Научные труды Дальрыбвтуза. 2026. Том 76, № 2. С. 200–209.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья
УДК 639.2.05 : 681.883.42 DOI: doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2026-76-21 EDN: TOVTNF

Распределение рыбных скоплений в осенне-зимний период 2025 года в прибрежных районах Крыма и Кавказа по результатам гидроакустических исследований под влиянием температурного фактора

Татьяна Васильевна Помогаева, Юрий Георгиевич Артёмов, Евгений Геннадьевич Сахонь
Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия
pomogtatyana@mail.ru

Аннотация. Исследования в рейсе 138 ЦКП НИС «Профессор Водяницкий», прошедшем в ноябре–декабре 2025 г., выполнялись по программе мониторинговых исследований ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН». Гидроакустические исследования проводились гидроакустическим научным эхолотом Simrad EK-500 со стационарно установленными антеннами на 38 и 120 кГц. Цель исследований состояла в оценке влияния температурного фактора на распределения рыбных скоплений в переходной осенне-зимний сезон. Эхозаписи рыбы были отмечены как в пелагиали, так и в придонном горизонте. Неоднородный характер встречаемых скоплений объясняется влиянием температурного фактора. Исследования температуры показали, что данная акватория находилась в фазе активной осенней трансформации.

Ключевые слова: Чёрное море, ЦКП НИС «Профессор Водяницкий», гидроакустические исследования, Simrad EK-500, эхограмма, эхоинтенсивность, плотность скоплений, температура, хамса

Финансирование: работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ по теме «Изучение биогеохимических закономерностей радиоэкологических и хемоэкологических процессов в экосистемах водоемов Азово-Черноморского бассейна в сравнении с другими акваториями Мирового океана и отдельными водными экосистемами их водосборных бассейнов для обеспечения устойчивого развития на южных морях России» (№ 124030100127-7) и «Трансформация структуры и функций экосистем морской пелагиали в условиях антропогенного воздействия и изменения климата» (№124030400057-4)».

Благодарности: авторы выражают признательность всему экипажу ЦКП НИС «Профессор Водяницкий», а также особую благодарность за помощь в исследованиях помощнику капитана по науке В. В. Давыдову.

Для цитирования: Помогаева Т. В., Артёмов Ю. Г., Сахонь Е. Г. Распределение рыбных скоплений в осенне-зимний период 2025 года в прибрежных районах Крыма и Кавказа по результатам гидроакустических исследований под влиянием температурного фактора // Научные труды Дальрыбвтуза. 2026. Т. 76, № 2. С. 200–209.

© Помогаева Т. В., Артёмов Ю. Г., Сахонь Е. Г., 2026

Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2026. Vol. 76, no. 2. P. 200–209.

FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHERIES

Original article

Distribution of fish assemblages in the autumn-winter period of 2025 in the coastal areas of Crimea and the Caucasus according to the results of hydroacoustic research under the influence of the temperature factor

Tatiana V. Pomogaeva, Yuri G. Artyomov, Evgeny G. Sakhon
A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of the Russian Academy of Sciences, Sevastopol, Russia
pomogtatyana@mail.ru

Abstract. Research in the 138th voyage of the CKP NIS "Professor Vodyanitsky", which took place in November-December 2025, was carried out according to the monitoring research program of the A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of the Russian Academy of Sciences. Hydroacoustic studies were conducted using a Simrad EK-500 hydroacoustic scientific echo sounder with stationary antennas at 38 and 120 kHz. The purpose of the studies was to assess the impact of temperature on the distribution of fish aggregations during the transitional autumn-winter season. Fish echoes were recorded both in the pelagic zone and in the bottom layer. The heterogeneous nature of the observed aggregations can be attributed to the influence of temperature. Temperature measurements indicated that the study area was in the phase of active autumn transformation.

Keywords: Black Sea, CPC NIS "Professor Vodyanitsky", hydroacoustic research, Simrad EK-500, echogram, echo intensity, density of clusters, temperature, and hamsa

Funding: the work was carried out within the framework of the state assignment of the FITZ INBYUM on the topic "Study of biogeochemical patterns of radioecological and chemoecological processes in ecosystems of reservoirs of the Azov-Black Sea basin in comparison with other water areas of the World Ocean and individual aquatic ecosystems of their catchment areas to ensure sustainable development in the southern seas of Russia" (No. 124030100127-7) and "Transformation of structure and functions marine pelagic ecosystems under conditions of anthropogenic impact and climate change" (No. 124030400057-4)".

Acknowledgements: the authors express their gratitude to the entire crew of the Central Research Laboratory of the NIS "Professor Vodianitsky", as well as special thanks for their research assistance to the captain's science assistant V. V. Davydov.

For citation: Pomogaeva T. V., Artyomov Yu. G., Sakhon E. G. Distribution of fish assemblages in the autumn-winter period of 2025 in the coastal areas of Crimea and the Caucasus according to the results of hydroacoustic research under the influence of the temperature factor. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2026; 76(2):200–209. (In Russ.).

Введение

В настоящее время большой интерес для научных исследований представляет изучение поведения промысловых видов рыб в Черном море. Гидроакустический метод является бесконтактным, не наносит вреда промысловым объектам и позволяет оценить состояние рыб по всей пройденной акватории и по всей толще воды.

Согласно биологии промысловых массовых видов рыб Черного моря (хамса, шпрот, ставрида) каждый из этих видов имеет свой жизненный биологический цикл, в определенные месяцы года (при определенной температуре) совершая нагульные и зимовальные миграции [1].

Хамса в Азово-Черноморском бассейне представлена двумя формами: черноморской и азовской. Хамса – один из традиционных объектов промысла. Азовская хамса отличается от

черноморской устойчивостью к более низкой репродуктивной температуре [2]. Согласно правилам рыбопромысловой статистики, черноморская хамса – хамса, выловленная у берегов Крыма к западу от меридиана м. Аю-Даг, хамса, выловленная восточнее – азовская [3]. Азовская хамса вылавливается у черноморского побережья Краснодарского края, черноморская – у западных и южных берегов Крымского полуострова в ноябре-марте. По литературным данным [4], температура поверхности моря 15,5 °С является температурой начала активной осенней миграции. Уменьшение температуры поверхности моря до 12 °С и ниже способствует окончанию активной миграции и началу зимовки хамсы.

Для зимнего периода жизненного цикла черноморской хамсы характерны суточные вертикальные миграции: в начале зимы, когда верхний 40-метровый слой воды остается на 2–4 градуса теплее нижележащих вод, косяки хамсы распределяются ближе к поверхности моря. В дневное время наблюдается опускание хамсы на 20–30 м от поверхности.

В октябре при охлаждении поверхностных вод до 15 °С черноморский шпрот начинает подниматься в темное время суток до самой поверхности. В это время существенно изменяются его распределение и поведение. Косяки отходят от прибрежных мелководных районов в глубоководные и постепенно рассредоточиваются по всей площади моря. Промысловые скопления распадаются, и в ноябре устанавливается типичная картина зимнего рассеянного распределения. В ноябре-марте черноморский шпрот рассредоточен в пелагиали по всему морю и промысловых скоплений не образует. Миграции ставриды к местам зимовок начинаются в октябре и продолжаются по декабрь. Косяки движутся в прибрежной зоне, ночью рассеиваются, днем концентрируются. Скопления окончательно стабилизируются к концу декабря и в дальнейшем перемещаются незначительно. В начале зимовки характерны различия в поведении в течение суток: днем скопления концентрируются, а ночью – рассеиваются. Наиболее плотными являются зимовальные скопления, что и обуславливает добычу основной доли годового вылова ставриды именно в данный период. У берегов Крыма они начинают образовываться во второй половине, реже – в середине ноября, а массовыми становятся лишь в конце ноября или даже в декабре при температуре воды около 12 °С. У берегов Кавказа стабилизация скоплений происходит при такой же температуре несколько позже, как правило, в конце декабря [1].

Объекты и методы исследований

Работы проводились двухчастотным научным эхолотом Simrad EK-500, оборудованным двумя подкильными антеннами 38 кГц (с расщепленным лучом) и 120 кГц, прецизионными измерительными каналами, встроенной микроЭВМ, устройствами отображения эхограмм в реальном масштабе времени, а также каналами передачи акустической информации. Для регистрации данных, поступающих по каналу ETHERNET в соответствии с протоколом TCP/UDP [5-6], была использована программа Logger_EK500, разработанная сотрудниками Лимнологического института СО РАН Макаровым М. М., Кучером К. М., которая запоминает двоичные пакеты данных EK-500 различной длины в файлах формата .ek5. Каждый файл .ek5 содержит данные следующих типов: вертикальные профили коэффициента объемного обратного рассеяния SV (дБ), значения силы цели детектированных акустических объектов TS (дБ), определенные эхолотом показания глубины и навигационную информацию, полученную от спутниковой навигационной системы. При обработке гидроакустического материала использовались программы постобработки Echoview 3.45 и программные разработки Артёмова Ю. Г. SimEK5 и WaveLens 7.0 [7–8].

Измерения температуры выполнялись с помощью судового CTD-зонда Idronaut Ocean Seven 320 plus, а также профилирующего CTD-зонда «JOGOS» (модель ASTD152-ALC-R02, серийный номер 0878) японской компании JFE Advantech. Зонд был оснащен датчиками давления, температуры, электропроводности, хлорофилла, мутности и растворенного кислорода. Измерения проводились в режиме вертикального профилирования с дискретностью 1 секунда (интервал 1000 мс).

Исследования в рейсе 138 ЦКП НИС «Профессор Водяницкий» выполнялись с 14 ноября по 8 декабря 2025 г. В данной работе проанализированы гидроакустические данные, полученные с 26 ноября по 5 декабря 2025 г., охватывающие Кавказский и Крымский шельф, вдоль

побережья от г. Анапы до п. Морское, Керченский пролив и предпролив. Карта станций экспедиции, на которых снимались CTD-профили, а также выполнялся комплекс биолого-физических исследований, приведена на рис. 1.

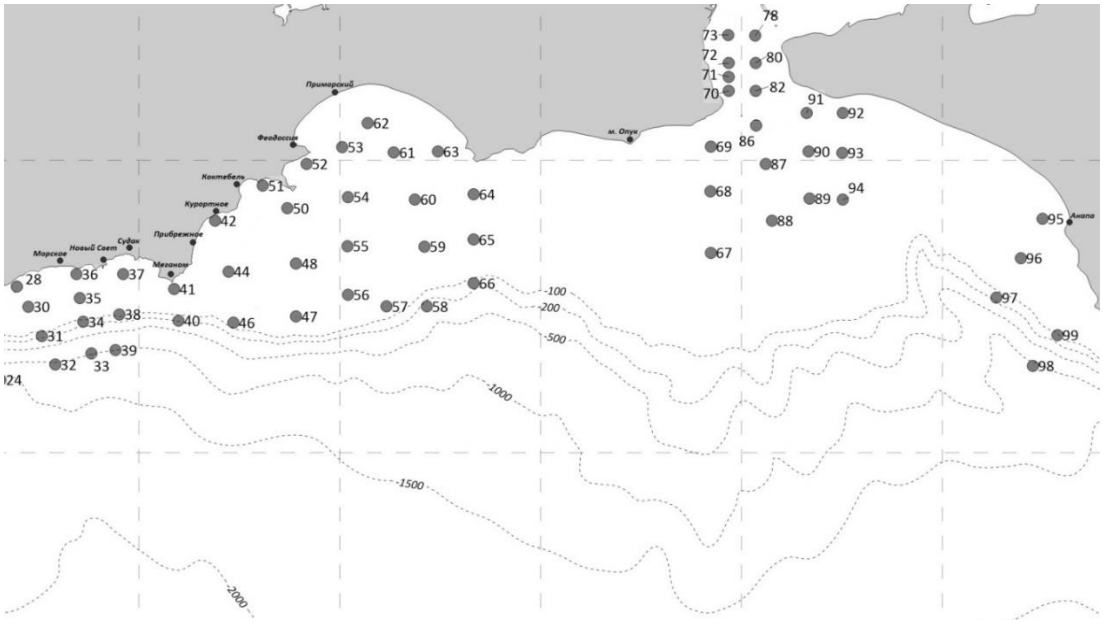

Рис. 1. Район выполнения исследований. Точками отмечено положение дрейфовых станций. Составлено авторами

Fig. 1. Research area. The position of drifting stations is marked with dots. Compiled by the authors

Акустическая съемка проводилась в светлое время суток на переходах между станциями.

Результаты и их обсуждение

На рис. 2 показаны результаты регистрации эхоинтенсивности в придонном 10-метровом слое, пересчитанной на длину галса эхосъемки.

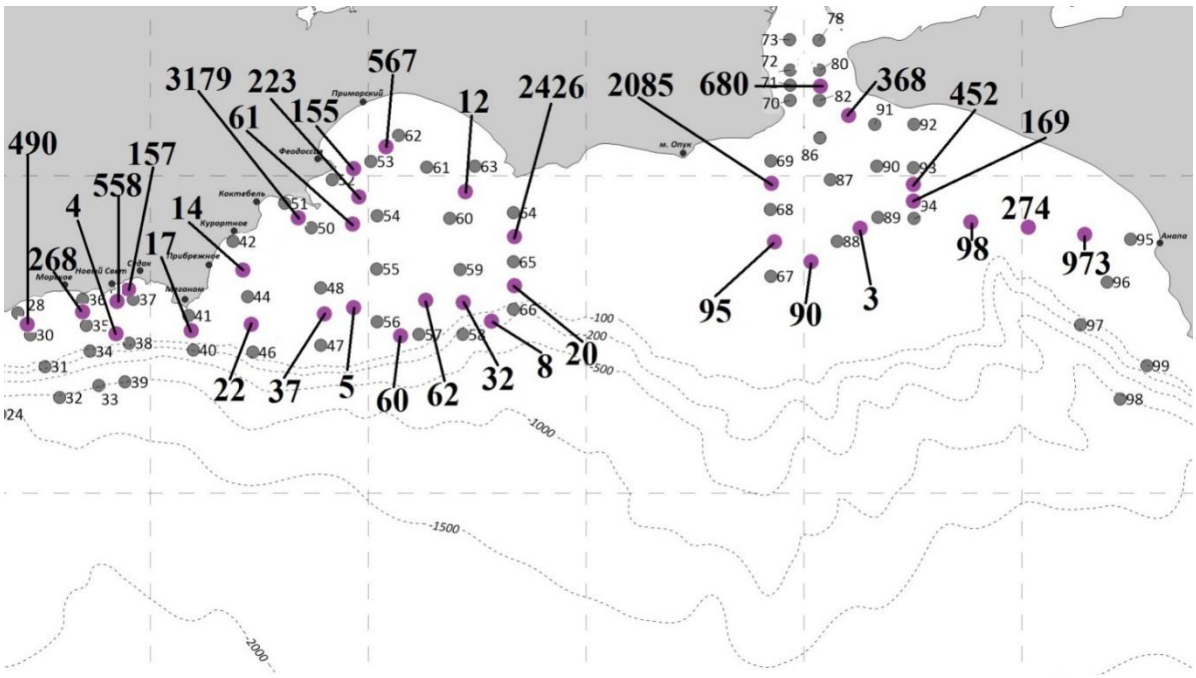

Рис. 2. Придонная эхоинтенсивность (NASC), m²/nmi² на галсах между станциями. Составлено авторами

Fig. 2. Bottom echo intensity (NASC), m²/nmi² on turns between stations. Compiled by the authors

Отмечена неоднородность (разница в десятки раз) эхоинтенсивности между близко находящимися станциями, особенно ярко выраженная в Феодосийском заливе, где зафиксированы максимальные значения эхоинтенсивности. На рис. 3–5 представлены фрагменты эхограмм рыбных скоплений, соответствующих значениям Sa = 2426, 567, 3179 m²/nmi² соответственно.

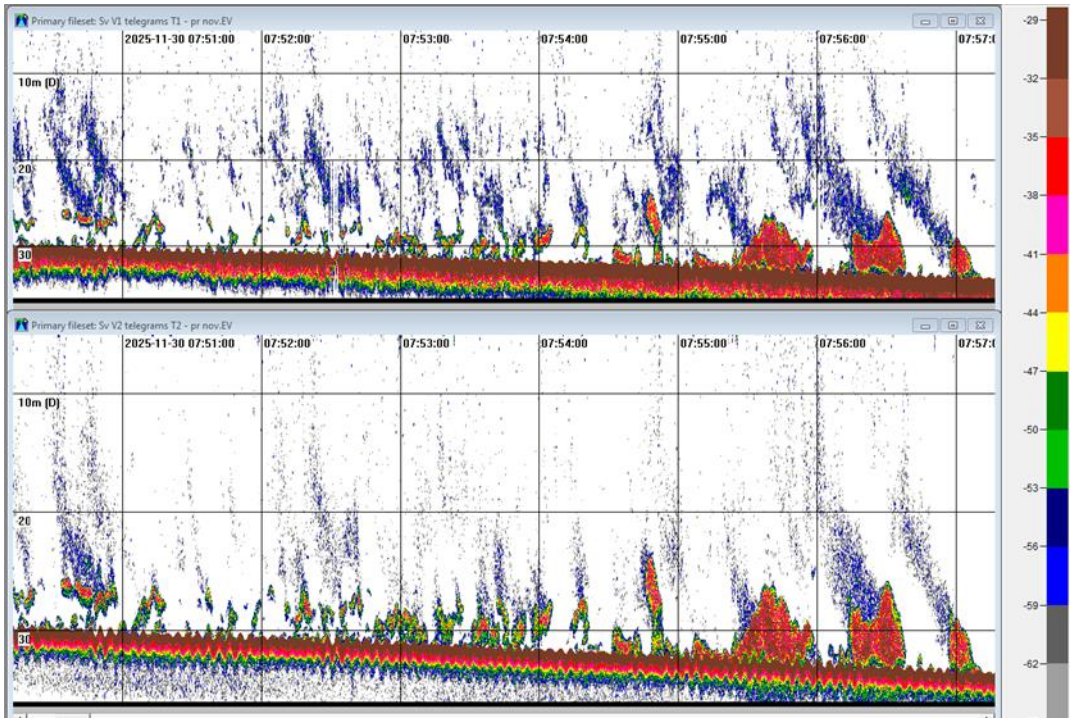

Рис. 3. Эхозапись 1 между станциями 64–65 от 30.11.2025. Глубина 30 м. Sa = 2426 m²/nmi². Составлено авторами

Fig. 3. Echo recording 1 between stations 64–65 from 30.11.2025. Depth 30 m. Sa = 2426 m²/nmi². Compiled by the authors

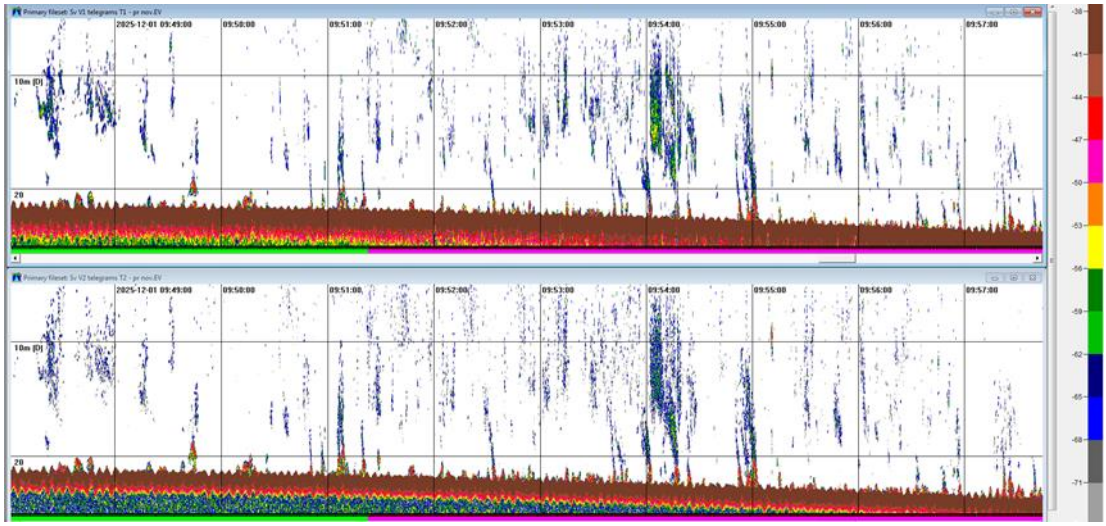

Рис. 4. Эхозапись 2 между станциями 53–62 от 01.12.2025. Глубина 22 м. Sa = 567 m²/nmi². Составлено авторами

Fig. 4. Echo recording 2 between stations 53–62 from 01.12.2025. Depth 22 m. Sa = 567 m²/nmi². Compiled by the authors

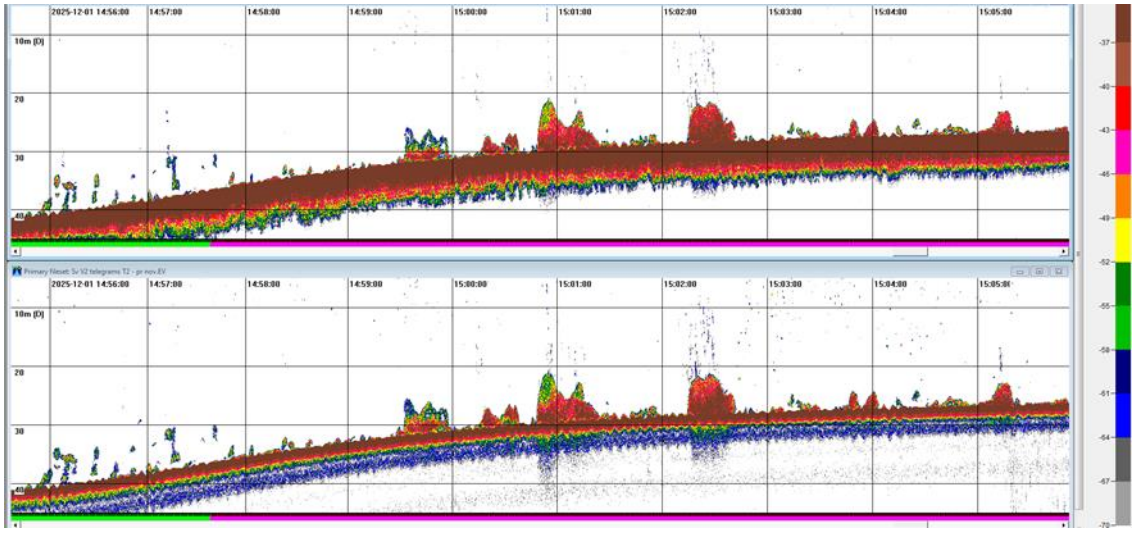

Рис. 5. Эхозапись 3 между станциями 50–51 от 01.12.2025. Глубина 30 м. Sa = 3179 m²/nmi².
Составлено авторами
Fig. 5. Echo recording 3 between stations 50–51 from 01.12.2025. Depth 30 m. Sa = 3179 m²/nmi².
Compiled by the authors

Также в ходе рейса на ряде станций проводилась подводная видеосъемка для видеофиксации объектов морской фауны. На рис. 6 приведен характерный фрагмент придонной видеозаписи плотного скопления рыб на глубине 73 м, полученной в ночное время на станции 47.

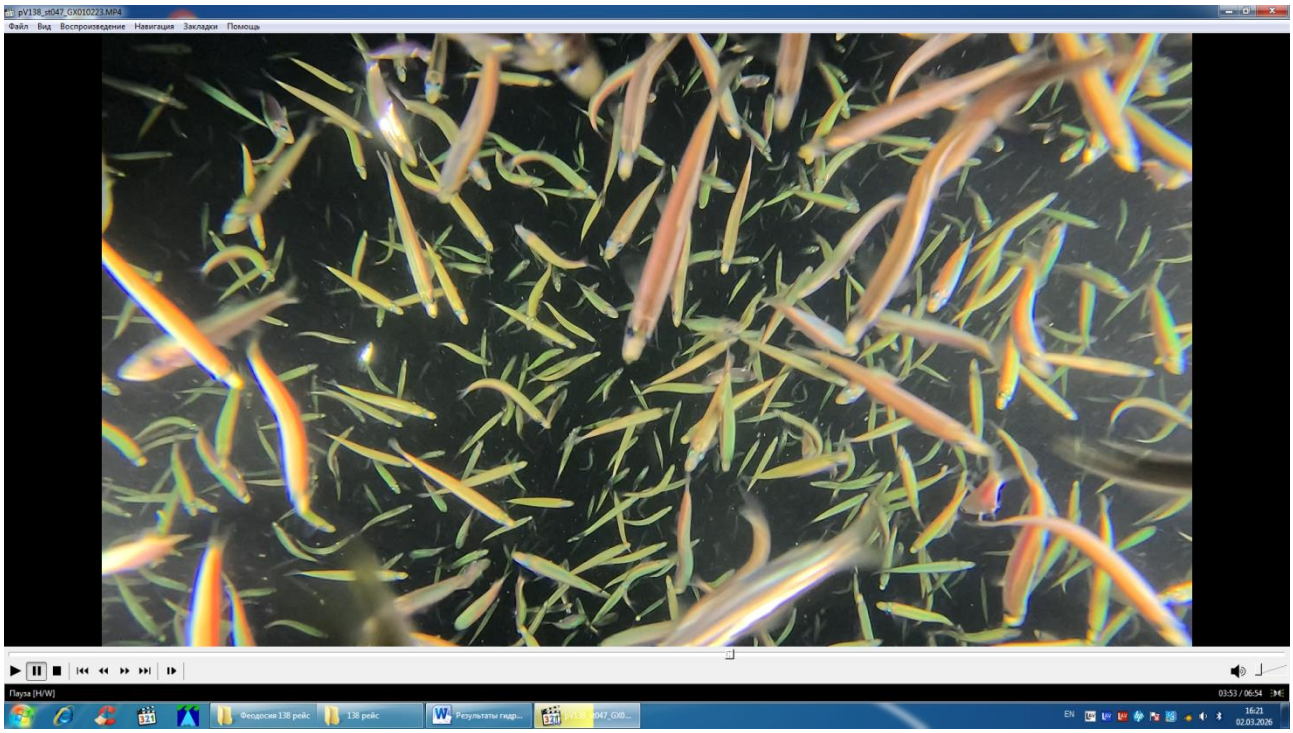

Рис. 6. Видеофрагмент плотного скопления рыбы на станции 47, глубина 73 м. Видео и фото сделаны авторами
Fig. 6. Video fragment of a dense fish school at station 47, depth 73 m. Video and photo taken by the authors

Примечательно, что полученные на галсах акустической съемки в районе станции 47 значения эхоинтенсивности (5–60 m²/nmi²) на порядки меньше, чем Sa на прибрежных галсах (до

3179 m²/nmi²), что, с учетом рис. 6, дает визуальное представление о существенной неравномерности распределения рыбных биомасс в позднеосенний сезон в Феодосийском заливе.

Часто при анализе распределения промысловых запасов рыб Черного моря, в частности, хамсы, исследуют изменчивость термохалинных характеристик вод по значениям температуры поверхностных вод [3–4, 9–11]. В ходе проведения рейса зафиксировано изменение температуры воздуха в пределах 8,0–17,7 °C с трендом уменьшения постепенно с востока на запад. Температура поверхности моря изменялась в узких пределах, от 14,3 до 16,0 °C, и была, практически, равномерно распределена в районе исследований. В настоящем исследовании также был проведен анализ профилей CTD-зондирования в Феодосийском заливе на большинстве станций Феодосийского залива. На рис. 7 приведен типичный пример CTD-профиля на станции 47.

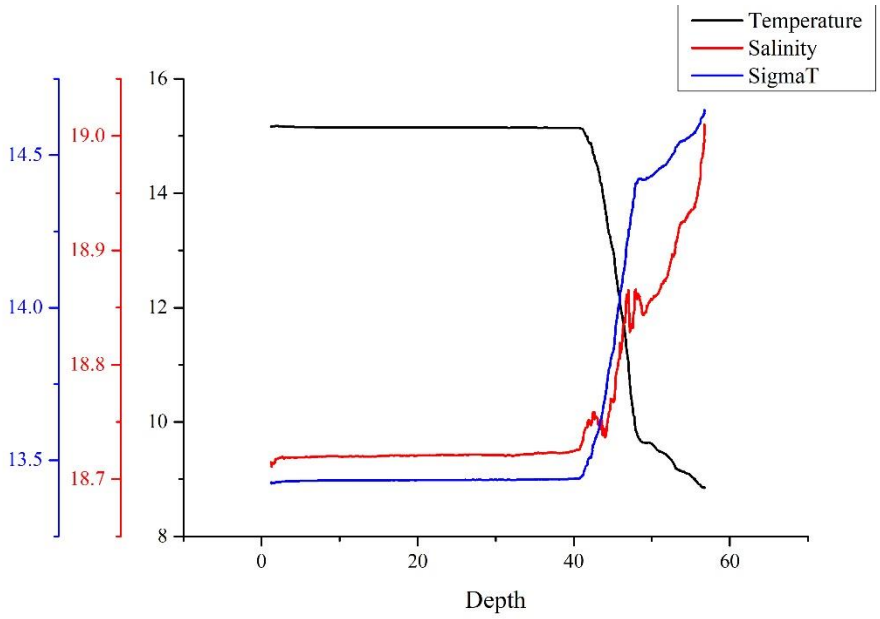

Рис. 7. Гидрологический профиль, полученный на станции 47 CTD-зондом Idronaut Ocean Seven 320 plus. Составлено авторами

Fig. 7. Hydrological profile obtained at station 47 CTD by the Idronaut Ocean Seven 320 plus probe. Compiled by the authors

По данным CTD-зондирования было зафиксировано состояние акватории за период с 26 ноября по 5 декабря 2025 г.:

1. В исследуемый период (поздняя осень – начало зимы) наблюдается типичная для этого времени года картина: от поверхности до дна происходит интенсивное выхолаживание и вертикальное перемешивание, однако на большинстве станций сохраняется четко выраженная стратификация.

2. На шельфе Феодосийского залива термохалинное распределение однородно – верхний перемешанный слой простирается до дна.

3. За пределом шельфовой зоны под верхним перемешанным слоем залегает мощный слой скачка температуры (термоклин), где температура резко падает с глубиной.

4. В придонных слоях глубже 30–50 м температура стабильно низкая, понижалась до 8,7–9,0 °C, что характерно для холодного промежуточного слоя Черного моря, сформировавшегося во время предыдущего холодного сезона.

На рис. 8 показана батиметрическая карта Феодосийского залива, на которой пунктиром показана граница прибрежной зоны, характеризуемой наличием перемешанного слоя от поверхности до дна, в отличие от открытой зоны, где наблюдается подобное летней вертикальное распределение температуры, включающее в себя верхний квазиоднородный слой, сезонный слой скачка, слой уменьшения градиентов температуры [12]. Также на рис. 8 значками

показано расположение станций, а цифры 1–3 отмечают расположение галсов эхосъемки, соответствующих фрагментам эхозаписи на рис 3–5.

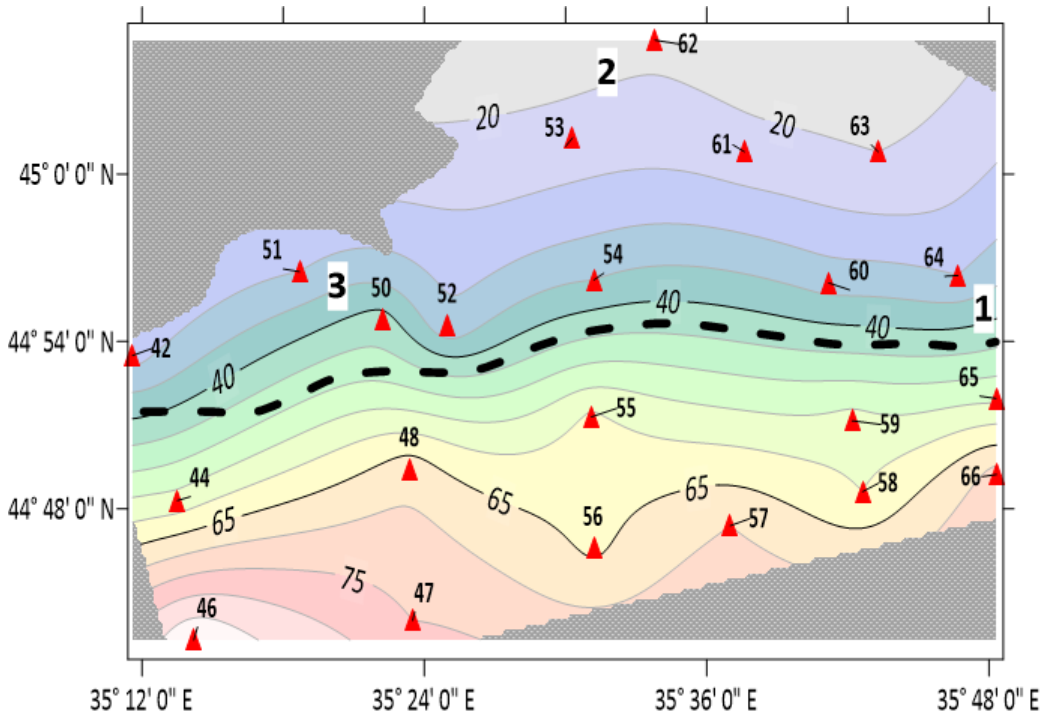

Рис. 8. Батиметрическая карта Феодосийского залива. Пунктирной линией показана граница прибрежной зоны, характеризуемой наличием перемешанного слоя от поверхности до дна. Составлено авторами

Fig. 8. Bathymetric map of the Feodosia Bay. The dotted line shows the boundary of the coastal zone, which is characterized by a mixed layer from the surface to the bottom. Compiled by the authors

Как показывает рис. 7, наиболее плотные придонные скопления рыбы встречаются в прибрежной зоне, полностью заполненной теплой водой верхнего квазиоднородного слоя. Эта особенность, а также характерные эхозаписи (схожие с зимними эхозаписями кильки в Каспийском море), влияние температурного фактора, ход миграций через Керченский пролив, сила цели и размерные характеристики подтверждают, что в рейсе 138 ЦКП НИС «Профессор Водяницкий» было отмечено начало образования, а также миграции зимовальных скоплений хамсы.

Гидроакустические исследования, охватывающие Кавказское и Крымское побережье и Керченский пролив в осенне-зимний период, проводились впервые. Сравнить полученные эхограммы со схожими пока не представляется возможным. В дальнейшем работы будут продолжены.

Заключение

В период с 26 ноября по 5 декабря 2025 г. исследуемая акватория находилась в фазе активной осенней трансформации. Процессы охлаждения и ветрового перемешивания постепенно разрушают летний термоклин, вовлекая в циркуляцию все более глубокие слои. Однако на момент окончания съемки вертикальная стратификация сохранялась, а в некоторых районах фиксировались сложные неоднородности, связанные с динамикой вод.

По результатам гидроакустических исследований можно отметить, что мощные плотные стаи хамсы находятся на границе теплых и холодных вод и не заходят в холодный слой. На данном этапе исследований можно сделать вывод об обнаружении начала хода миграций хамсы и начала образования зимовальных скоплений.

Список источников

1. Состояние биологических ресурсов Черного и Азовского морей : справ. пособие / под ред. В. Н. Яковлева. Керчь, 1995. 64 с.

2. Зуев Г. В. Современное состояние популяции хамсы engraulis encrasicolus (L.) (pisces: engraulidae), зимующей у побережья Восточного Крыма и Северного Кавказа // Морской биологический журнал. 2019. Т. 3, № 4. С. 56–68.

3. Панов Б. Н., Спиридонова Е. О., Матвеев А. М., Горюнова П. Ю. Возможности краткосрочного прогнозирования эффективности активного промысла хамсы и шпрота в Черном море // Труды ЮгНИРО. 2017. Т. 54. С. 42–50.

4. Панов Б. Н., Смирнов С. С., Спиридонова Е. О. Океанографические условия осенней миграции и промысла черноморской хамсы у берегов Крыма в 2021 году // Водные биоресурсы и среда обитания. 2023. Т. 2, № 2. С. 30–39.

5. Operator manual Simrad EK500. Fishery research echo sounder. 1996. 232 p.

6. Гаврилов Е. Н., Игнашкин В. А., Ратушный С. В. Методическое пособие по использованию научного эхолота EK500. Мурманск : Изд-во ПИНРО, 2003. 134 с.

7. Artemov Yu. G. Software support for investigation of natural methane seeps by hydroacoustic method // Морской экологический журнал. 2006. Vol. 5, No.1. P. 57–71.

8. Артёмов Ю. Г., Егоров В. Н. Перспективы применения высокочастотных гидроакустических методов в океанографии // Системы контроля окружающей среды. 2024. № 4(58). С. 57–72.

9. Белоусов В. Н., Пятинский М. М., Шляхов В. А., Кульба С. Н., Кивва К. К. Роль пространственно-временной изменчивости температуры воды в динамике уловов хамсы в северо-западной части Чёрного моря // Труды ВНИРО. 2024. Т. 198. С. 75–86.

10. Панов Б. Н., Шляхов В. А., Спиридонова Е. О., Кочергин А. Т. Об использовании показателей региональной атмосферной циркуляции для оценки особенностей миграции хамсы в северной половине Чёрного моря // Труды ВНИРО. 2025. Т. 202. С. 103–112.

11. Панов Б. Н., Смирнов С. С., Спиридонова Е. О. Многолетние изменения океанографических факторов осенней миграции черноморской хамсы к берегам Крыма по данным ИСЗ в 2000–2021 годах // Труды ВНИРО. 2023. Т. 192. С. 152–161.

12. Горячкин Ю. Н., Кондратьев С. И., Ляшенко С. В. Особенности пространственного распределения гидрологических и гидрохимических характеристик в Феодосийском заливе в августе 2002 г.// Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2004. Вып. 10. С. 58–69.

Сведения об авторах

Т. В. Помогаева – кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник отдела радиационной и химической биологии.

Ю. Г. Артёмов – кандидат географических наук, старший научный сотрудник отдела радиационной и химической биологии.

Е. Г. Сахонь – младший научный сотрудник лаборатории микропланктона, отдела планктона.

Information about the authors

T. V. Pomogaeva – PhD in Agricultural Sciences, Junior Researcher of the Department of Radiation and Chemical Biology.

Yu. G. Artyomov – PhD in Geographical Sciences, Senior Researcher of the Department of Radiation and Chemical Biology.

E. G. Sakhon – Junior Researcher of the Laboratory of Microplankton, Department of Plankton.

Статья поступила в редакцию 07.05.2026; одобрена после рецензирования 13.05.2026; принята к публикации 19.05.2026.

The article was submitted 07.05.2026; approved after reviewing 13.05.2026; accepted for publication 19.05.2026.

© Помогаева Т. В., Артёмов Ю. Г., Сахонь Е. Г., 2026.

«Распределение рыбных скоплений в осенне-зимний период 2025 года в прибрежных районах Крыма и Кавказа по результатам гидроакустических исследований под влиянием температурного фактора» [Помогаева Т. В., Артёмов Ю. Г., Сахонь Е. Г.] распространяется под лицензией Creative Commons Attribution (CC BY 4.0).