

ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕНЧИВОСТИ ТЕРМОХАЛИННЫХ УСЛОВИЙ ТИЛИГУЛЬСКОГО ЛИМАНА В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

На основе анализа данных натурных наблюдений дана характеристика изменчивости термохалинных условий Тилигульского лимана. Установлено, что с 2008 г. отмечается явная тенденция роста солености его вод. Показано, что в современный период вертикальная термохалинная структура вод в лимане в летний период может существенно различаться в зависимости от гидрометеорологических условий года, что оказывает влияние на кислородный режим вод.

Ключевые слова: Северо-западное Причерноморье, Тилигульский лиман, термохалинные условия.

Введение. Термохалинные условия лиманов северо-западного Причерноморья являются одним из главных факторов, определяющих функционирование и биоразнообразие их экосистем, и, в конечном итоге, их природно-ресурсный потенциал.

Тилигульский лиман расположен на украинской части побережья северо-западной части Черного моря, в 45 км от г. Одессы на границе Одесской и Николаевской областей ($46^{\circ} 39,3' - 47^{\circ} 05,3'$ с.ш., $30^{\circ} 57,3' - 31^{\circ} 12,7'$ в.д.). В настоящее время его длина составляет 45–52 км, ширина изменяется на отдельных участках от 1 до 4,5 км. Южная и центральная части лимана представляют собой котловины с преобладающими глубинами в диапазоне 10–16 м, разделенные подводным продолжением Чиловой косы с глубинами до 4,6 м при отметке уровня воды минус 0,4 м БС (рис. 1). Максимальная глубина в южной части лимана достигает 22 м. Северная часть лимана, в которую впадает р.Тилигул, мелководная, с глубинами менее 4 м. Средняя глубина лимана составляет около 5 м.

Одной из главных гидроэкологических проблем Тилигульского лимана, является развитие гипоксии и аноксии кислорода в придонном слое глубоких участков акватории лимана в летний период года, а также периодически возникающие массовые заморы гидробионтов на локальных участках прибрежной зоны лимана [1]. В работе [2] была высказана гипотеза, что одной из причин развития локальных заморы в прибрежной зоне лимана может быть подток на мелководье обедненным кислородом глубинных вод в зонах дивергенции дрейфовых течений у наветренных берегов (зонах прибрежного апвеллинга).

Температура воды является одним из главных факторов, определяющих интенсивность продукционно-деструкционных процессов в воде и донных отложениях, а формирование сезонного термоклина препятствует вертикальному газообмену между поверхностным (фотическим) и придонным (афотическим) слоями воды в глубоких частях лимана, способствуя тем самым развитию придонной гипоксии.

Цель представляемой работы заключается в характеристике изменчивости термохалинных условий Тилигульского лимана на основе данных наблюдений, полученных в последнее десятилетие.

Термохалинные условия в Тилигульском лимане ранее обсуждались в работах [3–6].

Используемые материалы. В работе используются материалы эпизодических наблюдений за температурой и соленостью вод Тилигульского лимана, выполненные специалистами Одесского филиала Института биологии южных морей (ОФ ИнБЮМ)

НАН Украины в 2002–2012 гг. Наиболее информативными являются наблюдения 2007–2012 гг. в прибрежной мелководной зоне центральной части лимана в районе между Ранжевой и Чиловой косами, а также наблюдения на рейдовых гидрологических станциях в глубоких частях лимана, выполненные в 2010 и 2012 гг.

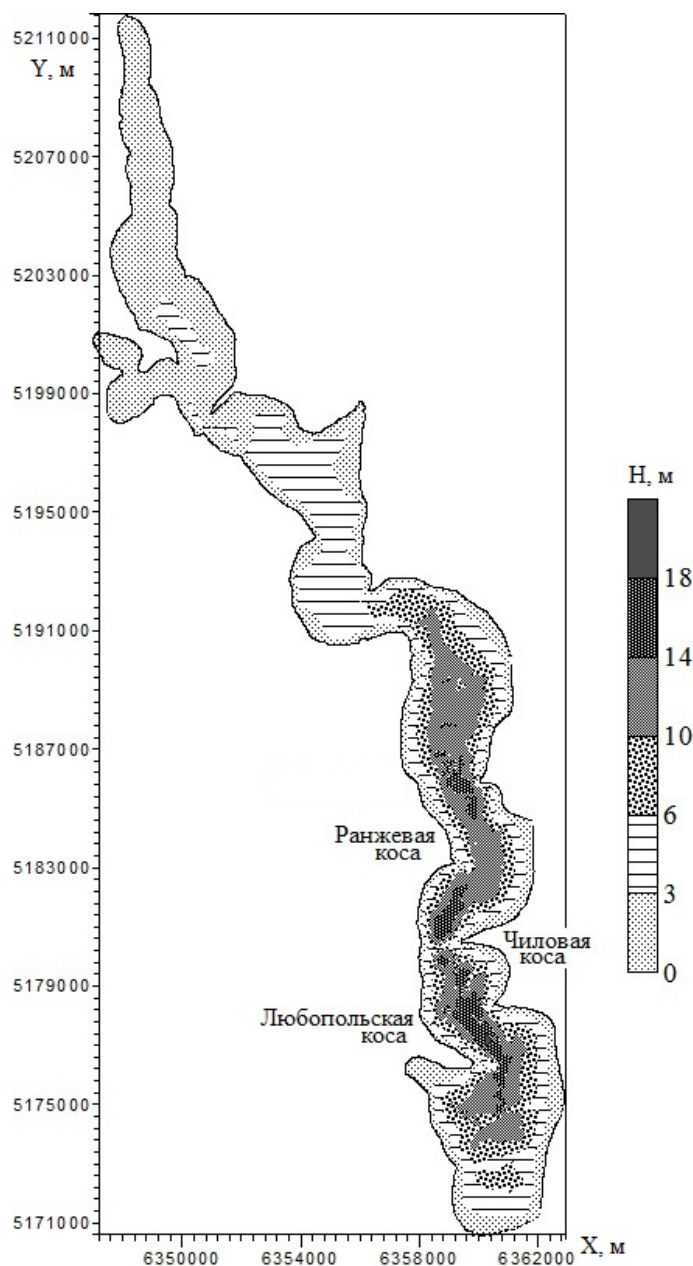


Рис. 1 Батиметрическая карта Тилигульского лимана в системе координат WGS-84.

Обсуждение результатов. В течение года температура воды в лимане может изменяться в широком диапазоне: от минус 0,1–0,2 °С зимой до 32–33 °С на мелководье летом. В холодные зимы лиман покрывается льдом на период 1–2 месяца. Толщина ледового покрова может достигать 0,5 м, как, например, зимой 2002/2003 гг.

Изменчивость температуры и солёности воды в прибрежной мелководной зоне центральной части Тилигульского лимана в период 2007–2012 гг. показана на рис. 2. Видно, что к концу июня – началу июля вода прогревается до температур превышающих 25 °С. Максимальные значения температуры воды (30–32 °С)

отмечались в конце июля – начале августа 2010 г. Постепенное выхолаживание вод лимана начинается с середины августа. Соленость воды в центральной части лимана изменялась от 16–17 до 20–23 ‰. Начиная с 2008 г. отмечается явная тенденция роста солености вод. В 2012 г. на протяжении всего периода наблюдений (май – октябрь) соленость превышала 20 ‰ и в октябре достигла своих максимальных значений 23 ‰.

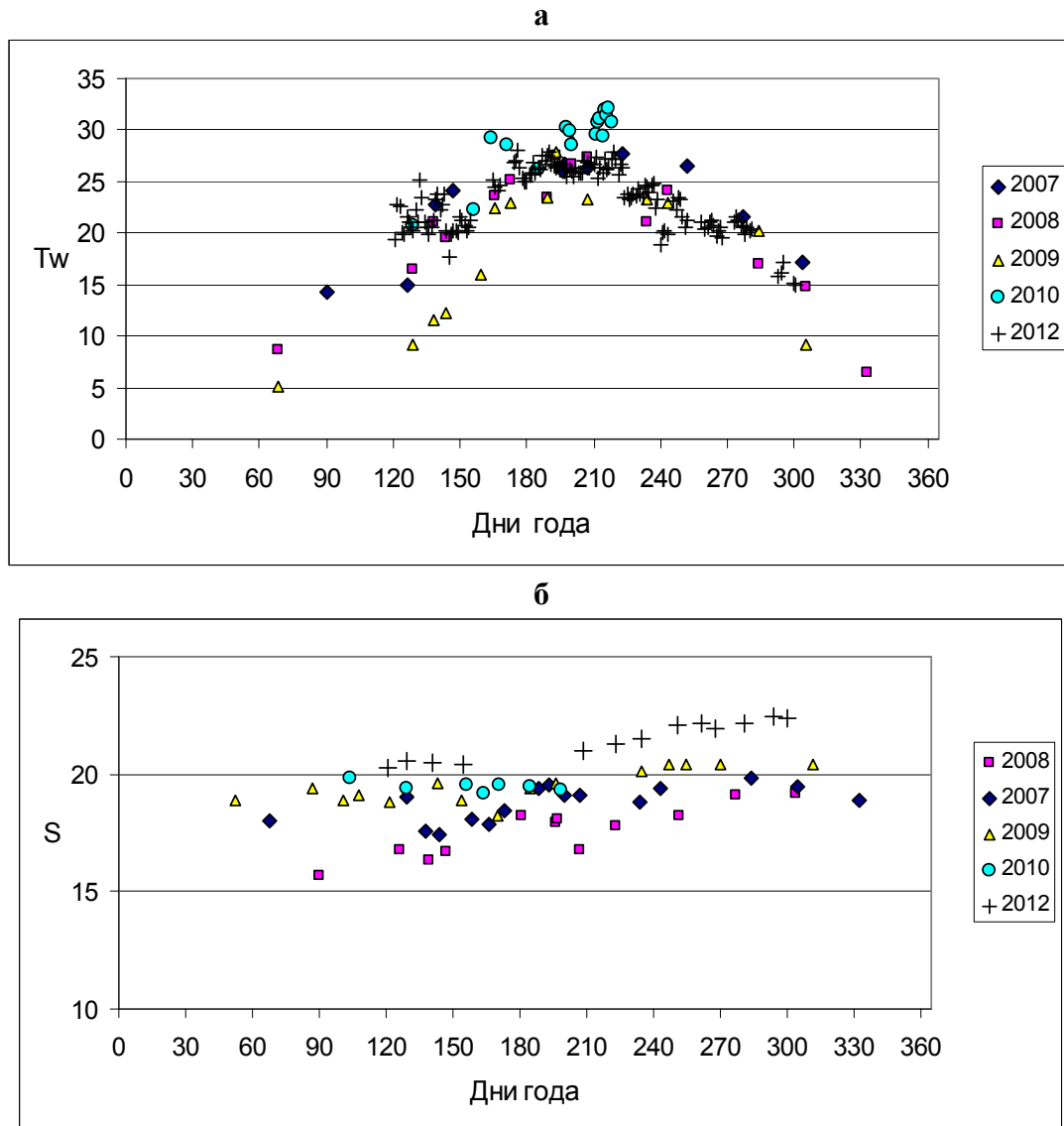


Рис. 2. – Изменчивость температуры (а), °С, и солености (б), ‰, воды в прибрежной зоне Тилигульского лимана между Ранжевой и Чиловой косами.

Отметим, что многолетняя тенденция повышения солености вод лимана отмечается уже в течение нескольких десятилетий и объясняется уменьшением притока пресных вод с его водосборного бассейна и аккумуляцией солей, поступающих с морскими водами через соединительный канал. По данным [1], средние за период 1975-1987 гг. значения солености воды составляли в северной части лимана 9–10 ‰, в центральной – 11 ‰, а в южной – 12–14 ‰.

Данные наблюдений (рис. 3) свидетельствуют о достаточной сильной суточной изменчивости температуры воды в прибрежной мелководной зоне. При прогреве воды до 30 °С в дневное время, в ночной период ее температура понижается до 24 °С. В

глубокой части акватории лимана амплитуда суточной изменчивости температуры поверхностного слоя воды меньше, чем в мелководных зонах. Так, сравнение относительно синхронных наблюдений, выполненных в прибрежной зоне и на рейдовых точках, показало, что в дневное время температура воды в открытой части акватории на 1,5–2,0 °С ниже, чем у берега, а в ночное время, по-видимому, наоборот.

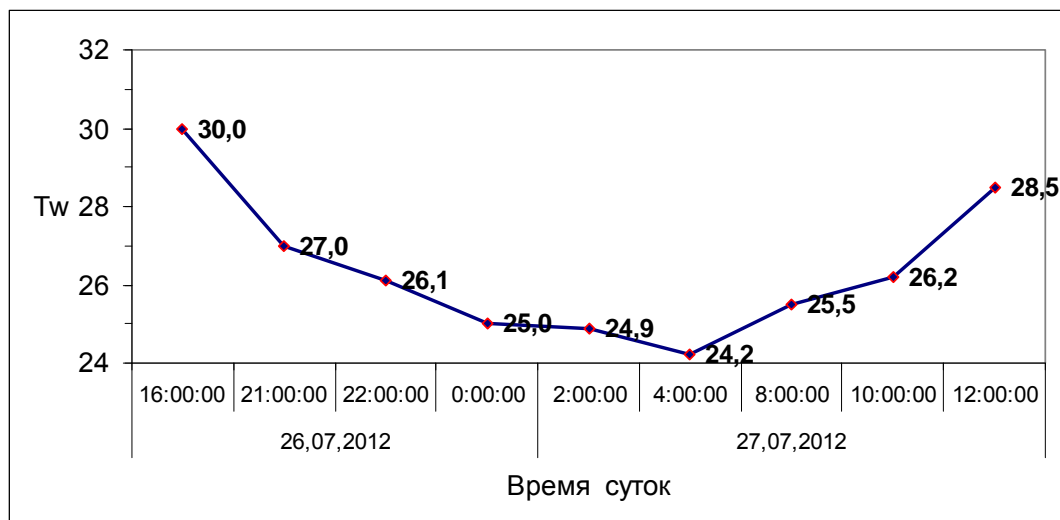


Рис. 3 – Суточная изменчивость температуры поверхностного слоя воды в прибрежной зоне южной части лимана (район с. Кошары).

Из-за значительной пространственной протяженности лимана имеются лишь единичные съемки пространственного распределения температуры и солености воды на всей акватории лимана. Поскольку станции на съемках выполняются в разное время дня, то, учитывая значительную суточную изменчивость температуры воды поверхностного слоя, можно сделать вывод, что наблюдаемые поля температуры воды поверхностного слоя не являются репрезентативными. Поэтому приведем только имеющиеся поля распределения солености вод (рис. 4). Видно, что летом 2002 г. в мелководной северной части лимана значения солености были меньше, чем в центральной его части. В локальной области, прилегающей к соединительному каналу, сказывалось влияние втекающих морских вод, соленость которых была ниже лиманных. В августе 2012 г. соленость вод в северной части лимана, наоборот, была максимальной, поскольку в течение всего летнего периода сток р. Тилигул отсутствовал.

Наибольший интерес представляют данные об изменчивости вертикальной термохалинной структуры вод в глубоких частях Тилигульского лимана, полученные летом 2010 г. и 2012 гг. (рис. 5–7). Как видно из рис. 5–6, летом 2010 г., вплоть до начала августа наблюдался явно выраженный термоклин, характеристики которого отличались для южной и центральной глубоких частей лимана. В южной части лимана термоклин с вертикальным градиентом температуры 1,2–1,4 °С/м располагался в диапазоне глубин 5–13 м. Температура вод поверхностного слоя составляла 28 – 30 °С, а придонного слоя – 18 °С. В центральной части лимана резкий сезонный термоклин, с вертикальным градиентом 3 °С/м, располагался на глубинах от 10 м до дна. От поверхности до глубины 10 м температура воды плавно уменьшалась на 2–3 °С. Соленость воды в обеих частях лимана увеличивается с глубиной. В южной части соленость придонных вод выше поверхностных на 0,5–0,6 ‰, а в центральной – на 1–2 ‰.

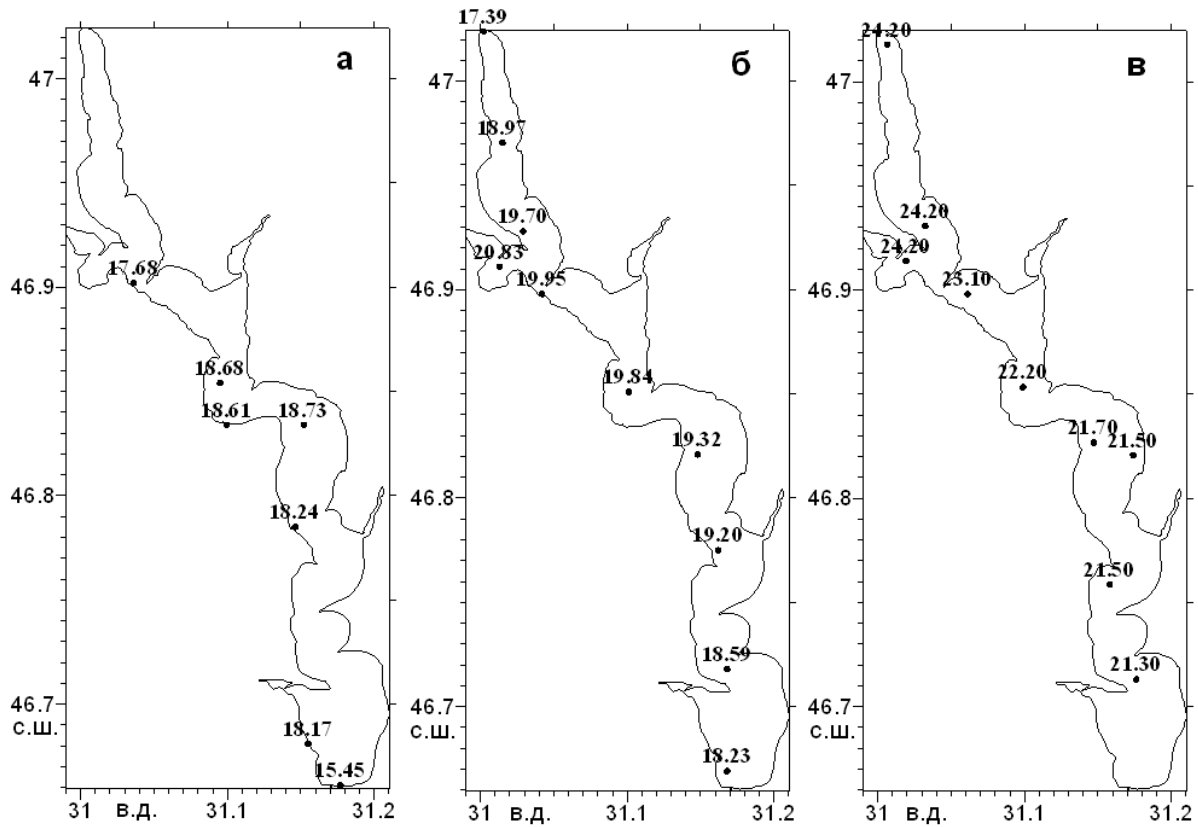


Рис. 4. – Пространственная изменчивость солёности, ‰, вод поверхностного слоя Тилигульского лимана в летний период: а) 04.06.2002 г.; б) 3.08.2002 г.; в) 23.08.2012 г.

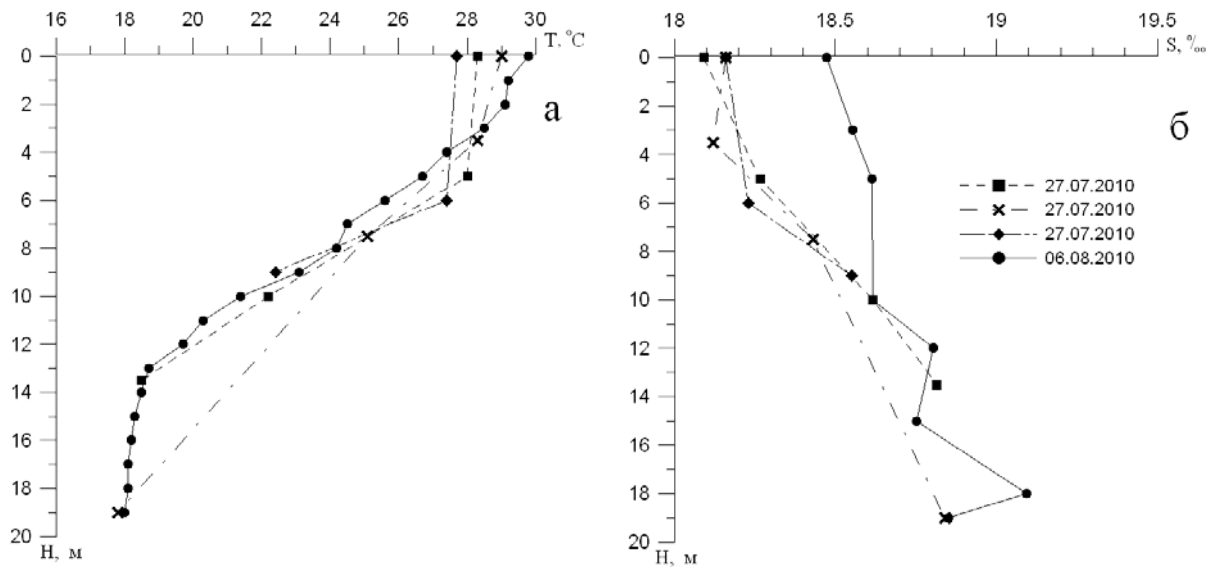


Рис. 5. – Распределение температуры и солёности воды по глубине в южной части Тилигульского лимана в конце июля – начале августа 2010 г.

В 2012 г. наличие ярко выраженного сезонного термоклина наблюдалось только в мае (рис. 7). В июне температура воды придонного слоя повысилась до 20,5 °С при температуре поверхностного слоя 24–27 °С. Уже с начала июля вертикальную

термохалинную структуру вод лимана можно охарактеризовать как квазиоднородную и неустойчивую. При этом соленость вод придонного слоя не являлась максимальной в столбе воды.

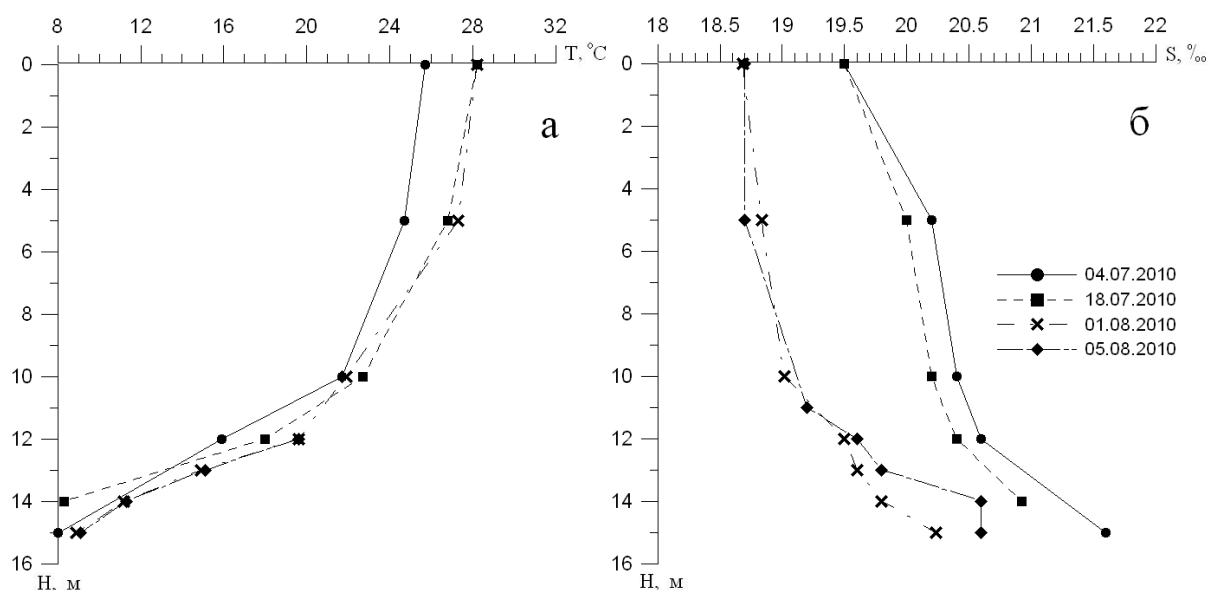


Рис. 6. – Распределение температуры и солености воды по глубине в центральной части Тилигульского лимана (между Ранжевой и Чиловой косами) летом 2010 г.

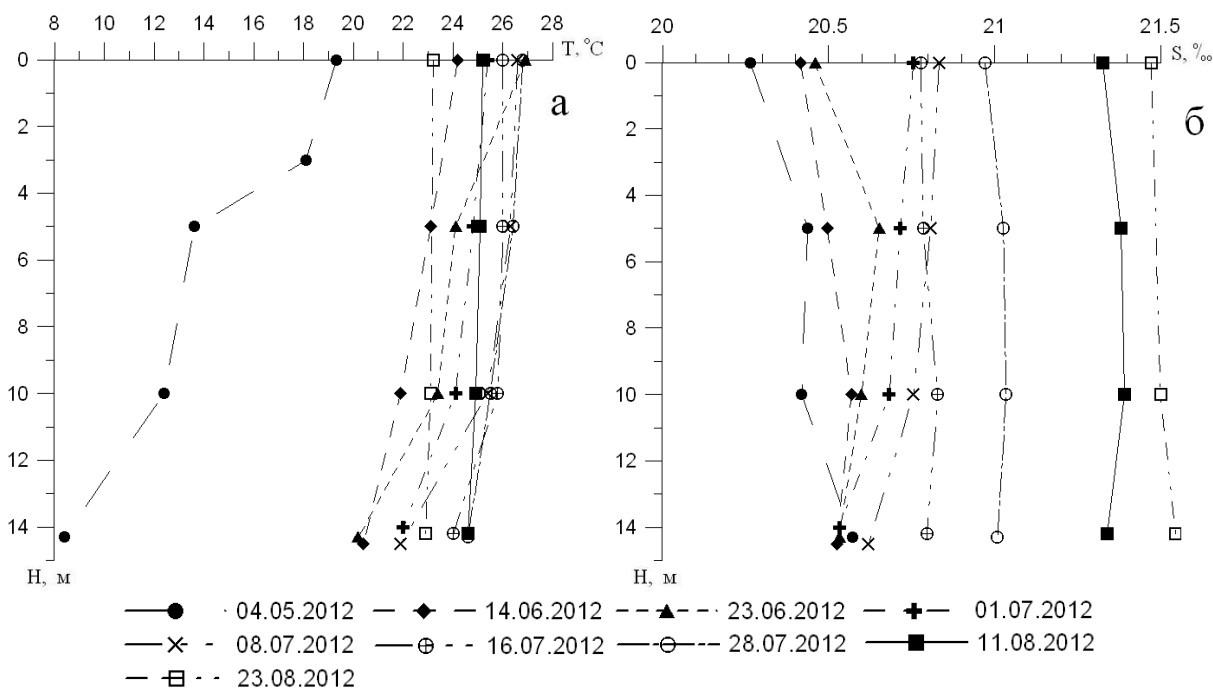


Рис. 7. – Распределение температуры и солености воды по глубине в центральной части Тилигульского лимана (между Ранжевой и Чиловой косами) летом 2012 г.

Заметим, что факт формирования устойчивого сезонного пикноклина в Тилигульском лимане в летний период 1963 г. впервые был описан в работе [4]. В конце июня температура воды равномерно уменьшалась с 23–24 °С в поверхностном

слое до 7–15 °С в придонном слое на глубинах больше 10 м. Соленость вод лимана изменялась от 11 ‰ в поверхностном слое до более 17 ‰ – в придонном. Летом 1963, 1964 гг. условная плотность на нижней границе слоя скачка плотности была в 1,5–2,5 раза больше, чем на верхней границе. Автор объяснял это влиянием поступления в лиман через канал (с 1959 г.) морских вод с соленостью 14–16 ‰ и сильным весенним паводком 1963 г., влияние которого на вертикальную термохалинную структуру сказывалось не только в 1963 г., но и в 1964 г. В течение последующих 1965–1968 гг., как следует из [4], резкий сезонный пикноклин в летний период года не образовывался. Основной вывод [4]: развитие и существование термо- и халоклина в Тилигульском лимане зависят от интенсивности весеннего паводка и солевого состояния вод к моменту развития паводка.

В работе [5], где обобщены данные гидрологических наблюдений, выполненных в конце 70-х – 80-х годов прошлого столетия, отмечается лишь образование сезонного термоклина в лимане в период весеннего прогрева вод. Так, в мае 1979 г., температура воды в глубокой части акватории лимана уменьшалась с 16–16,5 °С на поверхности до 12,5–14 °С у дна на глубинах 16–18 м. Факты существования резко выраженной температурной стратификации вод в летний период года не указаны.

На гидрологических станциях, выполненных специалистами ОФ ИнБЮМ в августе 2002 г., придонный холодный слой вод в глубоких частях акватории лимана также не был обнаружен.

Из рис. 8 видно, что наличие даже слабо выраженной температурной стратификации вод лимана в летний период года (26.06.2012 г., 08.07.2012 г.) приводит к развитию гипоксии в придонном слое. В конце июля 2010 г. в глубоких точках акватории лимана наблюдалось полное отсутствие растворенного кислорода в водах, расположенных глубже верхнего квазиоднородного перемешанного слоя

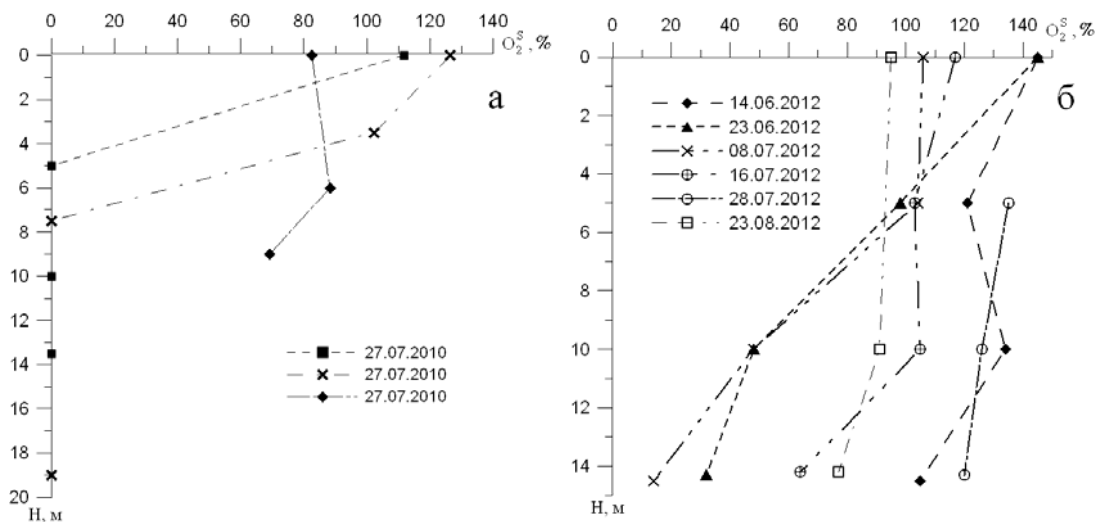


Рис. 8. – Распределение насыщения кислородом, %, вод Тилигульского лимана по глубине: а) в различных точках южной части лимана 27.07.2010 г.; б) в центральной части лимана (между Ранжевой и Чиловой косами) летом 2012 г.

Выводы. В результате анализа данных наблюдений за температурой и соленостью вод Тилигульского лимана установлены следующие особенности их изменчивости. Начиная с 2008 г. отмечается общая тенденция роста солености вод, которая в 2012 г. превышала 24 ‰ в августе в северной части лимана и 23 ‰ в октябре в центральной части лимана. Размах суточных колебаний температуры воды в

мелководной прибрежной зоне в летний период года может достигать 6 °С. Летом 2010 г., вплоть до начала августа наблюдался явно выраженный термоклин, характеристики которого отличались для южной и центральной глубоких частей лимана. Ранее, существование резкого сезонного пикноклина в лимане в летний период года наблюдалось лишь в 1963–1964 гг.

Наличие термоклина летом 2010 г. привело к значительному ухудшению кислородного режима Тилигульского лимана вследствие вызванного им уменьшения интенсивности вертикального турбулентного обмена между поверхностным и придонным слоями.

Список литературы

1. Тучковенко Ю.С., Тучковенко О.А. Главные гидроэкологические проблемы Тилигульского лимана // Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми екології та енергозбереження», Миколаїв, 20-22 вересня 2013.- С.247-251
2. Тучковенко Ю.С., Кушнир Д.В. Моделирование ветровой циркуляции вод в Тилигульском лимане // Вісник Одеського державного екологічного університету. – Одеса: ТЕС, ОДЕКУ.- 2013.- № 16. – С. 149 - 158.
3. Лиманы Северного Причерноморья: Монография / В.С. Полищук и др.; ред. О.Г. Миронов; Ин-т гидробиологии АН УССР. – Киев: Наукова думка, 1990. – 204 с.
4. Розенгурт М.Ш. Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов Одесских лиманов.– Киев: Наукова думка, 1974.– 224 с.
5. Тимченко В.М. Эколого-гидрологические исследования водоемов северо-западного Причерноморья.– Киев: Наукова думка. – 1990.– 238 с.
6. Тучковенко Ю.С., Адобовский В.В., Тучковенко О.А., Гриб О.Н. Современный гидрологический режим и динамика вод Тилигульского лимана // Український гідрометеорологічний журнал. – Одеса: Екологія, ОДЕКУ.- 2011.- № 9. – С. 192 - 209.

Характеристика мінливості термохалінних умов Тилигульського лиману в сучасний період Тучковенко Ю.С., Адобовский В.В., Тучковенко О.А.

На основі аналізу даних натурних спостережень надана характеристика мінливості термохалінних умов Тилигульського лиману. Показано, що в сучасний період вертикальна термохалінна структура вод в лимані влітку може суттєво розрізнятися у залежності від гідрометеорологічних умов року, що впливає на кисневий режим вод.

Ключові слова: Північно-західне Причорномор'я, Тилигульський лиман, термохалінні умови.

Characteristics of variability in thermohaline conditions of the Tyligulskyi Liman lagoon in the present period. Tuchkovenko Y.S., Adobovskiy V.V., Tuchkovenko O.A.

The paper provides description of variability in thermohaline conditions of the Tyligulskyi Liman lagoon on the basis of field data analysis. It is established that an evident growth trend in salinity of the waters has been observed since 2008. It is shown that in the summer the vertical thermohaline structure of the lagoonal waters can vary significantly depending on meteorological conditions in a year of the present period. This exerts an impact on the oxygen regime of the waters.

Keywords: the North-Western Black Sea Region, Tyligulskyi Liman lagoon, thermohaline conditions.