



Рыболовство и переработка водных биоресурсов

УДК 551.46

О РОЛИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА В ПОВЕДЕНИИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫСЛА ЧЕРНОМОРСКОГО ШПРОТА

© 2020 Б. Н. Панов¹, Е. О. Спиридонова², М. М. Пятинский¹, Д. Р. Стыцюк²

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

²Керченский государственный морской технологический университет (КГМТУ), Керчь 298300, Россия
E-mail: panov_bn@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты мониторинга промысла черноморского шпрота, выполненного в апреле–октябре 2019 г., которые позволяют дать характеристику особенностей как сезонной, так и синоптической изменчивости температуры поверхности моря (ТПМ), поведения шпрота и эффективности его промысла. Используются ежедневные карты ТПМ Черного и Азовского морей, построенные в Гидрометцентре России по данным NCDC/NOAA (Оперативный модуль ЕСИМО), и ежедневная промысловая информация ФГБУ «Центр системы мониторинга рыболовства и связи». Исследовались динамика промысловых нагрузок (суточный вылов) каждого судна и средние для промысла суточные судовые нагрузки, а также информация о районе работы каждого судна и ТПМ в основных районах промысла. Для исследования особенностей динамики указанных параметров использовались преимущественно методы графического анализа. Показано, что первый период сравнительно высокой плотности скоплений шпрота отмечен еще при зимних температурах воды, второй — совпадает с устойчивым ростом ТПМ, третий — приходится на период стабилизации летних температурных условий. В этот период выявлены признаки прямой зависимости эффективности промысла шпрота от ТПМ на кавказском участке и у ЮБК, а также обратная связь у западных берегов Крыма. Эффективный промысел прекратился после снижения ТПМ ниже 23,5 °С.

Ключевые слова: черноморский шпрот, промысел, мониторинг, температура поверхности моря, синоптическая изменчивость, эффективность промысла

ON THE ROLE OF TEMPERATURE AS A FACTOR INFLUENCING THE BEHAVIOR OF THE EUROPEAN SPRAT AND THE EFFICIENCY OF ITS FISHING**B. N. Panov¹, E. O. Spiridonova², M. M. Piatinskii¹, D. R. Stytsyuk²**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*Kerch State Maritime Technological University (KSMTU), Kerch 298300, Russia**E-mail: panov_bn@mail.ru*

Abstract. This paper presents the results of monitoring of the European sprat fishing, carried out in April–October of 2019, which make it possible to characterize specific features of the variability of sea surface temperature (SST), both seasonal and synoptic, as well as the behavior of the European sprat and the efficiency of its fishing. For this purpose, the daily SST maps of the Black and Azov Seas, created in the Hydrometeorological Center of Russia and based on the NCDC/NOAA (ESIMO Operational Module) data, and daily fishing information of the FSBI "Centre of Fishery Monitoring and Communications" have been used. The trends in the fishing pressure (daily catch) of each vessel and the average daily fishing pressure for the vessels in general have been investigated, and the information about the operation area of each vessel and SST in the main fishing areas has been collected. To study the changes of these parameters with time, mainly the methods of graphical analysis have been used. It is shown that the first period of relatively high density of sprat aggregations was noted at winter water temperatures, the second one coincided with a steady increase in SST, and the third period fell on the stabilization of summer temperature conditions. During this period, signs of a direct dependence of the sprat fishing efficiency on SST were revealed for the Caucasian fishing area and the South Coast of the Crimea; along the western coast of the Crimea, an inverse relation between them was found out. Effective fishing ceased after the SST decreased below 23.5 °C.

Keywords: European sprat, fishing, monitoring, sea surface temperature, synoptic variability, fishing efficiency

ВВЕДЕНИЕ

До 1977 г. черноморский шпрот *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) облавливался исключительно ставными неводами в прибрежной зоне до глубин 7–10 м. При этом вылов СССР не превышал 4 тыс. т в год [1]. Начало судового промысла позволило довести промысел шпрота в СССР до 70–80 тыс. т. В последние годы вылов шпрота в РФ не превышал 26 тыс. т (73 % освоения рекомендованного вылова).

Исследованиям, связывающим поведение черноморского шпрота с изменениями температуры морской воды, а также с ходом его промысла, посвящен ряд работ, основанных прежде всего на материалах мониторинга условий промысла научно-поисковыми судами в северо-западной части Черного моря, где СССР вел основной промысел шпрота [2, 3]. Эти материалы стали основой представлений о поведении шпрота, изложенных в Промысловом описании Черного моря [4]. Позднее, с 1985 по 1989 г., закономерности формирования промысловых скоплений шпрота исследовались в северо-западном районе моря в научно-иссле-

дательских рейсах [5, 6]. В результате в Справочном пособии [7] появилось более полное заключение о зависимости поведения шпрота от температурных условий среды обитания.

Согласно указанным исследованиям, шпрот, являясь холоднолюбивой рыбой, предпочитает придерживаться слоев воды с температурой 7–18 °C и встречается на всей акватории Черного моря. В октябре на северо-западном и северо-восточном шельфе при размывании слоя сезонного термоклина и при охлаждении поверхностных вод до 15 °C черноморский шпрот начинает подниматься к поверхности и отходит в глубоководные районы моря для нереста. Поскольку в зимний период воды северной половины моря подвергаются значительному выхолаживанию, то относительно плотные скопления отмечаются в это время лишь у 100-метровой изобаты. Они формируются в основном рыбами старших возрастных групп. По окончании нереста основной части популяции начинается массовая миграция шпрота на шельф для нагула (вторая половина апреля – первая половина мая). В этот период промысловые скопления шпрота

отмечаются по всему шельфу от 17–18-метровой изобаты до свала глубин. В образовании придонных концентраций положительную роль играет степень выраженности сезонного пикноклина. К июню на шельфе формируется типично летняя гидроструктура вод, которая характеризуется наличием ярко выраженного прогретого поверхностного слоя и залегающих под ним холодных вод. В этот период косяки шпрота уже не поднимаются в поверхностные слои, прогретые до 20 °С и более.

В более поздних исследованиях [8] были сделаны выводы об отрицательном влиянии прибрежных апвеллингов на эффективность промысла шпрота.

В последние годы промысел шпрота на шельфе РФ в Черном море имеет очень неустойчивый, даже проблемный характер. Об этом свидетельствует глобальный провал путины 2013 г. С 2015 по 2018 г. вылов черноморского шпрота Россией снизился с 26,1 до 13,7 тыс. т, что дало основания поднять вопрос о локальном перелове шпрота [9].

Однако во всех отмеченных исследованиях не предпринимались попытки анализа ежедневных промысловых показателей в связи с изменениями абиотических факторов, влияющих на поведение шпрота (в т. ч. и ТПМ), т. е. отсутствовал регулярный комплексный мониторинг условий промысла.

В конце 2018 г. в Азово-Черноморском филиале (АЧФ) ФГБНУ «ВНИРО» были созданы возможности оперативно использовать промысловую информацию и дистанционные данные о ТПМ в целях изучения поведения черноморского шпрота и разработки статистических моделей прогнозирования эффективности его промысла с сезонной и синоптической заблаговременностью.

В данной работе представлены результаты мониторинга, выполненного в апреле–октябре 2019 г., которые позволяют дать характеристику особенностей как сезонной, так и синоптической изменчивости ТПМ и поведения шпрота в путину 2019 г.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе были использованы ежедневные карты 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 данных оперативных спутниковых и наземных наблюдений. Ежедневная средняя температура для промысловых участков определялась по этим картам визуально. Учитывая то, что используемые карты представ-

ляют собой кумулятивные поля нескольких суточных карт ИСЗ и расчетных характеристик, визуальная оценка среднего значения небольшого участка поля для целей наших исследований представляется допустимой.

При анализе промысла использовалась ежедневная информация ФГБУ «ЦСМС», а также программное аналитическое обеспечение, разработанное сотрудниками АЧФ ФГБНУ «ВНИРО». Исследовались данные о промысловых нагрузках (суточный вылов) каждого судна и средние для промысла суточные судовые нагрузки, а также информация о районе работы каждого судна. Это позволило выделить для анализа три относительно небольших участка шельфа.

Показатель среднего суточного улова на одно судно в значительной степени зависит от изменений распределения судов по районам и от соотношения количества участвующих в промысле судов различной мощности. Поэтому была проведена выборка периодов сравнительно высоких уловов для всех судов, работающих в районе. В качестве критериев эффективного промысла были приняты следующие значения суточных промысловых нагрузок: для судов типа СРТМ — 22 т; МРТР, СРТ, РМС — 14 т; ТР и РС — 8 т. Эти критерии примерно на 20 % выше средних нагрузок данных типов судов рассматриваемой путины. В анализе сезонной динамики условий промысла в каждом районе были использованы трехсуточные периоды с превышением этих критериев, а для исследований динамики синоптического масштаба — ежедневные данные этой характеристики. Трехсуточный (или суточный) период промысла считался эффективным, если хотя бы одно судно в районе в течение этих трех дней (или одного дня) имело вылов выше установленного критерия эффективности. Выделенные таким образом периоды эффективного промысла использовались в анализе промысла синхронно с графиками средней суточной промысловой нагрузки.

В работе для исследования особенностей динамики указанных параметров преимущественно использовались методы графического анализа (ПО Golden Software Grapher).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 2019 г. промысел шпрота начался 2 и 3 апреля в районе Алушта – Судак двумя крупнотоннажными судами с суточным выловом 12–19 т на одно судно и одним малотоннажным судном с суточным

соответствует периоду стабилизации и понижения температуры воды в интервале практически зимних значений (9–11 °С по крымским районам и 10–12 °С — по кавказскому) во второй половине апреля, второй — периоду устойчивого роста температуры воды во второй и третьей декадах мая в интервале значений ТПМ 14–20 °С в крымских районах промысла и 16–21 °С — в кавказском. Из этого следует, что в первый период облавливалась сравнительно малоподвижная «группа остатка» шпрота, зимовавшая в пределах шельфа на глубинах 70–80 м, которая с началом формирования сезонного термоклина стала активнее питаться и смещаться на меньшие глубины. Во второй половине мая, вероятно, на глубинах 50–30 м начали формироваться скопления шпрота из рыбы, выходящей на шельф из районов открытого моря. Эти скопления, также смещаясь на мелководье в условиях формирования там наиболее мощного сезонного термоклина, и могли уйти на глубины 7–10 м и стать недоступными для судового промысла. Этим, на наш взгляд, объясняется малоэффективный промысел шпрота в течение всего июня во всех трех районах.

После того как в конце июня ТПМ достигла своих максимальных значений (25–27 °С), следует период ее снижения до летнего уровня стабилизации ТПМ — 24–25 °С в конце первой декады июля. Именно в это время начинается продолжительный период эффективного промысла во всех трех районах, который продлился до начала сентября (см. рис. 1) и обеспечил успех всей путины (вылов шпрота в 2019 г. на 4,2 тыс. т, или на 30 %, превысил вылов 2018 г.).

С точки зрения влияния температурного фактора на поведение шпрота, наличие этого эффективного периода можно объяснить заглуплением термоклина до глубины летней стабилизации в процессе формирования верхнего однородного слоя вод, признаком которого было понижение ТПМ в первой декаде июля. Термоклин опустился на глубину 15–20 м, обеспечив тем самым смещение шпрота на доступные промыслу глубины 30–40 м.

Со второй декады сентября ТПМ начала понижаться от 24 °С в крымских промысловых районах и от 26 °С — в кавказском, что обусловило постепенное разрушение термоклина и промысловых скоплений шпрота. Эффективный промысел до конца путины (17 октября) отмечался только в кавказском районе 17 сентября и 14 октября, причем в сен-

тябре при температуре воды выше 23,5 °С. Поэтому ТПМ 23,5 °С можно принять за ориентировочную осеннюю температурную границу завершения эффективного промысла шпрота в прибрежной зоне крымского и кавказского регионов Черного моря.

Динамика показателя, учитывающего критерий эффективного промысла (представлена на рисунках в табличной форме, где цифрой, соответствующей номеру промыслового района, отмечен период эффективного промысла), как и средняя промысловая нагрузка, позволяет в каждом районе выделить три рассмотренных выше периода эффективного промысла. Она также демонстрирует некоторые региональные особенности. Так, в районе Каламитского залива первый (апрельский) пик промысла проявляется хуже, чем у ЮБК и в кавказском районе, что, возможно, связано с минимальным ростом ТПМ в этом районе. Однако второй (майский) пик промысла проявился в Каламитском заливе раньше, чем в двух других районах, и закончился на несколько дней раньше. Это может быть связано с более устойчивым ростом ТПМ в этом районе в конце апреля и в первой декаде мая, что создавало более привлекательные условия для подхода шпрота из районов открытого моря. Но с ослаблением роста ТПМ и даже ее снижением в первой декаде июня ситуация ухудшилась (см. рис. 1). Еще одной особенностью промысла в Каламитском заливе стала задержка начала эффективного лова по сравнению с другими районами в конце июня – начале июля. Причиной этого может быть пологий шельф района, на котором погружение термоклина разрушает скопления шпрота на больших площадях и требует больше времени на стабилизацию поведения рыбы в более глубокой части акватории.

Для периода сравнительно стабильной летней ТПМ и устойчиво эффективного промысла шпрота в июле–августе возможно исследование изменения этих показателей в масштабе синоптической изменчивости (рис. 2). ТПМ изменялась в пределах трех градусов, средняя промысловая нагрузка — в пределах 10 т. Для оценки связей этих изменений использовались два вида промысловой информации: ежедневная выборка дней эффективного промысла (рис. 2) и ряды средней суточной промысловой нагрузки для трех судов типа СРТМ в районе Каламитского залива (рис. 3).

В период с 7 июля по 3 сентября в районах Геленджик – Бетта и Алушта – Судак на рис. 2 просматривается некоторое совпадение периодов

ТПМ увеличиваться перестала. Это создавало условия для поддержания термоклина у кавказского побережья на меньших глубинах, чем на шельфе Крыма, что обусловило полное отсутствие в Крыму сентябрьского эффективного промысла.

В Каламитском заливе эффективный промысел продолжался практически непрерывно, несмотря на два периода понижения температуры. Амплитуда колебаний температуры не превысила 1,5 °С, поэтому их нельзя считать результатом активного влияния прибрежных апвеллингов, которые бы могли значительно повлиять на интенсивность сезонного пикноклина. Тем не менее следует отметить, что более активное влияние апвеллинга отмечалось на анализируемых картах ТПМ в середине июля в районе м. Тарханкут (к северо-западу от промыслового участка) и середине августа в районе м. Сарыч (к югу от промыслового участка). Эти периоды видны и в понижении ТПМ и снижении промысловых нагрузок (см. рис. 3), но об однозначной зависимости между этим процессами говорить не приходится. Слишком велика роль высокочастотной составляющей колебаний эффективности промысла, связанной, по всей видимости, как с динамическими гидрометеорологическими факторами (ветер, течение), так и с неопределенностями, связанными с особенностями оперативной промысловой и хозяйственной деятельностью судов. В то же время сглаженный трехсуточной фильтрацией график (см. рис. 3) демонстрирует наличие обратной связи между значениями ТПМ и показателями интенсивности промысла. Представляется, что решение этой задачи — вопрос предстоящих исследований.

Пока можно предположить, что, вероятнее всего, устойчивый эффективный промысел в районе Каламитского залива был обусловлен большой биомассой вышедшего на нагул в этот район шпрота, величина которой стала уменьшаться в последние дни августа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненного мониторинга промысла шпрота и сопутствующих ему изменений ТПМ можно заключить, что в рамках сезонной изменчивости первый период сравнительно высокой плотности скоплений шпрота во второй половине апреля соответствовал периоду стабилизации и понижения температуры воды в интервале практически зимних значений (9–11 °С по крымским районам и 10–12 °С — по кавказскому), из чего

следует, что облавливаемые скопления относятся к «группе остатка». Второй период эффективного промысла совпадает с устойчивым ростом ТПМ во второй и третьей декадах мая в интервале значений 14–20 °С в крымских районах промысла и 16–21 °С — в кавказском. Эти значения ТПМ следует рассматривать как индикатор выхода шпрота на шельф после нереста в открытом море и начала формирования летних промысловых скоплений.

В конце первой декады июля при ТПМ 24–25 °С начался продолжительный период эффективного промысла во всех трех районах, который продлился при этих значениях ТПМ до начала сентября и обеспечил успех всей путины.

Со второй декады сентября ТПМ начала понижаться от 24 °С в крымских промысловых районах и от 26 °С — в кавказском. Эффективный промысел до конца путины (17 октября) отмечался только в кавказском районе 17 сентября и 14 октября, причем в сентябре при температуре воды выше 23,5 °С. Поэтому ТПМ, равную 23,5 °С, можно принять за ориентировочную осеннюю температурную границу завершения эффективного промысла шпрота в прибрежной зоне северо-восточной половины Черного моря.

В синоптической изменчивости выявлена некоторая прямая зависимость эффективности промысла шпрота от синоптической изменчивости ТПМ на кавказском участке и у ЮБК. У западных берегов Крыма эта связь, скорее, обратная. Различия могут быть связаны с влиянием на промысел других абиотических факторов, что должно стать предметом дальнейших исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юрьев Г.С. Некоторые особенности распределения черноморского шпрота // Рыбное хозяйство. 1975. № 4. С. 16–18.
2. Беренбейм Д.Я., Брянцев В.А., Юрьев Г.С. К прогнозу сроков окончания нереста черноморского шпрота // Вопросы промысловой океанологии Мирового океана : тезисы докл. V Всесоюз. конф. по промысловой океанологии (г. Калининград, 23–25 октября 1979 г.). Калининград: Изд-во Атлант НИРО, 1979. С. 179–180.
3. Шер В.В. Связь распределения черноморского шпрота с абиотическими факторами // Рыбное хозяйство. 1979. № 11. С. 11–25.
4. Промысловое описание Черного моря / Под ред. Г.А. Дубинца, Е.П. Губанова. М.: Изд-во Главного управления навигации и океанографии МО СССР, 1988. 139 с.

5. Фашук Д.Я. Образование промысловых скоплений шпрота под влиянием условий среды // Рыбное хозяйство. 1987. № 6. С. 37–40.
6. Панов Б.Н., Троценко Б.Г. К вопросу о формировании промысловых скоплений черноморского шпрота // Океанология. 1987. Т. 27, № 4. С. 670–671.
7. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 4. Черное море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности / Под ред. Д.Е. Гершановича, А.И. Рябинына, А.И. Симонова. СПб: Гидрометеоиздат, 1992. 220 с.
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. 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.
4. Promyslovoye opisaniye Chernogo morya [Fishery description of the Black Sea]. G.A. Dubinets, E.P. Gubanov. (Eds.). Moscow: Glavnoye upravleniye navigatsii i okeanografii MO SSSR [Head Department of Navigation and Oceanography, Ministry of Defence of the USSR] Publ., 1988, 139 p. (In Russian).
5. Fashchuk D.Ya. Obrazovanie promyslovykh skopleniy shprota pod vliyaniem usloviy sredy [Formation of commercial aggregations of sprat under the influence of environmental conditions]. *Rybnoye khozyaystvo [Fisheries]*, 1987, no. 6, pp. 37–40. (In Russian).
6. Panov B.N., Trotsenko B.G. K voprosu o formirovaniy promyslovykh skopleniy chernomorskogo shprota [On the formation of fishing aggregations of the European sprat]. *Okeanologiya [Oceanology]*, 1987, vol. 27, no. 4, pp. 670–671. (In Russian).
7. Gidrometeorologiya i gidrokhimiya morey SSSR. T. 4. Chernoe more. Vyp. 2. Gidrokhimicheskie usloviya i okeanologicheskie osnovy formirovaniya biologicheskoy produktivnosti [Hydrometeorology and hydrochemistry of the seas of the USSR. Vol. 4. The Black Sea. Issue 2. Hydrochemical conditions and oceanological fundamentals for biological productivity formation]. D.E. Gershanovich, A.I. Ryabinin, A.I. Simonov. (Eds.). Saint-Petersburg: Gidrometeoizdat [Hydrometeorological Publishing House], 1992, 220 p. (In Russian).
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. (In Russian).
9. Zuev G.V., Bondarev V.A., Samotoy Yu.V. Lokal'nyy perelov chernomorskogo shprota (*Sprattus sprattus*: Clupeidae, Pisces) i vnutrividovaya differentsiatsiya [Local overfishing of the Black Sea sprat (*Sprattus sprattus*: Clupeidae, Pisces) and intraspecies differentiation]. *Morskoy biologicheskiy zhurnal [Marine Biological Journal]*, 2018, vol. 3, no. 1, pp. 35–45. (In Russian).

REFERENCES

1. Yur'ev G.S. Nekotorye osobennosti raspredeleniya chernomorskogo shprota [Some features of the European sprat distribution]. *Rybnoye khozyaystvo [Fisheries]*, 1975, no. 4, pp. 16–18. (In Russian).
2. Berenbeym D.Ya., Bryantsev V.A., Yur'ev G.S. K prognozu srokov okonchaniya neresta chernomorskogo shprota [Forecast of the end date of the European sprat spawning]. In: *Voprosy promyslovoy okeanologii Mirovogo okeana : tezisy dokladov V Vsesoyuznoy konferentsii po promyslovoy okeanologii (g. Kaliningrad, 23–25 oktyabrya 1979 g.) [Problems of commercial oceanology of the World Ocean. Abstracts of the 5th All-Union Conference on Commercial Oceanology (Kaliningrad, 23–25 October, 1979)]*. Kaliningrad: AtlantNIRO Publ., 1979, pp. 179–180. (In Russian).
3. Sher V.V. Svyaz' raspredeleniya chernomorskogo shprota s abioticheskimi faktorami [Dependence of the European sprat distribution on abiotic factors]. *Rybnoye khozyaystvo [Fisheries]*, 1979, no. 11, pp. 11–25. (In Russian).

Поступила 15.01.2020

Принята к печати 25.02.2020