



Исследования распределения сестона в ходе Большой африканской экспедиции в водах Марокко и Мавритании в 2024–2025 годах

Научная статья
УДК: 551.463.8:551.465.8:910.4 (261.74)

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-4-15-21>
EDN: LPRCHV

Архипов Александр Геральдович – доктор биологических наук, научный координатор «АтлантНИРО», профессор кафедры Водных биоресурсов и аквакультуры, «КГТУ»

E-mail: arkhipov@atlant.vniro.ru, aleksandr.arkhipov@klgtu.ru

Дюшков Николай Павлович – заведующий лабораторией гидробиологии «АтлантНИРО», аспирант «КГТУ»

Шнар Владимир Николаевич – кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории промысловой океанологии «АтлантНИРО»

Адреса:

1. Атлантический филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («АтлантНИРО») – Россия, 236022, г. Калининград, ул. Дм. Донского, 5
2. ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» («КГТУ») – Россия, 236022, г. Калининград, Советский пр., 1

Аннотация. Рассмотрены и проанализированы материалы по распределению сестона в исключительных экономических зонах Марокко и Мавритании, полученные в ходе выполнения Большой африканской экспедиции в 2024-2025 годах. Показано определённое совпадение распределения сестона и температуры поверхности океана. Отмечено, что распределение и образование скоплений рыб-планктофагов в значительной степени определяется наличием кормовой базы, а показателем наличия корма являются повышенные концентрации сестона. Проведённые исследования подтвердили, что высокие концентрации сестона могут являться индикаторами наличия скоплений промысловых пелагических рыб.

Ключевые слова: сестон, температура поверхности океана, Марокко, Мавритания, рыбы-планктофаги, кормовая база, научно-исследовательская съёмка

Для цитирования: Архипов А.Г., Дюшков Н.П., Шнар В.Н. Исследования распределения сестона в ходе Большой африканской экспедиции в водах Марокко и Мавритании в 2024-2025 годах // Рыбное хозяйство. 2025. № 4. С. 15-21. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-4-15-21>

SESTON DISTRIBUTION STUDIES DURING THE GREAT AFRICAN EXPEDITION IN MOROCCAN AND MAURITANIAN WATERS IN 2024-2025

Aleksandr G. Arkhipov – Doctor of biological sciences, Scientific coordinator AtlantNIRO, Kaliningrad, Russia; Professor of the department of Aquatic Bioresources and Aquaculture KSTU, Kaliningrad, Russia

Nikolay P. Dyushkov – Head of the laboratory of hydrobiology AtlantNIRO, Kaliningrad, Russia; Postgraduate student, KSTU, Kaliningrad, Russia

Vladimir N. Shnar – Candidate of geographical sciences, Senior researcher of the laboratory of commercial oceanology, AtlantNIRO, Kaliningrad, Russia

Addresses:

1. Atlantic Branch Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography – Russia, 236022, Kaliningrad, Dm. Donskoy str., 5
2. Kaliningrad State Technical University – Russia, 236022, Kaliningrad, Sovetsky av., 1

Annotation. The article reviews and analyzes data on seston distribution in the exclusive economic zones of Morocco and Mauritania obtained during the Great African Expedition in 2024-2025. A certain coincidence between seston distribution and ocean surface temperature is shown. It is noted that the distribution and formation of plankton-eating fish aggregations is largely determined by the availability of food resources, and increased seston concentrations are an indicator of food availability. The studies have confirmed that high seston concentrations can be indicators of the presence of commercial pelagic fish aggregations.

Keywords: seston, sea surface temperature, Morocco, Mauritania, planktophagous fish, food supply, research survey

For citation: Arkhipov A.G., Dyushkov N.P., Shnar V.N. (2025). Seston distribution studies during the Great African Expedition in Moroccan and Mauritanian waters in 2024-2025 // Fisheries. No. 4. Pp. 15-21. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-4-15-21>

Рисунки – авторские / The drawings were made by the author

ВВЕДЕНИЕ

Атлантический филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (АтлантНИРО) – один из ведущих государственных научных центров России по изучению водных биологических ресурсов Мирового океана. Основные океанические районы научных исследований,

закреплённые за институтом, охватывают акваторию Атлантического океана (включая его антарктическую часть), юго-восточную часть Тихого океана и юго-западную часть Индийского океана. С начала 2000-х годов АтлантНИРО проводит экспедиционные исследования в основном в Центрально-Восточной Атлантике, где работает российский рыболовственный флот. Однако, после состоявшегося в 2023 г. Саммита Россия-Африка, была достигнута договорённость о проведении в 2024-2025 гг. исследований в исключительных экономических зонах (ИЭЗ) некоторых африканских государств для получения количественных оценок численности и биомассы водных биологических ресурсов в экономических зонах исследуемых стран, а также – для характеристики основных параметров пелагической экосистемы шельфовых вод Африки [1-3].

В августе 2024 г. началась Большая африканская экспедиция, которая проводится на двух научных судах Атлантического филиала ВНИРО в ИЭЗ африканских стран Атлантического и Индийского океанов, а также – в открытых океанических районах. Следует отметить, что сотрудничество со странами Африки имеет стратегический и долгосрочный характер. Развитие и упрочение взаимовыгодных связей с дружественными государствами относится к числу приоритетов российской внешней политики. И Большая африканская экспедиция является продолжением наращивания сотрудничества России с африканскими странами [1].

В 2025 г. получены первые данные по результатам съёмок, проведённых в ИЭЗ некоторых африканских государств. В предлагаемой работе рассмотрены материалы по распределению сестона в атлантической рыболовной зоне (АРЗ) Марокко и ИЭЗ Мавритании.

Сестон – обитающие в толще воды мелкие организмы (в основном фито- и зоопланктон), а также взвешенные в воде не-

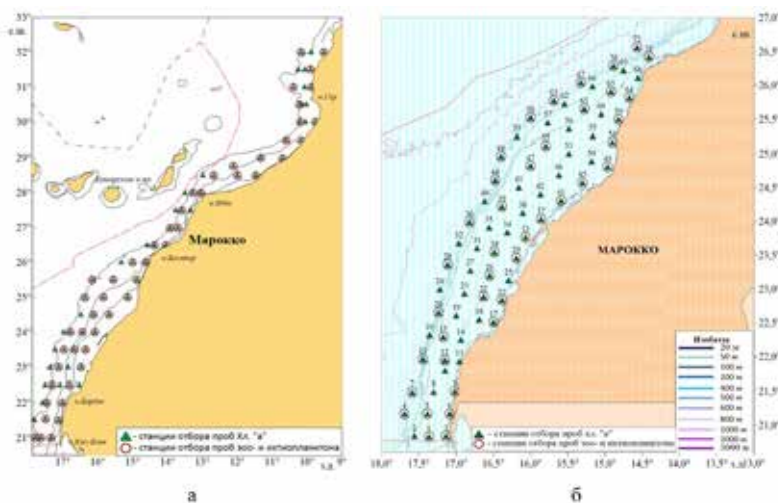


Рисунок 1. Сетки станций отбора гидробиологических проб в районе АРЗ Марокко (а – октябрьско-ноябрьская съёмка 2024 г., б – январско-февральская съёмка 2025 г.)

Figure 1. Grids of hydrobiological sampling stations in the area of the Morocco (a – October-November survey 2024, b – January-February survey 2025)

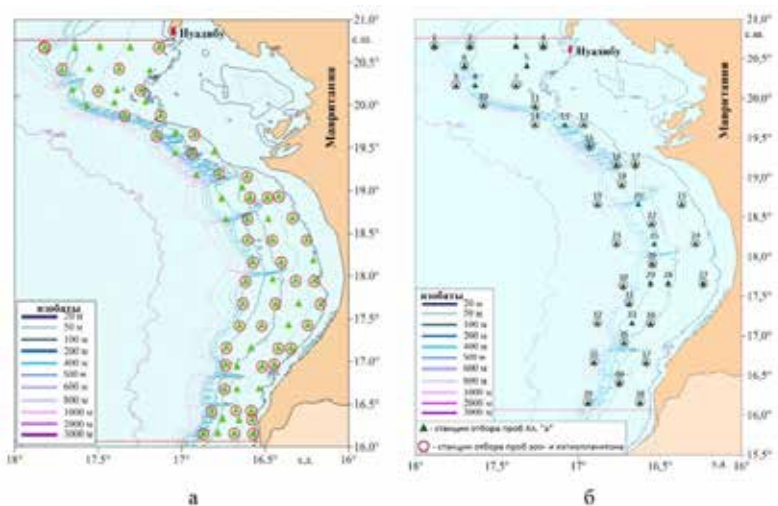


Рисунок 2. Сетки станций отбора гидробиологических проб в районе ИЭЗ Мавритании (а – сентябрьско-октябрьская съёмка 2024 г., б – декабрьская съёмка 2024 г.)

Figure 2. Grids of hydrobiological sampling stations in the Mauritania (a – September-October 2024 survey, b – December 2024 survey)

органические (песчинки) и органические (детрит) частицы, кроме крупных желетелых (оболочников, гребневиков и медуз) [4]. Значительная часть сестона является кормом для рыб на разных стадиях их развития. Поэтому распределение и образование скоплений рыб-планктофагов на разных стадиях онтогенеза в значительной степени определяется наличием корма [5-6]. А показателем наличия корма в исследуемых акваториях являются повышенные концентрации сестона. Целью предлагаемой работы является рассмотрение и анализ материалов по распределению сестона в исключительных экономических зонах Марокко и Мавритании, полученных в ходе выполнения Большой африканской экспедиции в 2024-2025 годов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Пробы сестона в АРЗ Марокко отбирались во время двух комплексных съёмок на СТМ «Атлантиро» в октябре-ноябре 2024 г. и в январе-феврале 2025 года. В октябре-ноябре собрано 50 проб, в январе-феврале – 40 проб. В ИЭЗ Мавритании пробы сестона отбирались также во время двух комплексных съёмок на СТМ «Атлантиро» – в сентябре-октябре и в декабре 2024 года. В ходе первой съёмки собрано 47 проб сестона, во второй съёмке отобрана 31 проба. Для сбора материалов использовали планктоносорбщики «Бонго-20» с газом № 38 (шаг ячеи 168 мкм). Ступенчато-косой лов выполняли на трёх-шести горизонтах от 100 м до поверхности (либо от дна до поверхности) по 1,5-3,0 мин. на каждом горизонте. Планктонные станции на акваториях съёмок располагались перпендикулярно к побережью над глубинами от 20 до 1400 м (рис. 1-2). Массу сестона рассчитывали непосредственно в море после фильтрации улова сети «Бонго-20». Температура воды в ходе съёмок измерялась при помощи океанологического комплекса Sea Bird Electronics (SBE) [7-9].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В районах выполнения научно-исследовательских работ распределение сестона было неравномерным. В пробах сестона визуально преобладал зоопланктон, составляя основу его биомассы.

АРЗ Марокко. Материалы по распределению сестона в АРЗ Марокко представлены на рисунке 3.

В октябрьско-ноябрьской съёмке 2024 г. в районе выполнения научно-исследовательских работ (НИР) распределение сестона имело мозаичный характер. Максимальные значения массы сестона (до $6,71 \text{ г/м}^3$) отмечены в южной части Марокко от $22^{\circ}00'$ с.ш. до $24^{\circ}10'$ с.ш. Минимальные значения ($0,04$ - $0,09 \text{ г/м}^3$) отмечались на границах зон апвеллинга в северной и южной частях Марокко, а также – в центральной части южнее мыса Бохадор, где наблюдалась адвекция теплых океанических вод, вследствие интенсивного даунвеллинга (рис. 3а). В ходе рейса плотность сестона изменялась от $0,04$ до $6,71 \text{ г/м}^3$, в среднем по району составив $0,63 \text{ г/м}^3$.

Изменения температуры поверхности океана (ТПО) во время первой съёмки представлены на рисунке 4а. В северном подрайоне АРЗ Марокко ($32^{\circ}00'$ - $27^{\circ}00'$ с.ш.) было зафиксировано две зоны активного апвеллинга с относительно низкой температурой воды. Первый участок располагался от северной границы съёмки (32° с.ш.) до м. Гир ($30^{\circ}40'$ с.ш.), где зафиксировано интенсивное и масштабное поднятие холодных вод, ТПО на всей протяженности шельфа находилась в пределах $17,8$ - $19,6^{\circ}\text{C}$. Второй участок активного апвеллинга отмечался от м. Нун ($28^{\circ}45'$ с.ш.) до м. Юби ($28^{\circ}00'$ с.ш.), где ТПО на шельфе изменялась от $16,6$ до $19,6^{\circ}\text{C}$. Значительных концентраций сестона в этих районах не наблюдалось, т.к., по-видимому, биомассы фито- и зоопланктон ещё не успели сформироваться на повышенных концентра-

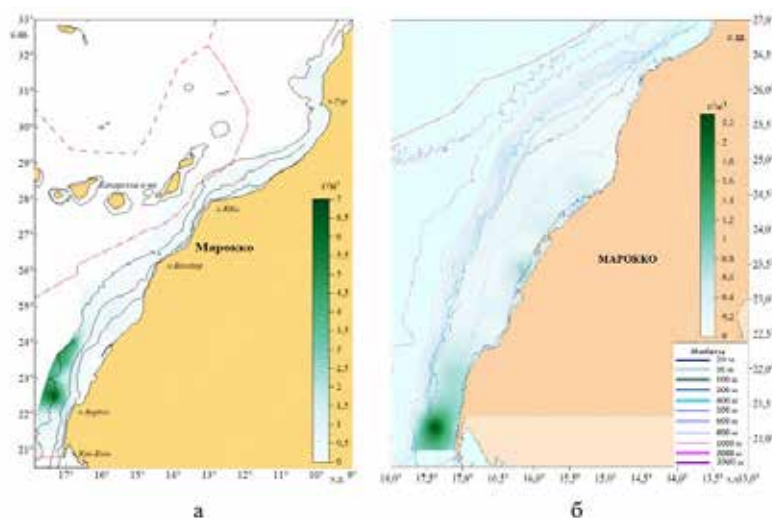


Рисунок 3. Распределение сестона (г/м^3) в АРЗ Марокко в октябре-ноябре 2024 г. (а) и в январе-феврале 2025 г. (б)

Figure 3. Distribution of seston (g/m^3) in the Morocco in October-November 2024 (a) and in January-February 2025 (b)

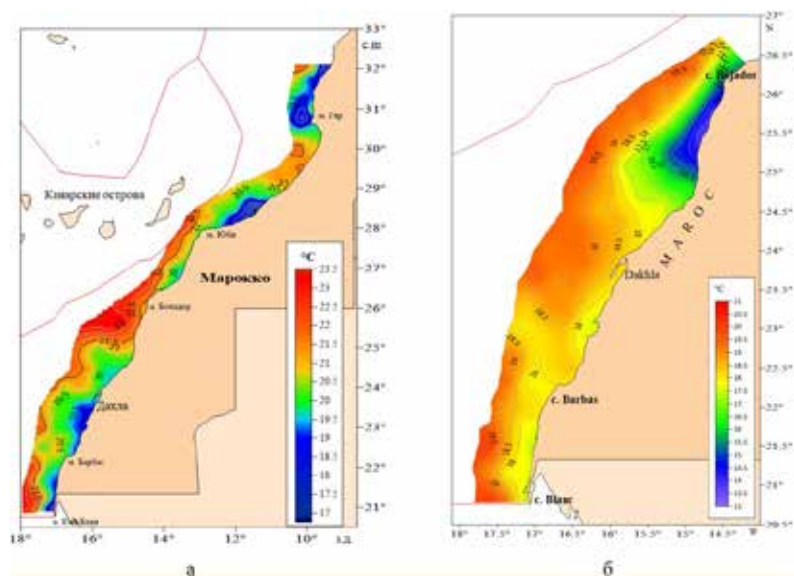


Рисунок 4. Распределение ТПО в АРЗ Марокко
(а – в октябре-ноябре 2024 г., б – в январе-феврале 2025 г.)

Figure 4. Distribution of sea surface temperatures in Morocco
(a – in October-November 2024, b – in January-February 2025)

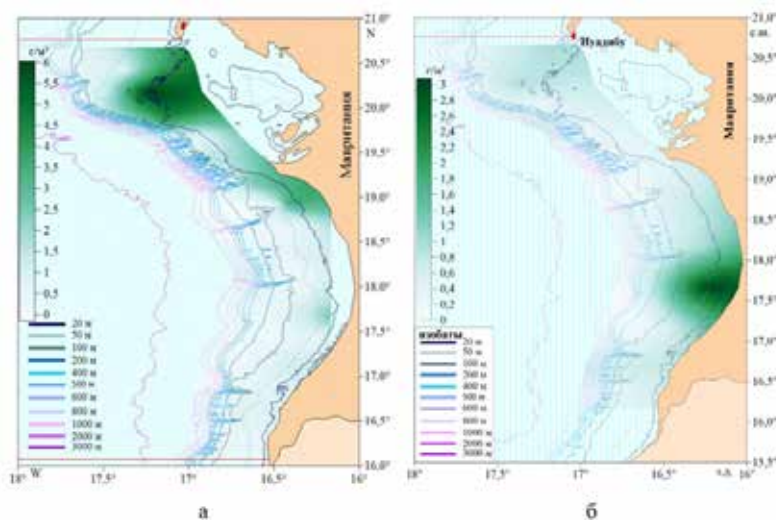


Рисунок 5. Пространственное распределение сестона в акватории проведения исследований в ИЭЗ Мавритании
(а – в сентябре-октябре 2024 г., б – в декабре 2024 г.)

Figure 5. Spatial distribution of seston in the research area in Mauritania (a – in September-October 2024, b – in December 2024)

циях биогенов, поднятых с холодными водами (рис. 3а, 4а).

К югу от м. Юби и до 24°00' с.ш. весь район работ был занят водами с ТПО от 19,9 до 23,5 °С, приуроченными к участку массивного даунвеллинга и адвекции теплых океанических вод. Зона слабого апвеллинга была отмечена южнее

п. Дахла (23°40' с.ш.), где ТПО у берега составляла 18,9 °С. Слабый апвеллинг также отмечался южнее м. Барбас (22°00' с.ш.) в узкой полосе у самого берега, где ТПО составляла 18,5-19,3 °С (рис. 4а). В этих районах затухающего апвеллинга и наблюдались значительные скопления сестона (рис. 3а).

В январско-февральском рейсе распределение сестона было также неравномерным, с ярко выраженным очагом развития в южной части шельфа у м. Кап-Блан (21°00' с.ш.), где отмечалось максимальное значение массы сестона до 2,32 г/м³. Небольшие зоны с повышенной массой сестона также были зафиксированы над шельфом для участков 23°10'-23°30' с.ш. и 21°30'-22°00' с.ш. Минимальные значения массы сестона (0,02-0,09 г/м³) отмечались над шельфом в северной части НИР (рис. 3б). В ходе рейса масса сестона варьировала от 0,02 до 2,32 г/м³, в среднем по акватории составил 0,36 г/м³.

Изменения ТПО во время второй съёмки представлены на рисунке 4б. На исследуемой акватории АРЗ Марокко было зафиксировано две зоны апвеллинга. Первый участок располагался от южной границы съёмки м. Кап-Блан (20°50' с.ш.) до м. Барбас (22°15' с.ш.), где отмечалось слабое поднятие холодных вод. ТПО здесь находилась в пределах 17,5-17,4 °С. В этом районе наблюдались повышенные концентрации сестона (рис. 3б). Второй участок апвеллинга отмечался к северу от 24°30' с.ш. до м. Бохадор (26°00' с.ш.). Здесь происходило активное поднятие холодных вод и ТПО изменялась от 13,8 до 17,0 °С. Значительных концентраций сестона в этих

районах, как и в первой съёмке, не наблюдалось, т.к. скорее всего биомассы фито- и зоопланктон ещё не успели сформироваться на повышенных концентрациях биогенов, поднятых с холодными водами. (рис. 3б, 4б).

В обеих съёмках пониженные концентрации сестона отмечены на севере исследуемой

акватории (м. Гир – м. Юби), а повышенные концентрации зафиксированы в южной части шельфа у м. Барбас (до 6,71 г/м³) и м. Кап-Блан (до 2,32 г/м³). Причём, во время второй съёмки относительно высокие концентрации сестона сместились немного к югу, значения его плотности уменьшились примерно в два раза. По предварительным данным тралово-акустической съёмки в этих же районах наблюдались повышенные скопления массовых пелагических рыб, что подтверждает значительное влияние корма на распределение рыб-планктофагов.

ИЭЗ Мавритании. Материалы по распределению сестона в ИЭЗ Мавритании представлены на рисунке 5.

В сентябрьско-октябрьской съёмке в районе севернее 19° с.ш. были отмечены более высокие значения плотности сестона в сравнении с южной частью. Наибольшая концентрация сестона (3,82-6,08 г/м³) была характерна для шельфовых вод в районе между 20,5° и 19,8° с.ш. В этом районе прослеживался интенсивный апвеллинг, т.е. подъем холодных подповерхностных вод с высоким содержанием биогенов. Наименьшие значения плотности сестона (0,10-1,0 г/м³) отмечены для более теплых и бедных минеральными веществами вод океанической зоны, а также – для южной части ИЭЗ Мавритании. Хорошо выраженный подъем холодных вод с ТПО 17,9-20,0 °С отмечался на акватории от м. Кап-Блан до 19°50' с.ш., южнее апвеллинг ослабевал и прослеживался только в узкой полосе у берега до м. Тимирис (рис. 6а). Южнее мыса Тимирис (19°00' с.ш.) прибрежный апвеллинг в поверхностном слое не прослеживался, ТПО повсеместно превышала 24,0-26,0 °С. Таким образом, повышенная температура наблюдалась на юге Мавритании, а пониженная, где отмечался интенсивный апвеллинг, – на севере. Средневзвешенное значение плотности сестона для района исследований в первой съёмке составило 1,04 г/м³.

В декабрьском рейсе плотность сестона изменялась от 0,07 до 3,09 г/м³. В районе выполнения НИР распределение массы сестона имело мозаичный характер. Участок максимальной плотности сестона был отмечен в зоне шельфа между 18°12' с.ш. и 17°12' с.ш., что так-

же соответствовало положению очага апвеллинга, наблюдаемого в период второй съёмки. Значения массы сестона на этом участке составили 0,64-3,09 г/м³ (среднее – 1,55 г/м³). Также на севере ИЭЗ Мавритании в зоне шельфа были отмечены относительно высокие значения массы сестона между 20°30' с.ш. и 20°00' с.ш., составившие в среднем 0,93 г/м³. Минимальные значения массы сестона (0,07-0,14 г/м³) были приурочены к теплым океаническим водам в районе НИР. Слабый подъем холодных вод прослеживался практически по всей прибрежной части акватории до 16°50' с.ш. Наиболее активный участок апвеллинга отмечался между 19°00'-17°20' с.ш., где ТПО изменялась от 19,2 до 20,2 °С (рис. 6б). В среднем по району плотность сестона составила 0,48 г/м³.

Сравнивая результаты двух съёмок, можно отметить, что повышенные плотности сестона наблюдались в районах развития интенсивного апвеллинга, т.е. подъема холодных подповерхностных вод с высоким содержанием биогенов. Во время второй съёмки повышенные концентрации сестона сместились к югу, а значения его плотности, по сравнению с первой съёмкой, уменьшились более чем в два раза. Также, по предварительным данным съёмки пополнения промысловых рыб, в районах высоких концентраций сестона наблюдались повышенные скопления молоди массовых пелагических рыб. Следовательно, полученные данные по распределению сестона подтверждают значительное влияние

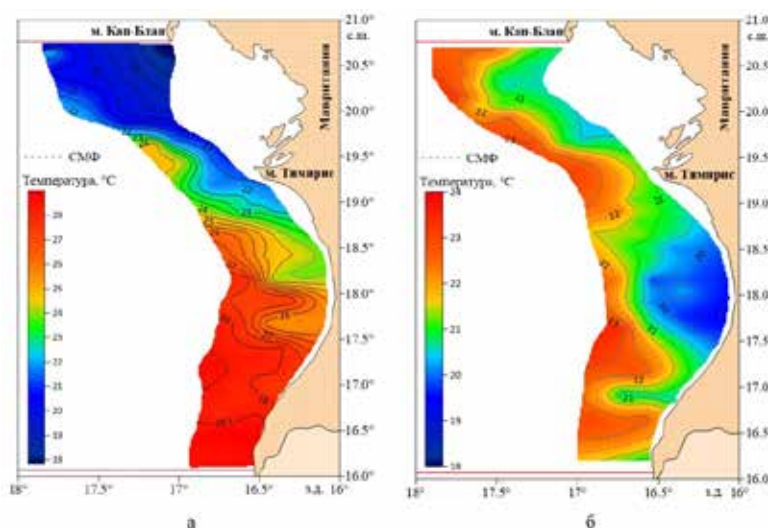


Рисунок 6. Распределение ТПО в ИЭЗ Мавритании (а – в сентябре-октябре 2024 г., б – в декабре 2024 г.)

Figure 6. Distribution of sea surface temperatures in Mauritania (a – in September-October 2024, b – in December 2024)

корма на распределение рыб-планктофагов на разных стадиях развития.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В районе выполнения научно-исследовательских работ в АРЗ Марокко и ИЭЗ Мавритании во всех съёмках распределение сестона было неравномерным. Повышенные плотности сестона, как правило, наблюдались в районах развития апвеллинга, т.е. подъема холодных подповерхностных вод с высоким содержанием биогенов и пониженной температурой. Для обеих акваторий отмечено, что во время вторых съёмок, по сравнению с первыми, повышенные концентрации сестона смещались к югу, а значения плотности сестона уменьшились примерно в два раза. Так, средневзвешенное значение плотности сестона для района исследований в АРЗ Марокко в октябре-ноябре 2024 г. составило 0,63 г/м³, а в январе-феврале 2025 г. – 0,36 г/м³. Средневзвешенное значение плотности сестона для района исследований в ИЭЗ Мавритании в сентябре-октябре 2024 г. составило 1,04 г/м³, а в декабре 2024 г. – 0,48 г/м³. Проведённые исследования подтвердили, что высокие концентрации сестона, оперативно определяемые на борту судна в ходе научно-исследовательских съёмок, могут являться индикаторами наличия скопленных промысловых пелагических рыб на разных стадиях их развития.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **Архипов А.Г.** – идея статьи, анализ данных, подготовка статьи и ее окончательная проверка; **Дюшков Н.П.** – сбор, систематизация и анализ данных; **Шнар В.Н.** – сбор и анализ данных, корректура текста.

The authors declare no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: **Arkhipov A.G.** – article idea, data analysis, article preparation and its final revision; **Dyushkov N.P.** – data collection, systematization and analysis; **Shnar V.N.** – data collection and analysis, text correction.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- Бандурин К.В., Архипов А.Г., Андрюхин А.В., Голубкова Т.А., Маслянкин Г.Е., Шендерюк В.В. Атлантическому филиалу ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО») – 75 лет // Рыбное хозяйство. № 5. 2024. С. 11-21. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-5-11-21>
- Бандурин К.В., Архипов А.Г., Маслянкин Г.Е. Океанические экспедиционные исследования Атлантического филиала ВНИРО (АтлантНИРО) в 2000-2023 гг. // Рыбное хозяйство, № 5, 2024. С. 22-28. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-5-22-28>
- <http://atlant.vniro.ru/>
- Константинов А.С. Общая гидробиология – М.: Высшая Школа. 1986. 472 с.

- Пак Р.А., Архипов А.Г. Особенности распределения ихтиопланктона северной и южной частей Марокко в поле сестона / В сборнике: Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов. V Балтийский морской форум. Всероссийская научная конференция. Труды. – Калининград. КГТУ. 2017. С. 57-59.
- Тылик К.В. Общая ихтиология – Калининград: ООО «Аксиос». 2015. 394 с.
- Методические указания по сбору проб зоо-, ихтиопланктона планктоносорборщиком «Бонго» и их обработке – Калининград. АтлантНИРО. 1983. 36 с.
- Posgay J.A., Marak R.R. The MARMAR BONGO zooplankton samplers // Journ. Northwest Atlant. Fish. Science. Vol. 1. 1980. Pp. 91-99.
- Методическое руководство по планированию и проведению морских экспедиционных исследований состояния запасов промысловых гидробионтов в Атлантическом океане, Юго-Восточной части Тихого океана и в Балтийском море – Калининград: АтлантНИРО. 2006. 182 с.

LITERATURE AND SOURCES

- Bandurin K.V., Arkhipov A.G., Andryukhin A.V., Golubkova T.A., Maslyankin G.E., Shenderyuk V.V. (2024). The Atlantic Branch of the Russian State Scientific Center VNIRO (AtlantNIRO) is 75 years old // Fisheries. No. 5. Pp. 11-21. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-5-11-21>. (In Russ., abstract in Eng.)
- Bandurin K.V., Arkhipov A.G., Maslyankin G.E. (2024). Oceanic expeditionary research of the Atlantic Branch of VNIRO (AtlantNIRO) in 2000-2023 // Fisheries. No. 5. Pp. 22-28. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-5-22-28>. (In Russ., abstract in Eng.)
- <http://atlant.vniro.ru/>. (In Russ.)
- Konstantinov A.S. (1986). General hydrobiology – Moscow: Higher. School. 472 p. (In Russ.)
- Pak R.A., Arkhipov A.G. (2017). Features of the distribution of ichthyoplankton of the northern and southern parts of Morocco in the seston field / In the collection: Aquatic bioresources, aquaculture and ecology of reservoirs. V Baltic Marine Forum. All-Russian scientific conference. Proceedings. – Kaliningrad. KSTU. Pp. 57-59. (In Russ.)
- Tylik K.V. (2015). General ichthyology – Kaliningrad: ООО Axios. 394 p. (In Russ.)
- Methodical instructions for collecting zoo-, ichthyoplankton samples with the plankton collector “Bongo” and their processing – Kaliningrad. AtlantNIRO. 1983. 36 p. (In Russ.)
- Posgay J.A., Marak R.R. (1980). The MARMAR BONGO zooplankton samplers // Journ. Northwest Atlant. Fish. Science. Vol. 1. P. 91-99.
- Methodological guidelines for planning and conducting marine expeditionary studies of the state of stocks of commercial aquatic organisms in the Atlantic Ocean, the South-Eastern Pacific Ocean and the Baltic Sea – Kaliningrad: AtlantNIRO. 2006. 182 p. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 11.06.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 04.07.2025