

Водные биоресурсы и среда обитания

2021, том 4, номер 2, с. 80–88

<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru

doi: 10.47921/2619-1024_2021_4_2_80

ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online



Aquatic Bioresources & Environment

2021, vol. 4, no. 2, pp. 80–88

<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru

doi:10.47921/2619-1024_2021_4_2_80

ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online

УДК 551.46

ВОЗМОЖНОСТИ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЫЛОВА ЧЕРНОМОРСКОГО ШПРОТА У ЗАПАДНЫХ БЕРЕГОВ КРЫМА

© 2021 Б. Н. Панов^{1,2*}, Е. О. Спиридонова²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону 344002, Россия

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Керченский
государственный морской технологический университет» (ФГБОУ ВО «КГМТУ»), Керчь 298300, Россия

*E-mail: panov_bn@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты анализа материалов комплексного мониторинга промысла черноморского шпрота у западных берегов Крыма в июле–сентябре 2019 г. Целью мониторинга явилось выявление зависимости поведения водных биологических ресурсов от условий окружающей среды для разработки методов краткосрочного прогнозирования эффективности рыбного промысла. Графический и корреляционный анализ ежедневных данных об уловах судов и о температуре поверхности моря, а также спутниковых альтиметрических данных и показателей атмосферных переносов в районе промысла позволили предложить экологический механизм формирования промысловых скоплений шпрота в исследуемом районе. Во время летнего нагула в прибрежной зоне шпрот образует более плотные скопления под влиянием формирующихся у шельфа синоптических антициклонических вихрей, активизация которых связана с усилением в регионе западных атмосферных переносов. Признаком усиления устойчивого воздействия антициклонических вихрей на прибрежные воды становится появление не традиционных для рассматриваемой акватории южных течений и понижение температуры поверхностных вод в прибрежной зоне. Наличие статистически значимых упреждающих связей средней суточной промысловой нагрузки и абиотических факторов позволяет надеяться на возможность краткосрочного прогнозирования эффективности промысла шпрота в летние месяцы у западных берегов Крыма с заблаговременностью 1–7 сут.

Ключевые слова: черноморский шпрот, Крым, прибрежная зона, мониторинг промысла, промысловые скопления, графический анализ, корреляционные связи

POSSIBILITIES OF SHORT-TERM FORECASTING OF THE CATCH OF THE EUROPEAN SPRAT FROM THE BLACK SEA STOCK OFF THE WESTERN COAST OF CRIMEA**B. N. Panov^{1,2*}, E. O. Spiridonova²**

¹*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI "VNIRO"), Azov-Black Sea Branch of the FSBSI "VNIRO" ("AzNIIRKH"), Rostov-on-Don 344002, Russia*

²*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kerch State Maritime Technological University" (FSBEI HE "KSMTU"), Kerch 298300, Russia*

*E-mail: panov_bn@mail.ru

Abstract. This research work presents the results of the analysis of the data collected during the multi-method monitoring of the European sprat fishing (the Black Sea stock) off the western coast of Crimea in July–September, 2019. The monitoring was aimed at identification of a relationship between the behavior of biological resources and their environmental conditions with the purpose of developing the methods of short-term forecasting of fishing efficiency. Graphical and correlation analysis of the daily data on vessel catches and sea surface temperature, as well as satellite altimetry data and characteristics of atmospheric transfers in the fishing area made it possible to suggest an environmental mechanism for the formation of commercial sprat aggregations in the investigated area. During its summer feeding in the coastal waters, sprat forms denser aggregations under the influence of synoptic anticyclonic vortices that develop near the shelf. Intensification of those aggregations is associated with an increase in the western atmospheric transfers in this region. Southern currents, uncharacteristic for the investigated area, and a decrease in the temperature of surface waters in the coastal zone indicate escalation of the stable impact of anticyclonic vortices on the coastal waters. The presence of statistically significant anticipatory relationships between average daily fishing pressure and abiotic factors holds a promise for the possibility of short-term forecasting of the sprat fishing efficiency off the western coast of Crimea in the summer season with the forecast interval equaling 1–7 days.

Keywords: European sprat, Black Sea stock, Crimea, coastal waters, fishing monitoring, commercial aggregations, graphical analysis, correlations

ВВЕДЕНИЕ

Повышению эффективности морского рыболовства способствует совершенствование технических средств и способов промысла, а также разработка новых подходов к управлению промыслом, одним из которых является краткосрочное прогнозирование.

Краткосрочные прогнозы с заблаговременностью 1–15 сут. базируются на выявленных закономерностях формирования, миграций и распада промысловых скоплений видов водных биоресурсов (ВБР), а также на оперативных данных об их распределении, биологическом состоянии промыслового объекта и среде его обитания.

Основными источниками получаемых оперативных данных являются: судовая оперативная информация, информация автономных средств мониторинга условий среды, космические (дистанционные) средства мониторинга поверхности моря.

При отсутствии в промысловом районе исследовательских, поисковых судов и автономных средств наблюдения основной информацией ста-

новятся доступные данные с промысловых судов и космических аппаратов. В ряду последних наиболее часто используются инфракрасные изображения морской поверхности и альтиметрические данные, позволяющие оценивать и прогнозировать гидрофизические процессы в акваториях ведения промысла.

Процесс краткосрочного прогнозирования распределения ВБР реализуется как через интеллектуальные возможности прогнозиста, так и через средства формализации экологических связей в прогностических моделях. Результатом краткосрочного прогнозирования становятся решения, направленные на сокращение непроизводительных затрат промыслового времени.

Методы краткосрочного прогнозирования в отечественном рыболовстве наиболее активно внедрялись еще в 1990-х гг. в ТИНРО, где была создана автоматизированная система оперативного рыбопромыслового прогнозирования и управления (СОРПУ) [1]. Основные положения этой системы используются и сейчас, в т. ч. в адаптивной управ-

ленческой модели организации промысла сайры. Успешная реализация краткосрочного прогноза распределения и вылова ВБР позволяет формировать подходы к управлению промыслом [2].

Актуальность краткосрочного прогнозирования особенно возросла в последние десятилетия в связи с необходимостью максимально эффективной реализации квот, охраны ВБР и координации деятельности рыбопромысловых судов [3]. Однако для промысла ВБР в Азово-Черноморском бассейне, в частности для черноморского шпрота, методы краткосрочного прогнозирования еще не разработаны.

До середины 1970-х гг. шпрот в Черном море добывался в прибрежной зоне ставными неводами в объеме не более 4 тыс. т в год. В 1975–1976 гг. значительные запасы шпрота были обнаружены на шельфе моря. Его траловый промысел, организованный СССР преимущественно в северо-западном и северо-восточном районах моря, увеличил добычу шпрота от 1 тыс. т в 1975 г. до 57,9 тыс. т в 1979 г. [4].

Черноморский шпрот нагуливается и создает промысловые скопления в шельфовых водах всего моря с апреля по сентябрь. Скопления рыбы преимущественно неустойчивые, поэтому промысловым судам приходится часто менять участки вылова. В территориальных водах РФ промысел шпрота ведется преимущественно у западных берегов Крыма, у ЮБК, в Керченской предпроливной зоне и у кавказского побережья от Геленджика до Туапсе. Уловы могут варьировать в значительных пределах, и промысел часто становится неэффективным.

Запас шпрота в шельфовых водах северной части Черного моря с 2000 до 2013 г. снизился от 500 до 250 тыс. т. За этот период суммарные среднегодовые уловы в водах Крыма и Кавказа уменьшились, соответственно, с 39 до 19 тыс. т [5]. С 2015 по 2018 г. вылов черноморского шпрота Россией сократился с 26,1 до 13,7 тыс. т, что стало основанием для обсуждения вопроса о локальном перелове шпрота [6]. Авторы модельного исследования динамики крымско-кавказского запаса шпрота, выполненного на базе данных 1994–2019 гг., отмечают его переэксплуатацию до 2010 г.; к 2016 г. эксплуатация запаса существенно сократилась, а в 2017–2019 гг. стала незначительной [7].

Синоптические временные масштабы (1–7 сут.) изменчивости эффективности промысла шпро-

та указывают на значительное влияние факторов среды обитания на поведение его промысловых скоплений. Исследованиям, связывающим условия среды обитания с поведением шпрота, а также с ходом его промысла в Черном море, посвящен ряд работ, основанных прежде всего на материалах мониторинга условий промысла научно-поисковыми судами. В некоторых случаях поведение рыбы связывали с ветровой активностью и температурой воды, в других же в качестве определяющего фактора рассматривалась динамическая структура вод [8, 9]. Анализ результатов промысла шпрота у западных берегов Крыма в 2013 г. позволил связать изменения эффективности промысла с преобладающими в регионе атмосферными переносами [9].

Однако во всех отмеченных исследованиях не предпринимались попытки анализа ежедневных промысловых показателей в связи с изменениями абиотических факторов, влияющих на поведение шпрота, то есть отсутствовал регулярный комплексный мониторинг условий промысла. Все эти исследования основывались на кратковременных рядах наблюдений, что не позволяло получить достаточно достоверные статистические связи изменений вылова и абиотических показателей.

В конце 2018 г. в Азово-Черноморском филиале ВНИРО были созданы возможности оперативно использовать промысловую информацию и дистанционные данные о состоянии поверхности моря в целях изучения поведения черноморского шпрота и разработки статистических моделей краткосрочного прогнозирования эффективности его промысла. В работе [10] были представлены результаты мониторинга промысла черноморского шпрота, выполненного в апреле–октябре 2019 г., которые позволили дать характеристику особенностей синоптической и сезонной изменчивости температуры поверхности моря (ТПМ), поведения шпрота и эффективности его промысла в основных промысловых районах территориальных вод РФ.

В данной работе рассматриваются результаты ежедневного комплексного мониторинга промысла шпрота у западных берегов Крыма, выполненного в июле–сентябре 2019 г., и возможности краткосрочного прогнозирования его вылова в период нагула.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для анализа промысловых показателей в работе использовалась ежедневная информация ФГБУ «Центр системы мониторинга рыболовства и связи» (ЦСМРС) и аналитическое программное обес-

печение ее обработки, созданное сотрудниками АЧФ ВНИРО. Исследовались данные о промысловых нагрузках (суточный вылов) и районах работы каждого судна. В результате у западных берегов Крыма был выделен период (с 13 июля по 6 сентября 2019 г.) постоянного нахождения на промысле трех судов (ежедневно не менее двух) типа СРТМ (средний рыболовный траулер морозильный), что позволило выполнить статистический анализ связи их среднего суточного вылова (B) с изменениями абиотических показателей.

Для формирования рядов показателей циркуляции вод, температуры поверхности моря и атмосферных переносов для этого периода и района были использованы ежедневные карты:

- аномалий уровня Черного и Азовского морей (по данным спутниковой альтиметрии) (hmc.meteorf.ru/sea/black/ssh/ssha_black.html);
- температуры поверхности (ТПМ) Черного и Азовского морей, построенные в Гидрометцентре России по данным NCDC/NOAA (Оперативный модуль ЕСИМО — hmc.meteorf.ru/sea/black/sst/sst_black.htm) на основе оперативных спутниковых и наземных наблюдений;
- приземного давления и температуры в Европе (анализ) (meteopost.com/weather/pressure).

Выбор этих карт для мониторинга обусловлен оперативностью и доступностью информации, что крайне важно для разработки и использования краткосрочных рыбопромысловых прогнозов.

На картах альтиметрии «аномалии уровня моря (см), вычисленные относительно среднего за период 1993–2012 гг., отражают динамические процессы в море. Для выделения синоптической составляющей из поля аномалий вычитается среднее значение по акватории моря, вариации которого связаны в основном с сезонной и межгодовой изменчивостью. Области повышенных значений на картах соответствуют антициклонической циркуляции, а области пониженных — циклонической. Исходные данные представлены на сетке с разрешением $0,125^\circ$ для Черного моря» (hmc.meteorf.ru/sea/black/ssh/ssha_black.html). Карты аномалий уровня моря по альтиметрическим данным отображают в море геострофические течения.

В целях анализа пространственно-временной изменчивости уровня моря в прибрежных промысловых районах была выполнена оцифровка карт по сетке (две точки на разрезе перпендикулярно берегу), часть которой для западного крымского промыслового района представлена на рис. 1а. По полученным с карт значениям аномалий уровня (A) на разрезе определялась разница высот ($\Delta A = A_1 - A_2$). Именно ΔA между точками разрезов рассматривается как характеристика интенсивности и направления вдольберегового течения. Положительные значения этого показателя у западных берегов Крыма соответствуют традиционному направлению течения на север, отрицательные — обратному направлению, на юг.

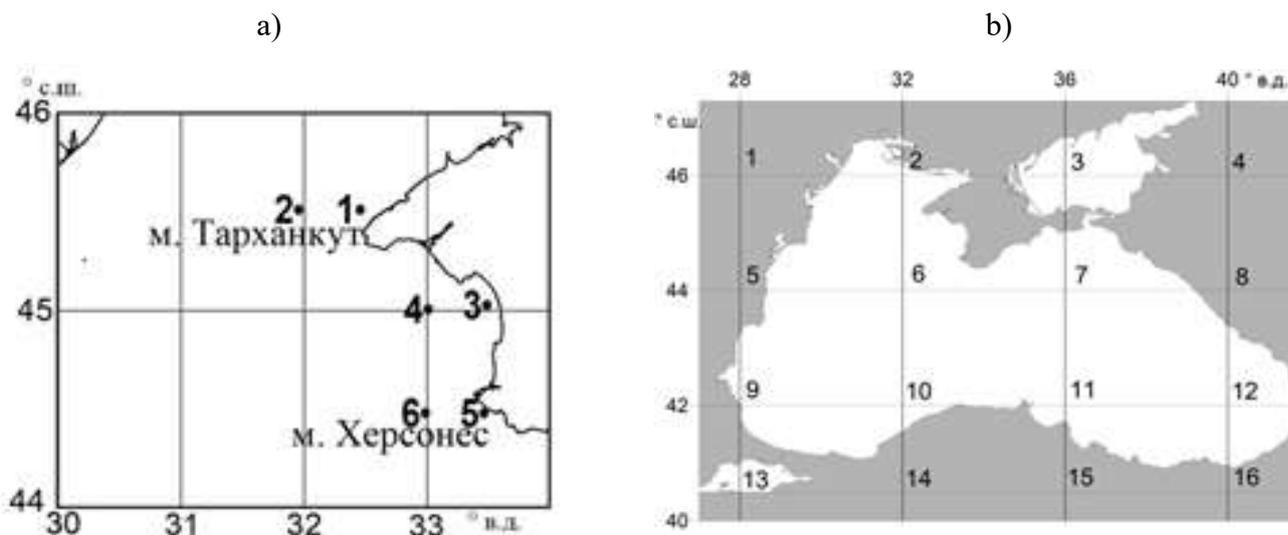


Рис. 1. Точки оцифровки карт спутниковой альтиметрии в районе промысла шпрота у западных берегов Крыма (а) и сетка мониторинга приземного поля атмосферного давления над Азово-Черноморским регионом (б)

Fig. 1. Points of digitization of satellite altimetry maps in the sprat fishing area off the western coast of Crimea (a) and the grid for monitoring the surface atmospheric pressure field over the Azov-Black Sea Region (b)

Ежедневная средняя для западного промыслового района ТПМ определялась по картам визуально. Учитывая то, что используемые ежедневные карты представляют собой кумулятивные поля нескольких карт ИСЗ и расчетных характеристик, визуальная оценка среднего значения для сравнительно небольшого участка шельфа (от м. Евпаторийский до г. Севастополя) в период устойчивых летних температур представляется допустимой для целей наших исследований.

По ежедневным картам атмосферного давления за 12-часовой срок UTC для исследуемого периода промысла по 16-точечной сетке (рис. 1*b*), предложенной В.А. Брянцевым для мониторинга атмосферных переносов в Азово-Черноморском регионе [11], рассчитывались ежедневные показатели атмосферных переносов для крымского района. Атмосферные переносы представлены разностью значений атмосферного давления в узлах 2, 3, 6, 7 сетки. Зональные изменения атмосферного давления (P) характеризуют интенсивность меридиональных переносов: северных ($-PM$) и южных ($+PM$), а меридиональные изменения давления характеризуют интенсивность зональных переносов: западных ($+PZ$) и восточных ($-PZ$). Показатель PM определялся как среднее значение между изменениями давления на северной и южной сторонах указанной трапеции, PZ — как среднее значение между изменениями давления на западной и восточной ее сторонах.

Динамика показателей B , ΔA , ТПМ, PZ и PM и их связь были исследованы графическим и корреляционным методами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ корреляции исследуемых показателей позволил из трех альтиметрических разрезов, расположенных у западных берегов Крыма (см. рис. 1*a*), выбрать третий, расположенный у м. Херсонес, динамика значений ΔA на котором в большей степени соответствовала показателям результативности промысла. Подобным образом из зональной и меридиональной составляющих атмосферных переносов был выбран зональный перенос (PZ). Анализ изменений и корреляции именно этих отобранных показателей (B , ΔA_{5-6} , PZ и ТПМ) представлен в данной работе. На рис. 2 приведены графики изменений этих показателей.

На графике интенсивности промысла (B) наиболее явно выделяются колебания с периодичностью

3–5 сут. и сезонная тенденция снижения уловов. Периоды наиболее активного промысла (более 40 т за сутки) наблюдались 15–19 июля и 11–14 августа. Относительно резкое снижение результативности промысла началось 25 августа.

Показатель (ΔA_{5-6}) характера прибрежных течений у м. Херсонес до 25 августа имел отрицательные значения, что означает преобладание нетрадиционных течений, направленных с севера на юг. Причиной их появления стало влияние квазистационарного Севастопольского антициклонического круговорота (САК), располагающегося западнее м. Херсонес. Усиления этого влияния приходятся на 16–19 июля и 15–18 августа и совпадают с периодами наиболее эффективного промысла. С 31 августа в районе м. Херсонес установилось традиционное северное течение. В эти дни уловы шпрота значительно снизились. В изменениях характера течений в рассматриваемый период преобладала многосуточная составляющая, что обусловлено влиянием отмеченного антициклонического круговорота, а не ветров. Следует отметить, что в июне и до середины июля на альтиметрическом разрезе у м. Херсонес практически постоянно наблюдались положительные значения показателя ΔA_{5-6} и эффективного промысла в рассматриваемом районе в этот период не было.

Средняя ТПМ акватории во второй половине июля увеличилась с 22 до 24 °С. Позже она изменялась преимущественно в пределах 23,5–24,5 °С с периодичностью около двух недель. Уменьшению уловов чаще соответствовало повышение температуры поверхности моря. Особенно это заметно в начале рассматриваемого периода, когда на юге района преобладало южное течение. Таким образом влияние САК проявляется в периодическом понижении ТПМ, обусловленном развитием апвеллинга на прибрежной периферии вихря.

Изменения показателя зонального атмосферного переноса (PZ) из всех рассмотренных абиотических факторов в наибольшей степени соответствуют высокочастотным колебаниям уловов. Это особенно заметно в период до 20 августа, когда в зональных переносах преобладала западная компонента. Именно это явилось первопричиной повышения активности влияния антициклонического круговорота и усиления южных течений у м. Херсонес. После усиления восточных атмосферных переносов в третьей декаде августа наблюдалась смена направления течений и резкое

Таблица 1. Коэффициенты корреляции (уровень доверительной вероятности $\geq 0,95$) среднего суточного вылова трех судов типа СРТМ (предиктат) и абиотических показателей (предикторы)

Table 1. Correlation coefficients (confidence level ≥ 0.95) for the average daily catch of three vessels of medium fishing freezer trawler type (predict) and abiotic indicators (predictors)

Предиктор Predictor	Упреждающий сдвиг предиктора (сутки) Forward shift of the predictor (days)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
<i>PZ</i>	–	–	0,28	0,41	0,30	0,36	0,38	0,49
ТПМ SST	-0,30	-0,39	-0,43	-0,38	-0,36	-0,32	-0,30	–
ΔA_{5-6}	-0,38	-0,37	-0,30	-0,34	-0,36	-0,27	-0,35	-0,25

Таблица 2. Коэффициенты корреляции (уровень доверительной вероятности $\geq 0,95$) показателя ΔA_{5-6} (предиктат) и показателя *PZ* (предиктор)

Table 2. Correlation coefficients (confidence level ≥ 0.95) of the ΔA_{5-6} indicator (predict) and the *PZ* indicator (predictor)

Предиктор Predictor	Упреждающий сдвиг предиктора (сутки) Forward shift of the predictor (days)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
<i>PZ</i>	-0,25	-0,38	-0,35	-0,26	-0,40	-0,49	-0,53	-0,48

на возможность краткосрочного прогнозирования эффективности промысла шпрота в летние месяцы у западных берегов Крыма.

Оценка зависимости характера течений у м. Херсонес (по показателю ΔA_{5-6}) как сравнительно понятного и, очевидно, главного фактора в экологическом механизме формирования промысловых скоплений шпрота с показателем *PZ* атмосферной циркуляции (как актора, наиболее доступного мониторингу) показала наличие сравнительно тесной связи с заблаговременностью 5–7 сут. (табл. 2), что, возможно, позволит прогнозировать характер течений у м. Херсонес.

ВЫВОДЫ

Комплексный мониторинг промысла черноморского шпрота у западных берегов Крыма в июле–сентябре 2019 г. позволил установить, что в период летнего нагула на шельфе и в прибрежной зоне шпрот формирует более плотные скопления под влиянием располагающихся у шельфового склона синоптических антициклонических вихрей, признаком наличия которых становится понижение температуры поверхностных вод в прибреж-

ной зоне. У западных берегов Крыма активизация синоптических антициклонических вихрей происходит в результате усиления западных атмосферных переносов. Наличие статистически значимых упреждающих связей суточных уловов шпрота и абиотических показателей условий промысла позволяет надеяться на возможность краткосрочного прогнозирования его эффективности в летние месяцы у западных берегов Крыма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бочаров Л.Н. Краткосрочное рыбопромысловое прогнозирование на Дальневосточном бассейне // Рыбное хозяйство. 1986. № 12. С. 18–22.
2. Байталюк А.А., Кузнецов М.Ю., Кулик В.В., Самко Е.В. Современные информационные технологии в краткосрочном прогнозировании рыбного промысла // Морские информационно-управляющие системы. 2015. № 2 (8). С. 70–78.
3. Шибанов В.Н., Шевелев М.С., Лепесевич Ю.М., Лукманов Э.Г. О проблемах рыбопромыслового прогнозирования на Северном бассейне // Рыбное хозяйство. 2004. № 6. С. 30–35.
4. Промысловые биоресурсы Черного и Азовского морей / Под ред. В.Н. Еремеева, А.В. Гаевской,

- Г.Е. Шульмана, Ю.А. Загородной. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. 367 с.
5. Шляхов В.А., Шляхова О.В., Надолинский В.П., Перевалов О.А. Промыслово-биологические показатели российского рыболовства для важнейших распределенных запасов водных биоресурсов Черного моря в 2015–2016 годах и в ретроспективном периоде // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона : матер. IX междунар. науч.-практ. конф. (г. Керчь, 6 октября 2017 г.). Керчь: Изд-во Керченского филиала «АзНИИРХ», 2017. С. 24–38.
 6. Зуев Г.В., Бондарев В.А., Самотой Ю.В. Локальный перелов черноморского шпрота (*Sprattus sprattus*: Clupeidae, Pisces) и внутривидовая дифференциация // Морской биологический журнал. 2018. Т. 3, № 1. С. 35–45. doi: 10.21072/mbj.2018.03.1.04.
 7. Пятинский М.М., Шляхов В.А., Шляхова О.В. Динамика запасов шпрота в Черном море и перспективы его освоения // Вопросы рыболовства. 2020. Т. 21, № 4. С. 396–410. doi: 10.36038/0234-2774-2020-21-4-396-410.
 8. Боровская Р.В., Ломакин П.Д., Панов Б.Н., Спиридонова Е.О. Структура и межгодовая изменчивость характеристик прибрежного черноморского апвеллинга на базе данных спутникового мониторинга // Исследование Земли из Космоса. 2008. № 2. С. 26–36.
 9. 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, № 1. С. 42–50.
 10. Панов Б.Н., Спиридонова Е.О., Пятинский М.М., Стыцок Д.Р. О роли температурного фактора в поведении и эффективности промысла черноморского шпрота // Водные биоресурсы и среда обитания. 2020. Т. 3, № 1. С. 106–113. doi: 10.47921/2619-1024_2020_3_1_106.
 11. Брянец В.А. Методические рекомендации по гидрометеорологическому прогнозированию для основных объектов промысла в Черном море. Керчь: Изд-во АзЧерНИРО, 1987. 41 с.
- REFERENCES**
1. Bocharov L.N. Kratkosrochnoe rybopromyslovoe prognozirovanie na Dal'nevostochnom bassejne [Short-term fishing forecasting in the Far Eastern Basin]. *Rybnoe khozyaystvo [Fisheries]*, 1986, no. 12, pp. 18–22. (In Russian).
 2. Baytalyuk A.A., Kuznetsov M.Yu., Kulik V.V., Samko E.V. Sovremennye informatsionnye tekhnologii v kratkosrochnom prognozirovanii rybnogo promysla [Current information technologies in short-term fishing forecasting]. *Morskie informatsionno-upravlyayushchie sistemy [Marine Information and Management Systems]*, 2015, no. 2 (8), pp. 70–78. (In Russian).
 3. Shibanov V.N., Shevelev M.S., Lepesevich Yu.M., Lukmanov E.G. O problemakh rybopromyslovo-go prognozirovaniya na Severnom bassejne [On the problems of fisheries prediction in the Northern Basin]. *Rybnoe khozyaystvo [Fisheries]*, 2004, no. 6, pp. 30–35.
 4. Promyslovye bioresursy Chernogo i Azovskogo morey [Biological resources of the Black Sea and Sea of Azov]. V.N. Eremeev, A.V. Gaevsckaya, G.E. Shulman, Yu.A. Zagorodnaya. (Eds.). Sevastopol: EKOSI-Gidrofizika [EKOSI-Hydrophysics], 2011, 367 p. (In Russian).
 5. Shlyakhov V.A., Shlyakhova O.V., Nadolinskiy V.P., Perevalov O.A. Promyslovo-biologicheskie pokazately rossiyского rybolovstva dlya vazhneyshikh raspredelennykh zapasov vodnykh bioresursov Chernogo morya v 2015–2016 godakh i v retrospektivnom periode [Fishery and biological indices of Russian fisheries for the principal shared stocks of marine biological resources in the Black Sea in 2015–2016 and retrospectively]. In: *Sovremennyye rybokhozyaystvennyye i ekologicheskie problemy Azovo-Chernomorskogo regiona : materialy IX mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (g. Kerch', 6 oktyabrya 2017 g.) [Current fishery and environmental problems of the Azov and Black Seas Region. Proceedings of the 9th International Scientific and Practical Conference (Kerch, 6 October 2017)]*. Kerch: Kerch Branch of “AzNIIRKH” Publ., 2017, pp. 24–38. (In Russian).
 6. Zuev G.V., Bondarev V.A., Samotoy Yu.V. Lokal'nyy perelov chernomorskogo shprota (*Sprattus sprattus*: Clupeidae, Pisces) i vnurividovaya differentsiatsiya [Local overfishing of the Black Sea sprat (*Sprattus sprattus*: Clupeidae, Pisces) and intraspecies differentiation]. *Morskiy biologicheskiy zhurnal [Marine Biological Journal]*, 2018, vol. 3, no. 1, pp. 35–45. doi: 10.21072/mbj.2018.03.1.04. (In Russian).
 7. Pyatinskiy M.M., Shlyakhov V.A., Shlyakhova O.V. Dinamika zapasov shprota v Chernom more i perspektivy ego osvoeniya [Dynamics of sprat stocks in the Black Sea and prospects for its fishery]. *Voprosy rybolovstva [Problems of Fisheries]*, 2020, vol. 21, no. 4, pp. 396–410. doi: 10.36038/0234-2774-2020-21-4-396-410.
 8. Borovskaya R.V., Lomakin P.D., Panov B.N., Spiridonova E.O. Struktura i mezhgodovaya izmenchivost' kharakteristik pribrezhnogo chernomorskogo apvellinga na baze dannykh sputnikovogo monitoringa [Structure and interannual variability of characteristics of inshore Black Sea upwelling on basis of satellite monitoring data]. *Issledovanie Zemli iz Kosmosa [Earth Observation and Remote Sensing]*, 2008, no. 2, pp. 26–36.
 9. Panov B.N., Spiridonova E.O., Matveev A.M., Goryunova P.Yu. Vozmozhnosti kratkosrochnogo prognozirovaniya effektivnosti aktivnogo promysla khamsy i shprota v Chernom more [Possibilities of

- short-term forecast of fishing efficiency for the anchovy and sprat in the Black Sea]. *Trudy YugNIRO [YugNIRO Proceedings]*, 2017, vol. 54, no. 1, pp. 42–50. (In Russian).
10. Panov B.N., Spiridonova E.O., Pyatinskiy M.M., Stytsyuk D.R. O roli temperaturnogo faktora v povedenii i effektivnosti promysla chernomorskogo shprota [On the role of temperature as a factor influencing the behavior of the European sprat and the efficiency of its fishing]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya [Aquatic Bioresources & Environment]*, 2020, vol. 3, no. 1, pp. 106–113. doi: 10.47921/2619-1024_2020_3_1_106. (In Russian).
11. Bryantsev V.A. Metodicheskie rekomendatsii po gidrometeorologicheskomu prognozirovaniyu dlya osnovnykh ob'ektov promysla v Chernom more [Recommended practice on hydrometeorologic forecast for main fishing targets in the Black Sea]. Kerch: AzCherNIRO [Azov and Black Sea Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography] Publ., 1987, 41 p. (In Russian).

Поступила 13.05.2021

Принята к печати 28.06.2021