

А.Н.Морозов\*, Е.М.Лемешко\*, В.В.Ролик\*\*

\*Морской гидрофизический институт НАН Украины, г.Севастополь

\*\*Академия ВМС Украины им. П.С. Нахимова, г.Севастополь

**ЗВУКОРАСSEИВАЮЩИЕ СЛОИ ГЛУБОКОВОДНОЙ ЧАСТИ  
ЧЕРНОГО МОРЯ, ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К КРЫМСКОМУ ПОЛУОСТРОВУ,  
ADCP-НАБЛЮДЕНИЯ 2007 И 2008 ГГ.**

Рассматриваются результаты экспедиций, проходивших в июле 2007 и сентябре 2008 гг. в центральном районе северной части Черного моря. В качестве эхолотов использовались бортовой и погружаемый акустические доплеровские профиломеры течений (ADCP) с рабочей частотой 150 и 300 кГц, соответственно. На основе данных погружаемого ADCP WHM300 RDI выявлено, что звукорассеивающий слой хорошо выражен в дневное время суток и проявляется в записях прибора в виде одиночного максимума. Центр слоя располагается, в среднем, на 40 м ниже максимума частоты плавучести, непосредственно под холодным промежуточным слоем (8 °С). В 80 % случаев слой обнаруживается в нижней части окислина (условная плотность  $\sigma_\theta = 15,4 - 15,6 \text{ кг/м}^3$ ), в 20 % – в субкислородной зоне ( $\sigma_\theta = 15,6 - 15,8 \text{ кг/м}^3$ ). Звукорассеивающий зоопланктон детектируется прибором от поверхности моря до нижней границы субкислородной зоны ( $\sigma_\theta = 15,9 \text{ кг/м}^3$ ). Данные судового ADCP 150 RDI показали значительную изменчивость характеристик обратного рассеяния звука на горизонтальных масштабах порядка 3 – 5 км. Глубинный звукорассеивающий слой в рассматриваемом районе формируется преимущественно зоопланктоном *Calanus Euxinus* (копепода), что определено по характерному времени его подъема с глубины к поверхности моря в вечернее время.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *звукорассеивающий слой, ADCP, Черное море.*

Одним из основных источников рассеяния звука в океане является зоопланктон [1], что создает благоприятные условия для изучения его поведения [2 – 5], обилия [6 – 8] и распределения [9, 10] с помощью средств активной акустики. Акустические приборы обеспечивают более высокую оперативность и пространственно-временное разрешение измерений в сравнении с традиционными биологическими станциями, однако не позволяют определять видовой и размерный состав звукорассеивающего зоопланктона.

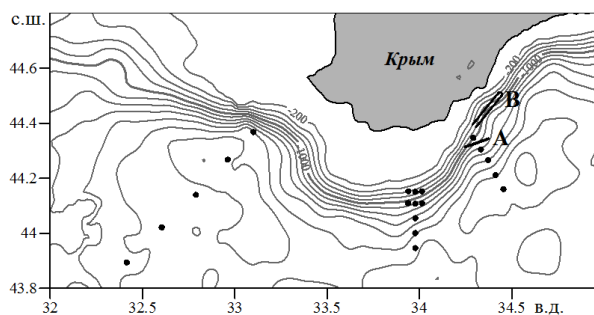
В Черном море характеристики рассеяния звука и их взаимосвязь с обилием зоопланктона изучались с использованием одночастотного погружаемого эхолота с рабочей частотой 80 кГц [6, 7]. Результаты измерений показали наличие двух разделенных по глубине звукорассеивающих слоев, которые наблюдались в дневное время суток [8, 10]. Более поздние исследования выявили, что доминирующим источником акустического рассеяния в верхнем слое Черного моря на частотах 120, 150 и 200 кГц являются два вида зоопланктона: *Sagitta setosa* (хетогната) и *Calanus euxinus* (копепода) [2, 3]. Оба вида имеют суточный цикл миграции. В темное время суток планктон поднимается к поверхности моря, а дневное время проводит на больших глубинах, формируя узкие звукорассеивающие слои, с характерными размерами 1 – 3 м [2, 3].

*S. setosa* и *C. euxinus* являются важными элементами пищевой цепочки Черного моря [11] и поэтому их исследованию уделяется большое внимание. При изучении зоопланктона эффективно используются как сеточные траления [12 – 14], так и акустические методы [2, 3]. Наиболее активно акустические средства применялись в последнее десятилетие для изучения поведения зоопланктона в южной части моря [2, 3]. В северной части Черного моря акустические измерения представлены в меньшей степени [10].

Цель настоящей статьи – систематизация и представление данных акустических измерений на частотах 150 и 300 кГц, собранных в ходе экспедиций 2007 и 2008 гг. в акватории Черного моря, прилегающей к Крымскому п-ову.

**Материалы и методы.** В работе использованы материалы экспедиций, проходивших в акватории Черного моря, прилегающей к Крымскому п-ову, с 18 по 22 июля 2007 г. на борту НИС “Эксперимент” и с 6 по 15 сентября 2008 г. на борту НИС “Pathfinder”. На рис.1 приведено расположение выбранных станций (кружочки) в 2007 г. и разрезов (черные линии, помеченные заглавными буквами) в 2008 г.

В экспедиции 2007 г в качестве эхолота использовался погружаемый акустический доплеровский профилемер течений (LADCP) [15] WHM300 (Work Horse Monitor, рабочая частота 300 кГц) RDI. Скорость движения прибора во время зондирования составляла 0,5 м/с. Установки прибора: дискретность по глубине 4 м, дискретность по времени 1 с. Для расчета характеристик обратного рассеяния звука использовались значения интенсивности



Р и с . 1 . Схема расположения станций в 2007 г. (●) и разрезов в 2008 г. (—А и —В).

эхосигнала во втором сегменте глубины, центр которого удален от преобразователей прибора на расстояние 10 м. Первый сегмент исключался из рассмотрения вследствие зашумленности данных. Результирующие профили ограничивались слоем от 20 м до глубины зондирования. CTD-измерения выполнялись зондом ШИК.

В экспедиции 2008 г судно было оснащено бортовым VMADCP RDI, с рабочей частотой 150 кГц. Запись данных велась непрерывно. Установки прибора: дискретность по глубине 4 м, дискретность по времени 5 с, число сегментов глубины 60 (240 м). Фактически, достоверные данные были получены в слое от 14 до 100 – 140 м. Для CTD-измерений использовался зонд SeaBird9.

В качестве акустической характеристики в работе рассматривается поперечное сечение обратного рассеяния (далее по тексту “акустическое сечение”). Значение акустического сечения ( $\sigma_{CS}$ ) рассчитывалось по интенсивности эхосигнала ( $EI_m$ ) с учетом рекомендаций [16] и соотношения [16, 17]:

$$10 \cdot \lg \left( \frac{\sigma_{CS}}{4\pi} \right) = C - P_{DBW} + [2\alpha R + 10 \cdot \lg R^2 - L_{DBM}] + K_c EI_m, \quad (1)$$

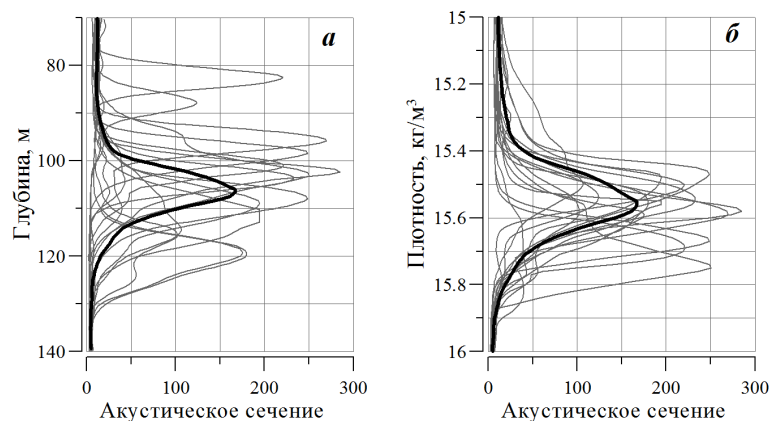
где  $C$  – постоянная,  $P_{DBW}$  – мощность излучения в децибелах (дБ) по отношению к 1 Вт,  $L_{DBW} = 10 \cdot \lg(L_{Tr})$  – длина излучаемого импульса ( $L_{Tr}$ ) в дБ по отношению к 1 м,  $\alpha$  – коэффициент поглощения звука в дБ/м, множитель “2” учитывает прохождение сигнала до объема измерения и обратно,  $R$  – расстояние в метрах,  $K_C$  – коэффициент преобразования единиц  $RDI$  в дБ.  $P_{DBW}$  измеряется каждый цикл.  $K_C$  в среднем составляет 0,45. Коэффициент ослабления  $\alpha$  полагался равным 0,045 и 0,073 дБ/м для частот 150 и 300 кГц соответственно [18]. Вследствие неопределенности  $C$  значения акустического сечения представляются в относительных единицах.

**Результаты и обсуждение.** В экспедиции 2007 г. измерения выполнялись исключительно в светлое время суток, как в шельфовой зоне, так и в глубоководной части моря. В данной работе использованы материалы 19 станций, выполненных в районе моря с глубиной более 200 м (рис.1).

На рис.2 приведены распределения акустического сечения по глубине и плотности. Серые тонкие линии на рисунке представляют распределения, полученные на отдельных станциях. Толстыми черными линиями представлены распределения, изопикнически осредненные по всему массиву данных. В подавляющем большинстве случаев профили акустического сечения имеют один хорошо выраженный максимум, соответствующий центру звукорассеивающего слоя. Наличие только одного максимума на профиле может объясняться сезонным изменением популяции *S. setosa*, которая в течение лета и ранней осени представлена молодыми особями, не проявляющими выраженного суточного цикла миграции [3, 13, 14] и, таким образом, в формировании глубинного звукорассеивающего слоя доминирует *S. euxinus*.

В окрестности максимума профили адекватно воспроизводятся гауссовым распределением с шириной окна от 3 до 7 м. Вследствие значительной продолжительности зондирующего импульса 4 м, полученные оценки ширины окна будут превышать фактическую ширину звукорассеивающего слоя (1 – 3 м). Глубина залегания максимума акустического сечения меняется, от станции к станции, в диапазоне глубин 80 – 120 м (рис.2, а).

В зависимости от плотности положение звукорассеивающего слоя огра-



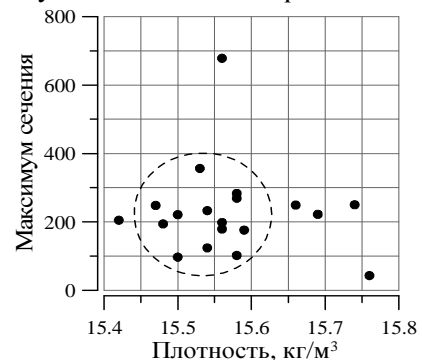
Р и с . 2 . Распределения акустического сечения по глубине (а) и плотности (б) в 2007 г.: распределения на отдельных станциях (—), осредненное по ансамблю станций распределение (—■—).

ничивается диапазоном 15,4 – 15,8 кг/м<sup>3</sup> (рис.2, б). Известно, что в Черном море в диапазоне плотностей 15,4 – 15,7 кг/м<sup>3</sup> располагается максимум концентрации нитратов [19]. Совпадение положения звукорассеивающих слоев и максимума концентрации нитратов, позволяет предположить существование их взаимосвязи. Следуя [20], мигрирующий зоопланктон в ночное время потребляет органическое вещество преимущественно в верхнем фотическом слое, а в дневное время выделяет его часть в виде растворенных нитрогенов на соответствующих глубинах. Суточные мигранты могут обеспечивать значительную часть общего вертикального потока нитрогенов и представляют пульсирующий источник последних в слое их дневного обитания.

В соответствии с [2], глубина дневного обитания *S. euxinus* характеризуется значениями концентрации кислорода 25 – 35 μМ O<sub>2</sub> (0,8 – 1,15 мг O<sub>2</sub> л<sup>-1</sup>). В Черном море вертикальное распределение растворенного кислорода устойчиво связано с распределением плотности. В настоящее время разделяют три зоны распределения концентрации кислорода [21]: кислородная зона – от поверхности до 14 кг/м<sup>3</sup>, концентрация 250 – 350 μМ O<sub>2</sub>; ниже следует оксиклин до 15,5 – 15,6 кг/м<sup>3</sup>, концентрация в нижней его части быстро уменьшается до 10 – 20 μМ O<sub>2</sub>; под ним располагается субкислородная зона, где концентрация кислорода медленно уменьшается до порога обнаружения при плотности 15,9 – 16 кг/м<sup>3</sup>. На

рис.3 приведена зависимость значения акустического сечения в максимуме от плотности для каждой станции экспедиции. Глубинный звукорассеивающий слой в 80 % случаев обнаруживается в нижней части оксиклина. В 20 % – в субкислородной зоне. Значения в максимуме изменяются от 43 до 678 (среднее 237, с.к.о. 131) и на качественном уровне характеризуют неоднородность горизонтального распределения зоопланктона. Количественная оценка биомассы зоопланктона по акустическим данным сопряжена с необходимостью определения его видового и размерного состава, и дает хорошее согласование с моделями [22] на частотах более 200 кГц [23]. В случае ограниченного видового состава зоопланктона зависимость биомассы от акустического поперечного сечения может проявляться в виде степенной функции, показатель которой определяется на основе сопоставления акустических измерений с результатами сеточного траления [24].

На рис.4 распределение акустического сечения по плотности представлено в полулогарифмическом масштабе. В таком представлении хорошо проявляется граница между верхним деятельным и нижним “мертвым” слоями моря, которая проходит при плотности 15,9 кг/м<sup>3</sup>, соответствующей нижней границе субкислородной зоны (15,9 – 16,0 кг/м<sup>3</sup>) [20]. В верхнем слое обратное рассеяние звука на частоте 300 кГц формируется живыми организмами с размерами более 1 мм и характеризуется значениями акустического сечения > 10. Непосредственно перед границей раздела наблюдается резкое умень-



Р и с . 3 . Зависимость значения акустического сечения в максимуме от плотности.

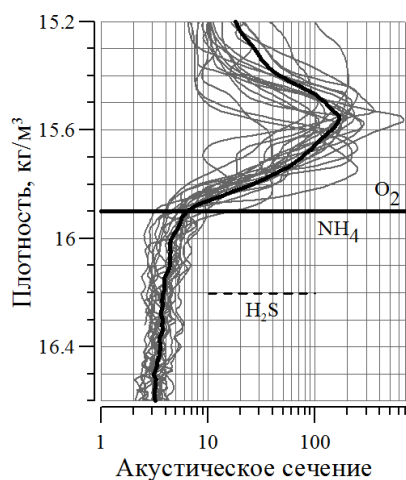


Рис. 4. Распределение акустического сечения по плотности (обозначения как на рис.2, б).

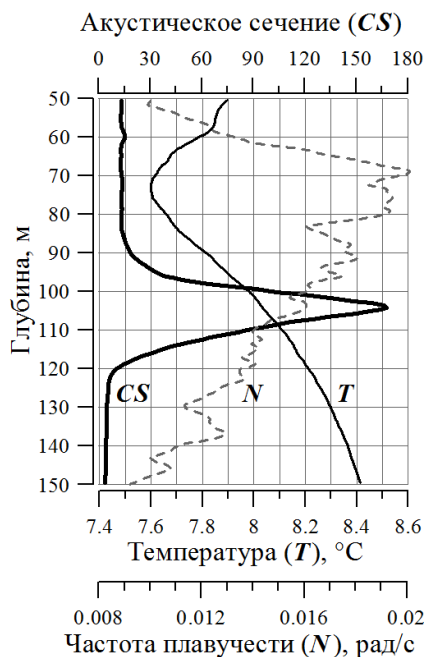


Рис. 5. Осредненные профили акустического сечения  $CS$ , температуры  $T$ , частоты плавучести  $N$ .

составляют 3 – 4 км и соответствуют масштабам изменчивости поля скорости течений (2 – 4 мили) [11]. Третий слой обнаруживается в диапазоне плотностей 15,4 – 15,7 кг/м<sup>3</sup>, с максимумом акустического сечения при 15,5 кг/м<sup>3</sup>. По диапазону плотностей этот слой соответствует наблюдавшемуся в экспедиции 2007 г. и формируется *S. euxinus*. Самый нижний слой фор-

шение акустического сечения. В нижнем слое акустическое сечение характеризуется значениями < 10 и слабой изменчивостью, предположительно определяется неживым взвешенным веществом.

На рис.5 приведены изопикнически осредненные по ансамблю станций, выделенных на рис.3 пунктиром, профили акустического сечения, температуры и частоты плавучести. В среднем, по данным экспедиции, звукорассеивающий слой располагается непосредственно под нижней границей холодного промежуточного слоя (8 °C) на глубине залегания изотермы 8,05 °C и на 35 м ниже максимума частоты плавучести. Максимумы осредненных распределений находятся на глубине 104 м (15,57 кг/м<sup>3</sup>).

Экспедиция, проходившая в сентябре 2008 г., охватила значительную часть Черного моря вблизи побережья Крыма [25]. В данной статье использован 4-х часовой фрагмент записи судового ADCP, любезно предоставленный участниками рейса от МГИ НАН Украины. На рис.6, а приведено пространственное распределение логарифма акустического сечения на разрезе А (рис.1), на рис.6, б – профиль плотности, полученный на восточном конце разреза. Распределение показывает наличие нескольких звукорассеивающих слоев, которые можно разделить по глубине: первый 15 – 25 м, второй 25 – 50 м, третий 80 – 100 м, четвертый 110 – 120 м. Наиболее выразительно горизонтальная изменчивость распределения зоопланктона проявляется во втором слое, который залегает непосредственно под сезонным термоклинном (плотность 14 кг/м<sup>3</sup>) и предположительно, формируется *S. setosa* [1]. В этом слое характерные горизонтальным масштабы пульсаций

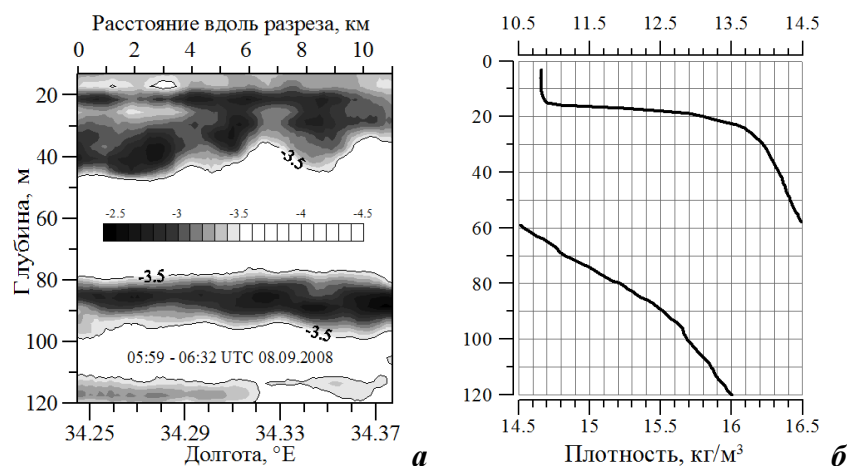


Рис. 6. Пространственное распределение логарифма акустического сечения в светлое время суток на разрезе А (а) и профиль плотности на его восточном конце (б). Шкалы соответствуют верхней и нижней частям графика.

мируется *S. euxinus*, находящимся в состоянии диапаузы в субкислородной зоне на протяжении дневного и ночного времени суток [2, 14].

На рис.7 приведено пространственно-временное распределение логарифма акустического сечения на разрезе В в вечернее время (пунктирная линия соответствует времени заката). Стрелками на рисунке обозначено время начала подъема мигрирующего планктона с глубины (а), окончание его выхода с глубинного слоя (б) и завершение подъема в приповерхностный слой (в). Время подъема планктона через холодный промежуточный слой, установленное по эхограмме, составляет около 45 мин и происходит со скоростью 2 – 2,8 см/с, подъем зоопланктона завершается через 1 ч после заката. Характеристики вечерней миграции зоопланктона соответствует характеристикам миграционного цикла *S. euxinus* [2] и подтверждают доминирование копеподы в формировании глубинного звукорассеивающего слоя в районе проведения измерений.

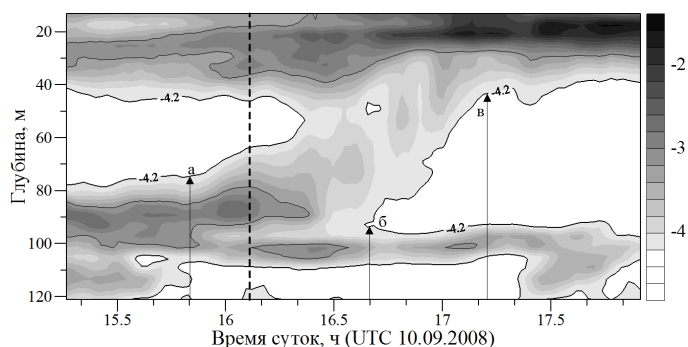


Рис. 7. Пространственно-временное распределение логарифма акустического сечения на разрезе В (рис.1) в вечернее время. Пунктирная линия – время заката (16:06 UTC). Стрелки указывают на начало подъема планктона (а), окончание его выхода с глубинного слоя (б) и завершение подъема в поверхностный слой (в).

**Заключение.** Акустические измерения, выполненные в ходе экспедиций 2007 и 2008 гг. вблизи берега Крыма, показали хорошее соответствие с имеющимися представлениями о распределении и поведении звукорассеивающего зоопланктона, характерными для южной части Черного моря. Использование акустических средств позволило установить характерные глубины залегания звукорассеивающего слоя относительно распределения гидрологических параметров, и характерные горизонтальные масштабы неоднородности распределения зоопланктона в районе наблюдений. По характеристикам вечерней миграции зоопланктона показано, что глубинный звукорассеивающий слой в летний и осенний сезоны преимущественно формируется копеподой *C. euxinus*. В целом использование ADCP представляется полезным при проведении биологических измерений, и после выполнения соответствующих калибровочных сличений, может быть использовано для получения количественной оценки биомассы зоопланктона в звукорассеивающих слоях.

Работа выполнена в рамках проектов НАН Украины «Черное море как имитационная модель Мирового океана», «Фундаментальная океанология» и при поддержке *PERSEUS-FP7*, контракт №287600.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Урик Р.Дж. Основы гидроакустики.– Л.: Судостроение, 1978.– 448 с.
2. Mutlu E. Acoustic identification of the concentration layer of copepod species, *Calanus euxinus* // Mar. biol.– 2003.– 142.– P.517-523.
3. Mutlu E. Diel vertical migration of *Sagitta Setosa* as inferred acoustically in the Black Sea / Mar. biol.– 2006.– v.149, № 3.– P.573-584.
4. Falk-Petersen S., Leu E., Berge J., Kwasniewski S., Nygard H., Rostad A., Keskinen E., Thormar J., Quillfeldt C., Wold A., Gulliksen B. Vertical migration in high Arctic waters during autumn 2004 // Deep-Sea Research II.– 2008.– 55.– P.2275-2284.
5. Cisewski B., Strass V.H., Rhin M., Kragefsky S. Seasonal variation of the diel vertical migration of zooplankton from ADCP backscatter time series data in the Lasarev Sea, Antarctica // Deep-Sea Research I.– 2010.– 57.– P.78-94.
6. Токарев Ю.Н. Гидроакустические характеристики деятельного слоя и их связь с составом и обилием планктона / Планктон Черного моря. Под ред. А.В.Ковалёва, З.З.Финенко.– Киев: Наукова думка, 1993.– С.205-215.
7. Токарев Ю.Н. Основы биофизической экологии гидробионтов.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006.– 342 с.
8. Сибирцова Е.Н., Токарев Ю.Н. Районирование морей Средиземноморского бассейна по акустическим характеристикам верхнего продуктивного слоя // Морський екологічний журнал.– 2010.– Т.IX, № 3.– С.63-76.
9. Wiebe P.H., Mountain D.G., Stanton T.K., Greene C.H., Lough R.G., Kaartvedt S., Dawson J., Copley N.J. Acoustical study of the spatial distribution of plankton on Georges Bank and the relationship between volume backscattering strength and taxonomic composition of the plankton // Deep-Sea Research.– 1996.– part II, 43.– P.1971-2001.
10. Сибирцова Е.Н. Особенности вертикального распределения фауны звукорассеивающих слоев в Черном море в осенний период // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.– 2010.– № 3 (44).– С.234-237.

11. *Виноградов М.Е., Сапожников В.В., Шушкина Е.А.* Экосистема Черного моря.– М.: Наука, 1992.– 112 с.
12. *Yuneva T.V., et al.* Nutritional condition of female *Calanus euxinus* from cyclonic and anticyclonic regions of the Black Sea // *Mar. Ecol. Prog. Ser.*– 1999.– v.189. – P.195-204.
13. *Besiktepe S., Unsal M.* Population structure, vertical distribution and diel migration of *Sagitta setosa* (Chaetognatha) in the south-western part of the Black Sea // *J. Plankton Research.*– 2000.– v.22, № 4.– P.669-683.
14. *Erkan F., Gucu A.C., Zagorodnyaya J.* The diel vertical distribution of zooplankton in the Southeast Black Sea // *Turk. J. Zool.*– 2000.– 24.– P.417-427.
15. *Firing E., Gordon R.* Deep ocean acoustic Doppler profiling // *Proc. IEEE 4<sup>th</sup> Working Conf. in Current Measurements.*– Clinton, MD, Current Measurement Technology Committee of the Ocean Engineering Society, 1990.– P.192-201.
16. *Deines K.L.* Backscatter estimation using broadband acoustic Doppler current profiler // *Proc. IEEE/OES 6<sup>th</sup> Working Conference on Current Measurement Technology*, 1999.– P.259-264.
17. *Морозов А.Н., Лемешко Е.М.* Оценка концентрации взвеси по данным ADCP WHM1200 // *Системы контроля окружающей среды.*– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010.– вып.14.– С.42-46.
18. *Gordon R.L.* Acoustic Doppler Current Profiler Principles of Operation: A Practical Primer // *RD Instruments*, 1996.– 54 p.
19. *Konovalov S.K., Murray J.W.* Variations in the chemistry of the Black Sea on a time scale of decades (1960 – 1995) // *J. Mar. Sys.*– 2001.– 31.– P.217-243.
20. *Longhurst A.R., Harrison W.G* Vertical nitrogen flux from the oceanic photic zone by diel migrant zooplankton and nekton // *Deep-Sea Research.*– 1988.– 35.– P.881-889.
21. *Yakushev E.V., Chasovnikov V.K., Murray J.W., Pakhomova S.V., Podymov O.I., Stunzhas P.A.* Vertical hydrochemical structure of the Black Sea // *Hdb Env Chem.*– 2008.– v.5, Part Q.– P.277-307.
22. *Stanton T.K., Chu D., Wiebe P.Y.* Sound scattering by several zooplankton groups. II. Scattering models // *J. Acous. Soc. America.*– 1998.– 103.– P.236-253.
23. *Sutor M., Clows T.J., Peterson W.T., Lamb J.* Comparison of acoustic and net sampling systems to determine patterns in zooplankton distribution // *J. Geophys. Res.*– 2005.– 110.– C10S16, doi:10.1029/2004JC002681.– 11 p.
24. *Flagg C.N., Smith S.L.* On the use of the acoustic Doppler current profiler to measure zooplankton abundance // *Deep-Sea Res.*– 1989.– v.36, № 3.– P.455-474.
25. *Джиганшин Г.Ф., Полонский А.Б.* Кинематическая структура и мезомасштабная изменчивость Основного Черноморского течения вблизи побережья Крыма (по данным инструментальных измерений в сентябре 2008 г.) // *Морской гидрофизический журнал.*– 2011.– № 1.– С.25-35.

Матеріал поступив в редакцію 23.04.2012 г.

**АНОТАЦІЯ** Розглядаються результати експедицій, що проходили в липні 2007 та вересні 2008 рр. в центральному районі північної частини Чорного моря. В якості ехолотів використовувалися бортовий і занурювальний акустичні доплерівський профілемери течій (ADCP) з робочою частотою 150 і 300 кГц відповідно. На основі даних погружаемого ADCP WHM300 RDI виявлено, що звукорассеиваючих шар добре виражений в денний час доби і проявляється в записях приладу у вигляді одиночного максимуму. Центр шару розташовується, в середньому, на 40 м нижче максимуму частоти плавучості, безпосередньо під холодним проміжним шаром



(8 °C). У 80% випадків шар виявляється в нижній частині оксікліна (умовна густина  $\sigma_\theta = 15,4 - 15,6 \text{ кг/м}^3$ ), в 20% – у субкіслородной зоні ( $\sigma_\theta = 15,6 - 15,8 \text{ кг/м}^3$ ). Звуко-рассеіваюціх зоопланктон детектується приладом від поверхні моря до нижньої межі субкіслородной зони ( $\sigma_\theta = 15,9 \text{ кг/м}^3$ ). Дані суднового *ADCP 150 RDI* показали значну мінливість характеристик зворотного розсіювання звуку на горизонтальних масштабах порядку 3 – 5 км. Глибинний звукорассеіваюціх шар в розглянутому районі формується переважно зоопланктоном *Calanus Euxinus* (копепод), що визначено по характерному часу його підйому з глибини до поверхні моря у вечірній час.

*ABSTRACT* The results of the cruises that took place in July 2007 and September 2008 in the central region of the northern Black Sea are discussed. The board and submersible acoustic Doppler currents profiler (*ADCP*) with an operating frequency 150 and 300 kHz respectively are used as the sonar. On the base on submersible *ADCP WHM300 RDI* data it was revealed that the sound scattering layer is well expressed in the daytime and is shown in the records of the unit as a single peak. The center of layer is located, on average, on 40 m below the maximum frequency of buoyancy directly under cold intermediate layer (8 °C). In 80% of cases the layer is found in the bottom part of oxycline (conditional density  $\sigma_\theta = 15,4 - 15,6 \text{ kg/m}^3$ ), 20 % – in suboxygen zone ( $\sigma_\theta = 15,6 - 15,8 \text{ kg/m}^3$ ). Sound-scattering zooplankton is detected by the device from the sea surface to the bottom of suboxygen zone ( $\sigma_\theta = 15,9 \text{ kg/m}^3$ ). The data of shipboard *ADCP RDI 150* are showed significant variability of the backscattered sound on the horizontal scale of the order of 3 – 5 km. Deep sound scattering layer in this region is mainly formed by zooplankton *Calanus Euxinus* (copepod), which is determined by the characteristic time of it lifting from sea depth to the surface in the evening.