны первые признаки апвеллинга в юго-западной части полигона;

– сезонный прогрев водной толщи распространился до глубины 9 м, глубже которой, как и 22.04.2016 г., располагалась вода из центральной части СЗЧМ с соленостью, близкой к 17 PSU;

– вертикальные градиенты на эту дату составляли 3,7ºС/м и 1,11 PSU/м.

В течение предшествующих четырех и в день съемки 02.07.2016 г. наблюдался ветер северного направления со средней скоростью 6,0 м/с (от 4,8 до 7,3 м/с), который усиливал циклонический круговорот поверхностных вод в СЗЧМ. Пространственные распределения гидрологических характеристик, возникшие при этом, изображены на рис. 4:

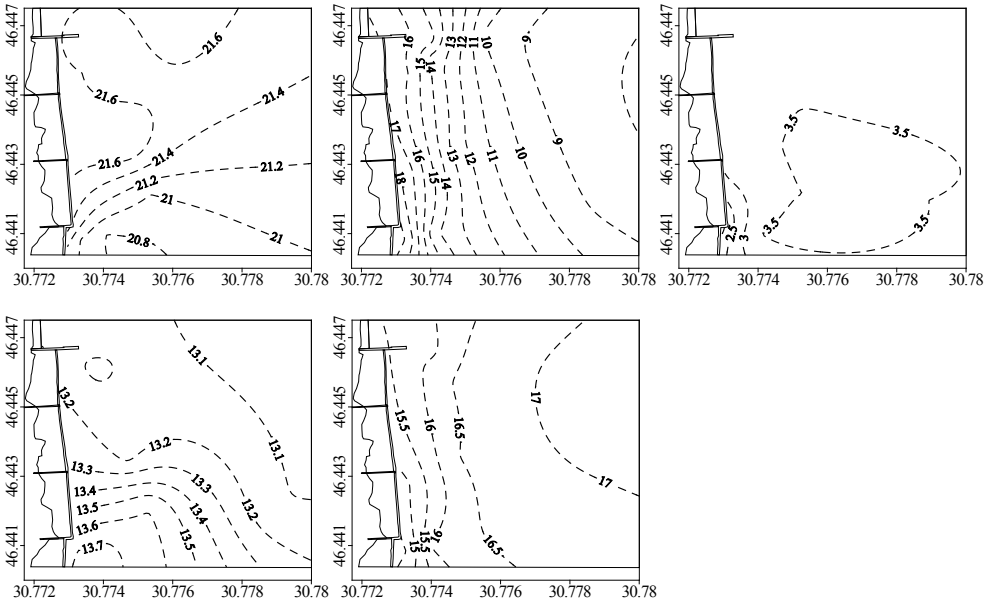

Рис. 3. Температура (T, ºC), соленость (C, PSU) и прозрачность (ПРЗ, м) в поверхностном (п) и придонном (д) слоях вод Одесского залива 01.06.2016 г.

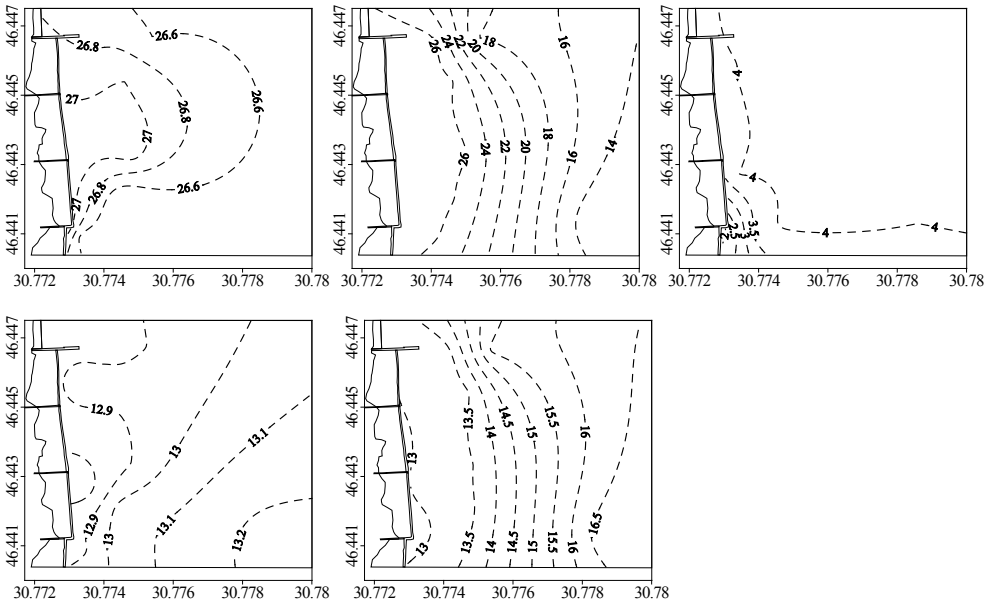

Рис. 4. Температура (T, ºC), соленость (C, PSU) и прозрачность (ПРЗ, м) в поверхностном (п) и придонном (д) слоях вод Одесского залива 02.07.2016 г.

– температура придонного слоя, как и 01.06.2016 г., возрастала, а соленость уменьшалась по мере приближения к берегу; горизонтальное распределение температуры, солености и прозрачности снова указало на поступление в центральной и южной частях полигона пресной мутной воды, вероятно, из ливневой канализации г. Одесса;

– установилась однородная вертикальная структура воды до 6 м, – глубже наблюдались термо- и галоклин до дна с уменьшением температуры с 26,4 до 12,3ºС и увеличением солености с 13,3 до 16,8 PSU (вертикальные градиенты в слое 6–12 м – 5,2ºС/м и 1,48 PSU/м);

– присутствие двух разных водных масс объяснимо продолжительным воздействием ветров южных румбов 09–18 июня 2016 г. (средняя скорость – 5,6 м/с в диапазоне от 0,3 до 9,5 м/с), вызвавших торможение циклонического круговорота вод в СЗЧМ и апвеллинг.

В течение предшествующих трех и в день съемки 21.07.2016 г. отмечался сильный ветер северо-западного направления со средней скоростью 8,3 м/с (от 5,3 до 12,4 м/с), развивавший циклонический круговорот поверхностных вод в СЗЧМ. В этом случае возникли пространственные распределения гидрологических характеристик, изображенные на рис. 5:

– диапазоны изменения температуры и солености воды на поверхности и у дна в период съемки составили: 20,6–21,2ºС, 11,0–19,0ºС для температуры и 15,2–15,3 PSU, 16,0–17,2 PSU для солености соответственно;

– в вертикальном распределении температуры и солености выявлено присутствие распресненной морской воды до глубины 2 м: глубже находилась вода с соленостью > 16,8 PSU;

– величина вертикального температурного градиента 21.07.2016 г. достигла своего максимума (по нашим наблюдениям) – 5,4ºС/м (между горизонтами 2 и 3 м); для солености градиент составил 1,36 PSU/м.

В предшествующие семь и в день съемки 28.08.2016 г. наблюдался ветер северного, северо-восточного направления со средней скоростью 6,6 м/с (от 4,9 до 9,0 м/с), вызвавший приток к берегу поверхностных вод из северо-восточных областей СЗЧМ. Пространственные распределения гидрологических характеристик, возникшие при этом, изображены на рис. 6:

– как и при других съемках, температура придонного слоя воды возрастала, а соленость уменьшалась по мере приближения к берегу; горизонтальное распределение температуры, солености и прозрачности поверхностного слоя снова зафиксировало поступление пресной мутной воды, вероятно, из ливневой канализации г. Одесса;

– установилась квазиоднородная вертикальная температурная и соленостная структура воды от поверхности до 9,5 м, – глубже наблюдалось резкое уменьшение температуры с 22,6 до 16,5ºС (на 12,5 м) и небольшое увеличение солености с 16,08 до 16,68 PSU;

– вертикальные градиенты на эту дату составляли 5,4ºС/м и 0,71 PSU/м.

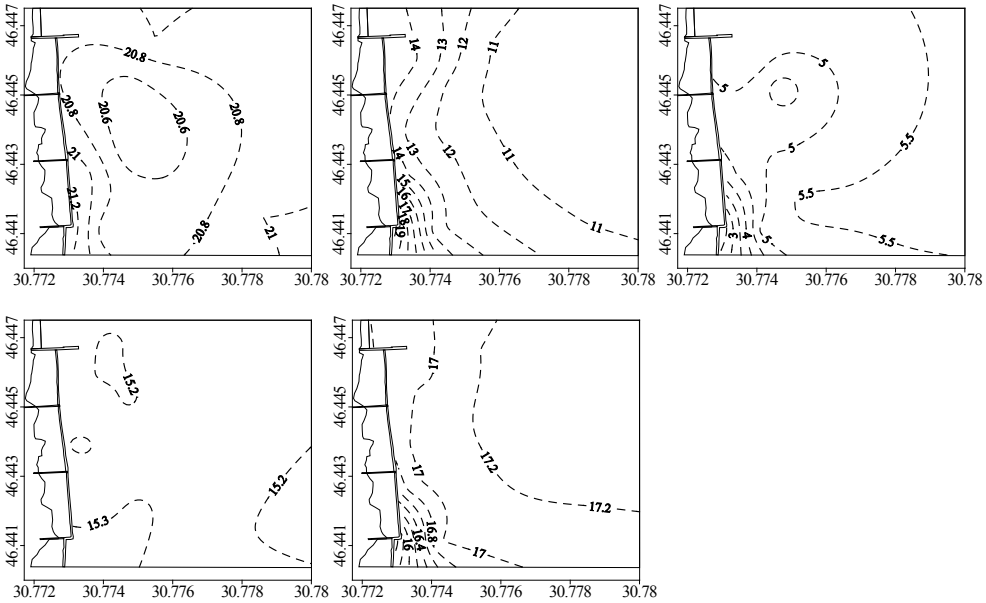

Рис. 5. Температура (T, ºC), соленость (C, PSU) и прозрачность (ПРЗ, м) в поверхностном (п) и придонном (д) слоях вод Одесского залива 21.07.2016 г.

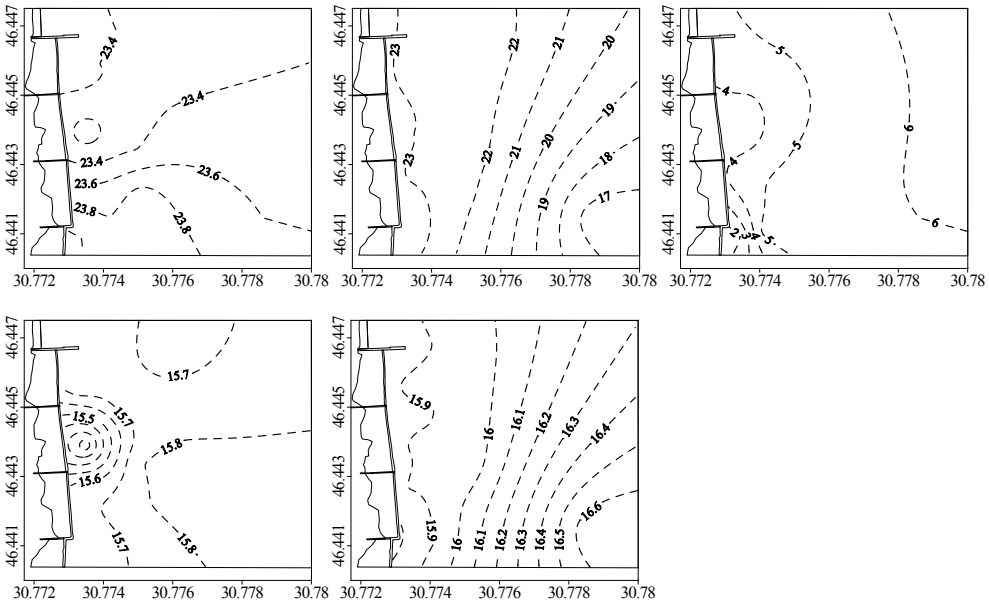

Рис. 6. Температура (T, ºC), соленость (C, PSU) и прозрачность (ПРЗ, м) в поверхностном (п) и придонном (д) слоях вод Одесского залива 29.08.2016 г.

В период 21–22.09.2016 г. в Одесском заливе наблюдался сильный (8,5 м/с) ветер северо-западного направления. За три дня, предшествующих двум вышеуказанным, зафиксирован еще более сильный ветер северо-восточного и восточного направления со средней скоростью 11,9 м/с (от 9,5 до 14,4 м/с). В этом случае возникли пространственные распределения гидрологических характеристик, изображенные на рис. 7:

– горизонтальное и вертикальное распределения температуры и солености воды стали однородны от поверхности до глубины 14,5 м вследствие интенсивного ветрового перемешивания;

– к дате этой съемки произошло заполнение прибрежной зоны Одесского залива трансформированной морской водой пониженной солености.

В предшествующие пять и в день съемки 03.11.2016 г. в Одесском заливе наблюдался сильный (8,4 м/с) ветер северо-западного направления. При этом, как и при сентябрьской съемке, возникли однородные пространственные распределения гидрологических характеристик (рис. 8):

– горизонтальное и вертикальное распределения температуры и солености, как и 22.09.2016 г., было однородно от поверхности до глубины 13 м вследствие интенсивного ветрового перемешивания;

– в период съемки зафиксировано увеличение в пропорции количества воды, поступающей в Одесский залив из центральных частей СЗЧМ, что отразилось на увеличении солености.

В период 24–26.05.2017 г. в Одесском заливе наблюдался ветер юго-западного направления со средней скоростью 3,8 м/с (от 3,3 до 4,4 м/с). В течение двух дней, предшествующих трем вышеуказанным, отмечался ветер северного направления со средней скоростью 4,3 м/с (от 3,8 до 4,8 м/с). Возникшие при этом переносы воды взаимонейтрализовали свое воздействие на гидрологическую структуру Одесского залива (рис. 9):

– температура придонного слоя, как и 01.06.2016 г., в период этой съемки возрастала, а соленость уменьшалась по мере приближения к берегу; горизонтальное распределение прозрачности, температуры и солености поверхностного слоя воды, как и в 2016 г., свидетельствовало о поступлении пресной мутной воды, вероятно, с береговыми стоками;

– по вертикали выявлено незначительное увеличение солености воды с глубиной с 15,79 на поверхности до 16,68 PSU на глубине 14 м и значительное понижение температуры от с 15,3 до 8,3ºС соответственно;

– вертикальные градиенты на эту дату были 2,0ºС/м и 0,36 PSU/м.

В день съемки 29.06.2017 г. и в предшествующие семь дней в Одесском заливе наблюдался ветер юго-западного направления со средней скоростью 5,3 м/с (от 5,0 до 6,9 м/с). В этом случае возникли пространственные распределения гидрологических характеристик, изображенные на рис. 10:

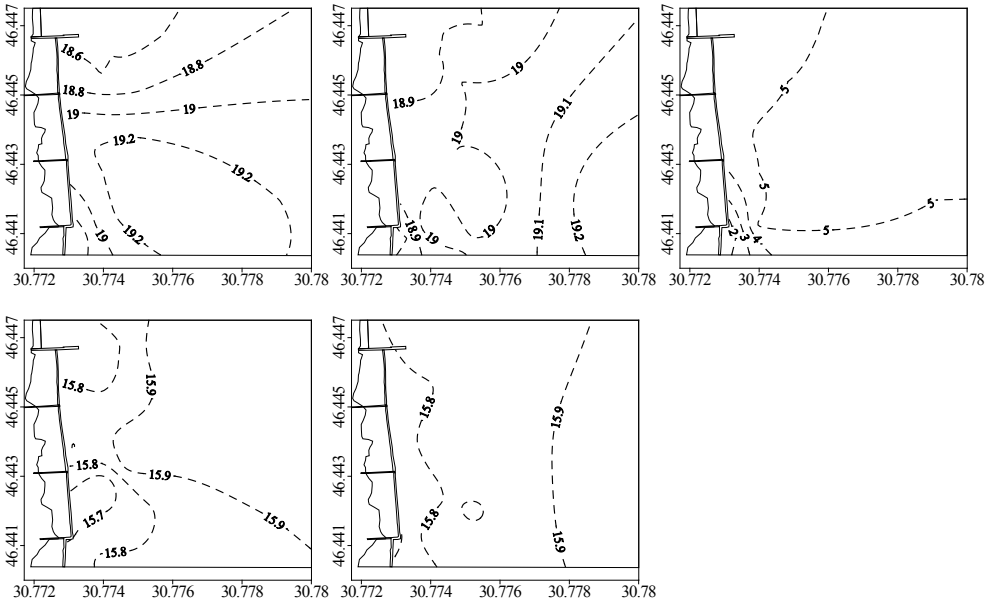

Рис. 7. Температура (T, ºC), соленость (C, PSU) и прозрачность (ПРЗ, м) в поверхностном (п) и придонном (д) слоях вод Одесского залива 22.09.2016 г.

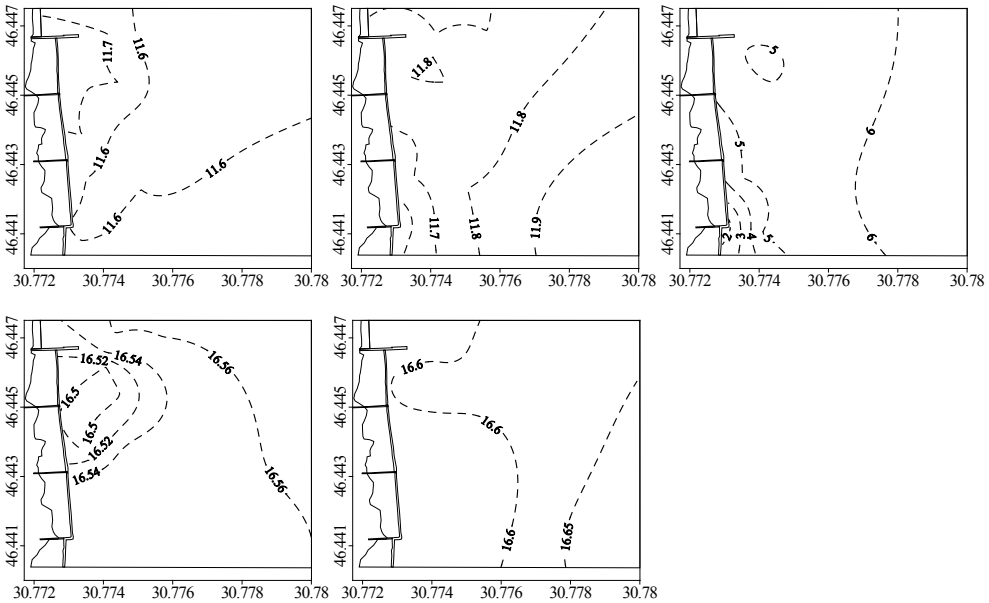

Рис. 8. Температура (T, ºC), соленость (C, PSU) и прозрачность (ПРЗ, м) в поверхностном (п) и придонном (д) слоях вод Одесского залива 03.11.2016 г.

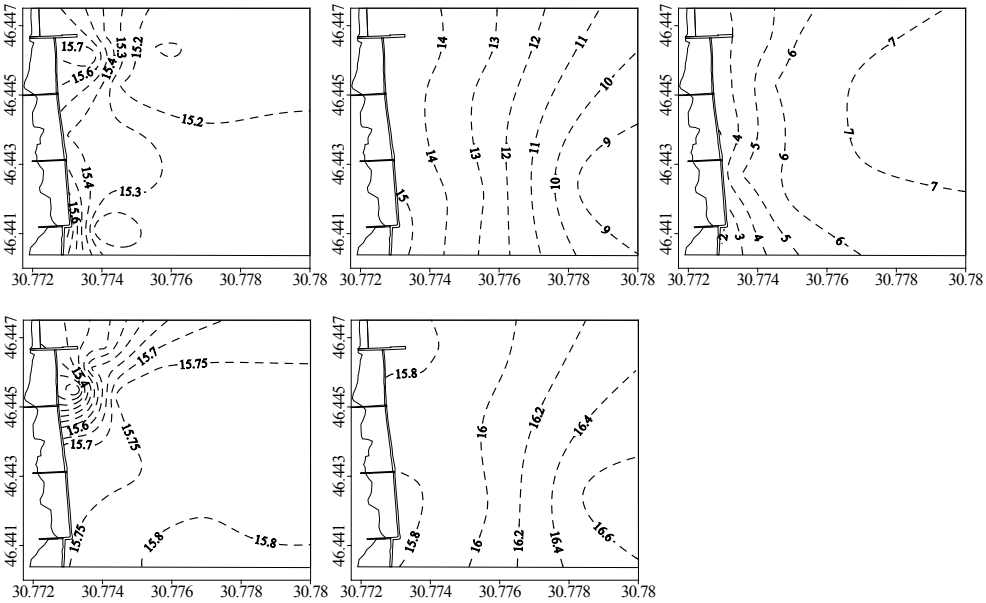

Рис. 9. Температура (Т, ºС), соленость (С, PSU) и прозрачность (ПРЗ, м) в поверхностном (п) и придонном (д) слоях вод Одесского залива 26.05.2017 г.

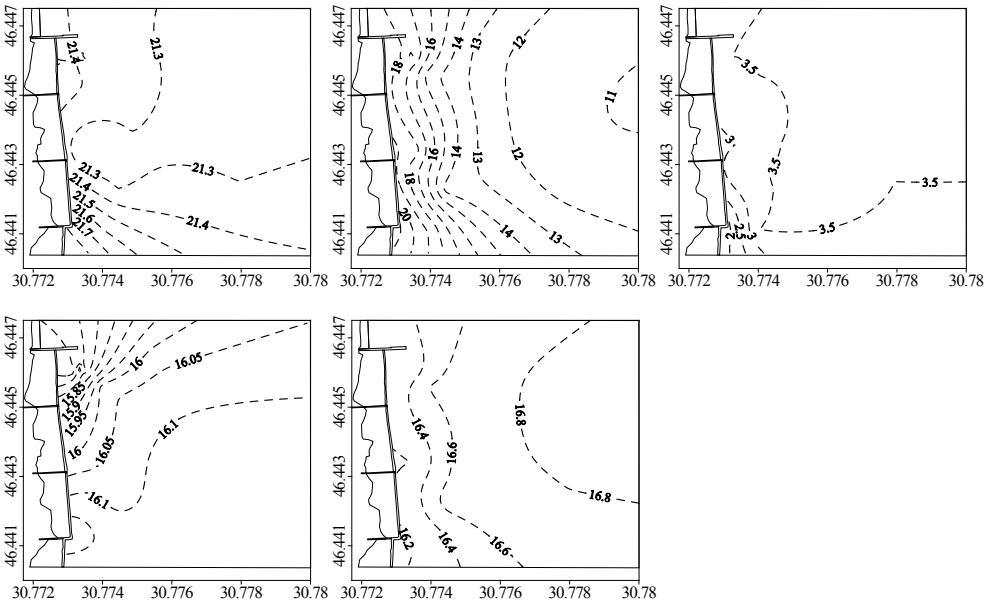

Рис. 10. Температура (Т, ºС), соленость (С, PSU) и прозрачность (ПРЗ, м) в поверхностном (п) и придонном (д) слоях вод Одесского залива 29.06.2017 г.

– изотермы для придонного слоя в период съемки были сгущены к побережью, в то время как на поверхности температура воды оставалась практически однородной по полигону;

– соленость воды придонного слоя незначительно изменялась по полигону (в пределах 16,2–16,8 PSU), в то время как на поверхности проявилось опресняющее воздействие, по-видимому, береговых стоков;

– по вертикали, как и 26.05.2017 г., установлено незначительное увеличение солености с глубиной с 16,14 на поверхности до 16,80 PSU на 13 м и понижение температуры с 21,3 на поверхности до 12,1ºС на 9 м;

– вертикальные градиенты на эту дату были 2,2ºС/м и 0,24 PSU/м.

В качестве дополнения к вышеприведенному анализу необходимо указать, что повторяемость ветра по направлениям для г. Одессы в 2016–2017 гг. (рис. 11 в) [9] значительно отличалась от данных для 1915–2005 гг. (рис. 11 а) [11] и для 2005–2015 гг. (рис. 11 б) [14]. По сравнению с данными для 1915– 2005 гг. она возросла для юго-западного направления в 3 раза, северо-восточного – в 1,8 раза, восточного и северного – в 1,2 раза и уменьшилась для юго-восточного направления в 2 раза, западного – в 1,7 раза, южного – в 1,2 раза и северо-западного – в 1,1 раза. По сравнению с данными для 2005– 2015 гг. [14] в 2016–2017 гг. повторяемость ветра для г. Одессы [9] возросла для восточного направления в 1,4 раза, юго-западного – в 1,3 раза, северного и северо-восточного – в 1,1 раза и уменьшилась для юго-восточного и западного направления – в 1,4 раза, северо-западного – в 1,1 раза.

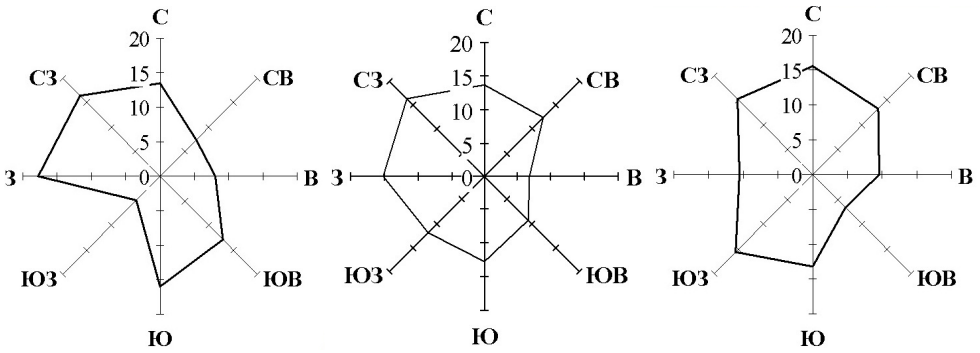

Рис. 11. Повторяемость ветра (%) по направлениям на ГМС Одесса в 1915–2005 гг. [11] (а), в 2005–2015 гг. [14] (б) и в районе г. Одесса в 2016–2017 гг. по [9] (в)

Вышеприведенные сравнения свидетельствуют об увеличении в 2016– 2017 гг. повторяемости ветров северного, северо-восточного и восточного направлений, которые усиливали перенос водных масс от устья Днепро-Бугского лимана и, в меньшей степени, ветров юго-западного направления, которые могли вызывать апвеллинг глубинных вод у одесского побережья.

ВЫВОДЫ

Анализ результатов наблюдений за гидрологическими характеристиками в Одесском заливе выявил крайне изменчивый характер термохалинной структуры прибрежных вод в 2016–2017 гг. и показал, что:

– ветровой режим в 2016–2017 гг. определял пространственное распределение температуры, солености и прозрачности прибрежных вод Одесского залива;

– ветровой режим в Одесском заливе в 2016–2017 гг. значительно отличался от такового за последние 100 лет: отмечено увеличение повторяемости ветров северо-восточных и юго-западных румбов, усилившее интенсивность адвекции вод от устья Днепро-Бугского лимана и апвеллинга глубинных вод из СЗЧМ;

– сезонность в формировании термо-, галоклина при весенне-летнем прогреве и осенне-зимнем выхолаживании в Одесском заливе в 2016–2017 гг. нарушалась при определенных метеорологических условиях: при этом, в июле-августе 2016, 2017 гг. в прибрежной зоне Одесского залива фиксировалась устойчивая вертикальная плотностная стратификация, которая могла быть причиной гипоксии в придонных слоях моря.

Настоящее исследование выполнено в рамках научного проекта 2017– 2019 гг. «Провести морские экосистемные исследования и разработать научную основу для внедрения директивы ЕС по морской стратегии», финансируемого Министерством образования и науки Украины, с использованием результатов исследований в Одесском заливе 2016–2017 гг. по международному (EU-UNDP) проекту EMBLAS-II. Авторы выражают благодарность сотрудникам Регионального центра интегрированного мониторинга и экологических исследований ОНУ имени И. И. Мечникова Снигиреву С. М., Снигиреву П. М., Мединцу С. В., Абакумову А. Н., Пицыку В. З., Ковалевой Н. В. и Солтыс И. Е., участвовавшим в мониторинге 2016–2017 гг. в Одесском заливе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Большаков В. С.* Трансформация речных вод в Черном море [Текст] / В. С. Большаков – Киев : Наук. думка, 1970. – 328 с.
2. *Газетов Е. И.* Исследование изменчивости основных физико-химических характеристик прибрежных морских вод у о. Змеиный в 2004–2014 гг. [Текст] / Е. И. Газетов, В. И. Мединец // Вестник ОНУ имени И. И. Мечникова. Серия «Географические и геологические науки». –. Т. 21. – Вып. 2(29). – 2016. – С. 24–45. – ISSN 2303–9914.
3. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 2: Черное море [Текст] / Ю. П. Ильин, Л. Н. Репетин [и др.]. – Севастополь : УкрНИИГМИ, 2012. – 421 с.
4. *Зайцев Ю. П.* Северо-западная часть Черного моря: биология и экология [Текст] / Ю. П. Зайцев, Б. Г. Александров, Г. Г. Миничева [и др.] – Киев : Наукова думка, 2006. – 701 с.
5. *Ильин Ю. П.* Гидрологический режим распространения речных вод в северо-западной части Черного моря [Текст] / Ю. П. Ильин // Научные труды УкрНИГМИ ; вып. 255. – 2006. – С. 242–251.
6. *Ильин Ю. П.* Изменение гидрологической структуры вод под действием ветра на придунайском шельфе Чёрного моря по данным полигонных и спутниковых наблюдений [Текст] /

Ю. П. Ильин, Е. М. Лемешко, С. В. Станичный // Экол. безопасность прибреж. и шельф. зон и компл. использ. ресурсов шельфа : сб. науч. тр. – 1999. – С. 91–110.
7. Исследования гидрологических характеристик морских вод в Одесском заливе в 2016–2017 годах [Текст] / Е. И. Газетов, В. И. Мединец, С. М. Снигирев [и др.] // Вестник ХНУ имени В. Н. Каразина. – 2018. (в печати).
8. Острів Зміїний: екосистема прибережних вод [Текст] : монографія / В. А. Сминтина [та ін.] ; відп. ред. В. І. Медінець ; ОНУ імені І. І. Мечникова. – Одеса: Астропринт, 2008. – 228 [20] с., 74 арк. іл. – ISBN 978–966–190–149–9.
9. Портал базы данных IFREMER [Электронный ресурс] // Режим доступа: ftp.ifremer.fr/ifremer/cersat/products/gridded/MWF/L3/ASCAT [Дата обращения 11.10.2018].
10. Проект UNDP-EU EMBLAS-II «Улучшение мониторинга окружающей среды Черного моря» (2015–2018) [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://www.emblasproject.org/ [Дата обращения 11.10.2018].
11. *Репетин Л. Н.* Режим ветра северо-западной части Черного моря и его климатические изменения [Текст] / Л. Н. Репетин, В. Н. Белокопытов // Экол. безопасность прибреж. и шельф. зон и компл. использ. ресурсов шельфа : сб. науч. тр. ; вып. 17. – Севастополь, 2009. – С. 225–243.
12. Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях [Текст] – Л. : Гидрометеоиздат, 1977. – 725 с.
13. Руководство пользователя портативного прибора HQ 40d (Hach) [Текст] – 2006. – 28 с.
14. Сайт компании "Расписание Погоды" [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://rp5.ru [Дата обращения 11.10.2018].
15. Background papers and supporting data on the Practical Salinity Scale 1978 [Текст] / Dauphinée Thomas M., Lewis Edward Lyn, Ancsin J. [и др.] // UNESCO technical papers in marine science, vol. 37 – 1981. – 144 с.

REFERENCES

1. Bolshakov, V. S. (1970), *Transformatsiya rechnykh vod v Chernom more* [Transformation of river waters in the Black Sea], Kiev: Naukova dumka, 328 p.
2. Gazyetov, Ye. I., Medinets, V. I. (2016), Issledovanie izmenchivosti osnovnykh fiziko-khimicheskikh kharakteristik pribrezhnykh morskikh vod u o. Zmeinyy v 2004–2013 gg. [Variability investigation of the major chemical and physical characteristics of sea water around Zmiinyi island in 2004–2013], *Herald of Odessa National I. I. Mechnikov University,* vol. 21, No. 2(29), pp. 24–45.
3. Ilyin, Yu. P., Repetin, L. N., Belokopytov, V. N., Goryachkin, Yu. N., Dyakov, N. N., Cubryakov, A. A., Stanichnyi, S. V. (2012), *Gidrometeorologicheskie usloviya morey Ukrainy. Tom 2: Chernoe more* [Hydrometeorological conditions of the seas of Ukraine. Volume 2: The Black Sea], Sevastopol: UkrNIGMI, 421 p.
4. Zaytsev, Yu. P., Aleksandrov, B. G., Minicheva, G. G. and oth. (2006), *Severo-zapadnaya chast Chernogo morya: biologiya i ekologiya* [North-Western part of the Black Sea: biology and ecology], Kiev: Naukova dumka, 701 p.
5. Ilyin, Yu. P. (2006), Gidrologicheskiy rezhim rasprostraneniya rechnykh vod v severo-zapadnoy chasti Chernogo morya [Hydrological regime of river water distribution in the northwestern part of the Black Sea], Sevastopol: *Collected scientific papers of UkrNIGMI,* Iss. 255, pp. 242–251.
6. Ilyin, Yu. P., Lemeshko, E. M, Stanichnyi, S. V. (1999), Izmenenie gidrologicheskoy struktury vod pod deystviem vetra na pridunayskom shelfe Chernogo morya po dannym poligonnykh i sputnikovykh nablyudeniy [The change in water hydrological structure under wind influence at the Danube shelf of the Black Sea according to the polygon and satellite observations], Sevastopol: *Collected scientific papers «Ecological safety of coastal and shelf zones of sea»,* pp. 91–110.
7. Gazyetov, Ye. I., Medinets, V. I., Snigirev, S. M., Konareva, O. P., Snigirev, P. M., Medinets, S.V., Abakumov, A.N., Pitsik, V.Z., Kovalova, N.V. (2018), Issledovaniya gidrologicheskikh

kharakteristik morskikh vod v Odesskom zalive v 2016–2017 godakh [Investigation of Marine Waters Hydrological Characteristics in the Odessa Gulf in 2016–2017], *Herald of Kharkiv National V. N. Karazin University.* (in publication).
8. Medinets, V. I. (ed) (2008), *Ostriv Zmiinyi. Ekosystema pryberezhnykh vod (Monohrafyya)* [Zmiinyi Island. Ecosystem of coastal waters: Monograph], Odessa National I. I. Mechnikov University, Astroprint, Odessa, 228 p. ISBN 978–966–190–149–9.
9. The IFREMER database portal [Electronic resource] // Available at: ftp.ifremer.fr/ifremer/cersat/products/gridded/MWF/L3/ASCAT/ [Accessed 11 October 2018].
10. UNDP-EU EMBLAS-II Project (2015–2018), «Improving environmental monitoring in the Black Sea» [Electronic resource] // Available at: http://www.emblasproject.org/ [Accessed 11 October 2018].
11. Repetin, L. N., Belokopytov, V. N. (2009), Rezhim vetra severo-zapadnoy chasti Chernogo morya i ego klimaticheskie izmeneniya [The wind regime for the northwestern part of the Black Sea and its climatic changes], Sevastopol: *Collected scientific papers «Ecological safety of coastal and shelf zones of sea»,* Iss. 17, pp. 225–243.
12. Rukovodstvo po gidrologicheskim rabotam v moryakh i okeanakh (1977), [Guidance on hydrological works in the seas and oceans]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 725 p.
13. Rukovodstvo polzovatelya portativnogo pribora HQ 40d (Hach) (2006), [The user manual of portable device HQ 40d (Hach)]. 28 p.
14. Website of "Raspisanie pogody" company [Electronic resource] // Available at: https://rp5.ru [Accessed 11 October 2018].
15. Dauphinée T. M., Lewis E. L., Ancsin J., et al. (1981), Background papers and supporting data on the practical salinity scale 1978 // T*echnical Papers in Marine Science,* 37. – Paris: UNESCO. – 144 pp.

Поступила 19. 10. 2018 г.

Є. І. Газєтов, наук. спів.
В. І. Мединец, канд. фіз.-мат. наук, керівник Центру інтегрованого моніторингу і екологічних досліджень
Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,
пров. Маяковського, 7, Одеса, 65082, Україна,
gazetov@gmail.com

ВПЛИВ ВІТРОВОГО РЕЖИМУ НА ГІДРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОД ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ У 2016–2017 РР.

Резюме.
Одеська затока Чорного моря є важливою областю для гідрологічного моніторингу, оскільки вона є зоною взаємодії річок Дніпра, Південного Бугу та Дністра з системою вітрових течій морського шельфу.
У 2016–2017 рр. Одеським національним університетом імені І. І. Мечникова в рамках міжнародного проекту EMBLAS-II проводилися комплексні дослідження морського середовища Одеської затоки в районі м. Одеса. Метою даної роботи є оцінка впливу вітрового режиму на сезонні зміни прозорості, температури і солоності прибережних вод в Одеській затоці в 2016–2017 рр.
Для досягнення мети в роботі використані вітрові характеристики для Одеської

затоки, які були отримані з бази даних IFREMER і з бази даних WMO для гідрометеорологічної станції «Одеса» (код WMO – 33837). Проаналізована інформація порівнювалася з результатами інших досліджень в цьому районі Чорного моря.
Аналізом накопиченої з квітня 2016 р. по червень 2017 р. інформації про прозорість, температуру і солоність морської води на різних глибинах виявлено сезонні зміни зазначених характеристик. Представлені просторові сезонні розподіли прозорості, температури і солоності морської води в 700-метровій акваторії Одеської затоки, що прилягає до морської гідробіологічної станції Одеського національного університету імені І. І. Мечникова. Виконано аналіз і показано зв'язок вищевказаних характеристик з вітровим режимом в Одеській затоці в різні сезони року. Проведено аналіз змін вітрового режиму в Одеській затоці за останні сто років. Підтверджено визначальна роль вітру при формуванні гідрологічної структури вод Одеської затоки. Зафіксовано постійний вплив трансформованих водних мас з пригирлових районів північно-західної частини Чорного моря на сезонні цикли гідрологічних характеристик вод Одеської затоки. Встановлено відмінності вітрового режиму у Одеській затоці в 2016–2017 рр. в порівнянні з 1915–2005 рр. і 2005–2015 рр., які можуть бути причиною посилення адвекції в зазначений район поверхневих вод з пригирлових районів північно-західної частини Чорного моря і апвеллинга в прибережній зоні затоки.

Ключові слова: Одеська затока Чорного моря, гідрологічні характеристики вод, вітровий режим.

Ye. I. Gazyetov
V. I. Medinets
Odessa National I. I. Mechnikov University,
7 Mayakovskogo Lane, Odessa, 65082, Ukraine,
gazetov@gmail.com

INFLUENCE OF WIND REGIME ON HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS OF ODESSA BAY WATERS IN 2016–2017

Abstract.
Problem Statement and Purpose. Odessa Bay of the Black Sea is an important region for hydrological monitoring because it is an interaction area of the Dnieper, Southern Bug and Dniester rivers discharge with the wind currents system of the sea shelf. Odessa National I. I. Mechnikov University conducted integrated investigation of Odessa Bay marine environment in the framework of the EMBLAS-II International Project in 2016–2017. The objective of the work has been to reveal the influence of wind regime on the seasonal changes of transparency, temperature and salinity in Odessa Bay coastal waters in 2016–2017.
Data & Methods. Standard methods were used to collect primary data on transparency, temperature and salinity in Odessa Bay. Wind characteristics used for Odessa Bay

were obtained from satellite measurements (IFREMER database), as well as from the World Meteorological Organization database for the Odessa hydro-meteorological site (WMO code – 33837). Data processing, graphs and maps producing have been carried out using ArcGIS, Surfer and Excel software. The analyzed information was compared with the results of other investigations in that Black Sea area.

Results. Seasonal changes of transparency, temperature and salinity at various depths of sea water have been revealed based on the information accumulated from April 2016 to June 2017. Spatial seasonal distributions of transparency, temperature and salinity of sea water in the 700-meter water area of Odessa Bay adjacent to the marine hydrobiological station of Odessa National I. I. Mechnikov University have been presented. Analysis has been performed and interconnection of the abovementioned characteristics with the wind regime in Odessa Bay region in different seasons has been shown. For this purpose wind speed components by satellite measurements from the IFREMER database have been used. The analysis of wind regime changes in Odessa Bay over the past hundred years has been carried out.

The decisive role of wind for hydrological structure formation in Odessa Bay was confirmed. Constant long-term influence of the transformed water masses from the estuarine areas of the north-western part of the Black Sea on the seasonal cycles of hydrological characteristics in Odessa Bay waters has been revealed. The differences of wind regime in Odessa Bay area in 2016–2017 have been established in comparison with the periods 1915–2005 and 2005–2015. These differences could be the reason of surface water advection increase from estuarine areas of the north-western Black Sea into the mentioned area and upwelling in the coastal zone of the bay.

Keywords: Odessa Bay of the Black Sea, water hydrological characteristics, wind regime.