

Среда обитания водных биологических ресурсов

Диагноз и прогноз условий среды обитания гидробионтов

УДК 597.593.8:639.239

Особенности распределения промысловых скоплений сайры в северо-западной части Тихого океана по данным поисково-промысловых работ в 2014–2016 гг.

А.А. Никитин, Д.В. Антоненко, Ю.В. Новиков, Н.М. Блищак

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ФГБНУ «ТИНРО-Центр»), г. Владивосток

E-mail: aleksandr.nikitin@tinro-center.ru

Представлены результаты научно-исследовательских работ на промысле сайры *Cololabis saira*, проведённых на сайроловном судне РШ «НИКА 101» в открытых водах северо-западной части Тихого океана (СЗТО) и Южно-Курильском районе в сентябре-ноябре 2014–2016 гг. Показано распределение и пути миграций сайры в СЗТО в 2014–2016 гг. В 2014 и 2015 гг. основные миграции крупной сайры традиционно проходили в прибрежье вдоль Курильских о-вов вблизи фронта Ойя-сио и далее на юг по периферии Южно-Курильского вихря. Более мелкая и среднеразмерная сайра мигрировала за пределами ИЭЗ России вдоль северного субарктического фронта. Распределение и пути миграций сайры в СЗТО в 2016 г. значительно отличались от схемы распределения в 2014 и 2015 гг. В сентябре-октябре 2016 г. промысел сайры в основном вёлся в приграничном районе на фронтальных зонах океанического и субарктического фронтов, где температуры воды изменялась в пределах 15–17 °С, в отличие от предыдущих лет, когда сайра в основном придерживалась вод с температурой 12–14 °С и менее.

Ключевые слова: тихоокеанская сайра *Cololabis saira*, распределение, миграции, северо-западная часть Тихого океана, открытые воды.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на длительный период изучения сайры как отечественными учёными [Румянцев, 1947; Новиков, 1960, 1966, 1967, 1972; Парин, 1960; Сердюк, 1967; Шунтов и др., 1997; Байталюк, Давыдова, 2002; Филатов, 2007; Филатов и др., 2011а; Филатов и др., 2011; Шатилина и др., 2012; Байталюк, 2004; Baitaliuk et al., 2013; Антоненко, Новиков, 2016 и др.], так и иностранными исследователями [Uda, 1936; Sunada, 1974; Odate, 1977; Fukushima, 1979; Watanabe et al., 1988;

Kosaka, 2000 и др.], некоторые аспекты биологии, этологии и экологии тихоокеанской сайры остаются недостаточно освещёнными. В первую очередь это касается особенностей распределения и миграций сайры в период значительных экосистемных перестроек (увеличение численности дальневосточной сардины и японской скумбрии) в верхней эпипелагиали на фоне глобальных изменений климато-океанологических условий в северо-западной части Тихого океана.

Целью предлагаемой работы являлось изучение особенностей распределения и изменчи-

восты путей миграции сайры в северо-западной части Тихого океана на фоне гидрологических условий в период 2014–2016 гг.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В основу работы были положены материалы, полученные в рейсах на промысловом судне РШ «НИКА 101», работавшем на промысле сайры *Cololabis saira* (Brevoort, 1856) в северо-западной части Тихого океана в июне-ноябре 2014–2015 гг. и сентябре-ноябре 2016 г. вместе с группой судов компании «ССК». В течение всех рейсов осуществлялся сбор промыслово-биологической информации по сайре, а также основным видам прилова — скумбрии, сардине и пелагическим кальмарам. Рыболовная шхуна «НИКА 101» — судно японской постройки (полная длина 71 м), оборудованное для лова сайры на электросвет. Основное орудие лова — бортовая сайровая ловушка с жёсткой сигарой. Режим работы судна — промысловый, поэтому сбор научной информации осуществлялся в ходе промысловой деятельности судна.

Из уловов сайровой ловушки брались пробы сайры и основных видов прилова на массовый промер и биологический анализ. Минимальное количество для массового промера рыб составляло 100–200 особей [Правдин, 1966]. Биологический анализ включал: измерение длины тела по Смиту (АС), визуальное определение пола, стадии зрелости, жирности. Для увеличения достоверности оценки физиологического состояния сайры велось инструментальное определение толщины подкожного слоя жира (ТПЖ). Всего за период работ в 2014–2016 гг. было промерено 36981 экз.

сайры, 4952 экз. взято на биологический анализ, у 2150 экз. определена толщина подкожного слоя жира (ТПЖ).

Для оценки обилия сайры осуществлялся визуальный учёт в тёмное время суток на ходу судна при отсутствии штормовой погоды. Наблюдение за сайрой, другими видами рыб и кальмарами осуществлялось в световом пятне 10x10 м, их обилие оценивалось по 6-ти градациям условного коэффициента обилия (табл. 1). При нахождении судна в дрейфе (обычно при постановках ловушек) выполнялись световые станции, на которых проводилась оценка количества сайры, других видов рыб и кальмаров.

Кроме биологической информации собиралась фоновая океанологическая информация, включавшая данные непрерывного зондирования температуры поверхности океана (ТПО). Также, для определения районов поиска привлекались данные положения основных гидрологических структур, полученные на основе спутниковых снимков.

На рис. 1 показан район работ РШ «НИКА 101» в северо-западной части Тихого океана в июне-ноябре 2014–2015 гг. и сентябре-ноябре 2016 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Южно-Курильская зона

В 2014 г. поиск и лов сайры РШ «Ника 101» велся в пределах ИЭЗ России с 18 сентября по 13 ноября на трёх основных участках: в сентябре-октябре район работ располагался ближе к малой Курильской гряде, во второй половине октября несколько южнее, а в ноя-

Таблица 1. Шкала оценки обилия сайры в поле света

Баллы	Оценка обилия	Характеристика
0	нет	Сайра отсутствует в освещённой зоне в течение всего времени наблюдения
1	случайно	0–10 экз., очень редкие наблюдения отдельных особей
2	единицы	10–40 экз., эпизодические наблюдения отдельных особей и групп
3	десятки	40–100 экз., частые наблюдения отдельных особей и групп сайры
4	сотни	Более 100 экз., обилие сайры, преимущественно группы, небольшие косяки и реже отдельные особи постоянно наблюдаются в освещённой зоне
5	тысячи	Большие скопления и косяки постоянно наблюдаются в освещённой зоне

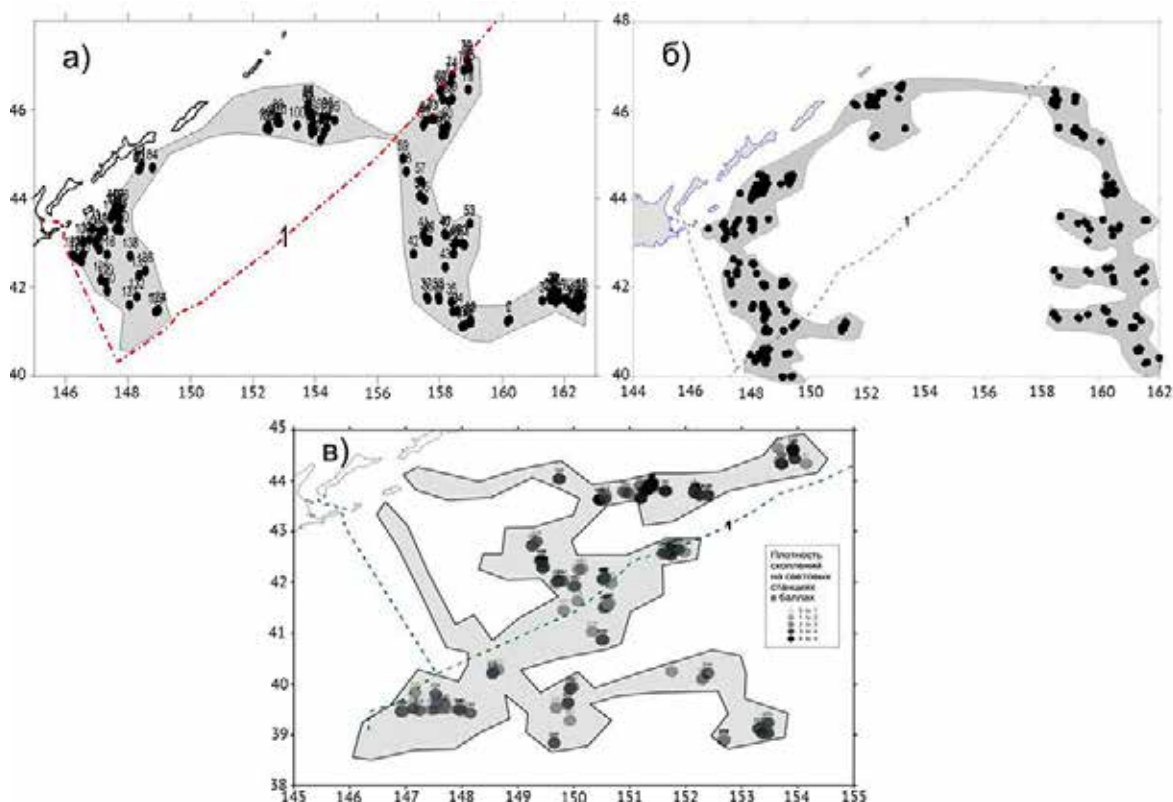


Рис. 1. Карты-схемы районов учётных работ на РШ «НИКА 101» (заштриховано) и световые станции (отмечены точками) в СЗТО в июне-ноябре 2014–2015 гг. (а, б) и сентябре-ноябре 2016 г. (в). 1 — граница ИЭЗ России

бре — вблизи южной границы ИЭЗ России (рис. 2). На рисунке представлено распределение термических фронтов и температуры воды на поверхности в рассматриваемый период. Поверхностная структура вод формировалась как осенним понижением поверхностной температуры, так и постепенным усилением течения Ойясио. В сентябре-октябре была хорошо развита 1-я ветвь Ойясио, во второй половине октября происходило ослабление 1-й и усиление 2-й ветви Ойясио, в ноябре 1-я ветвь уже практически не прослеживалась. В течение всего периода в поле температуры прослеживался Южно-Курильский антициклонический вихрь А35, постепенно смещавшийся в восточном направлении.

В сентябре-октябре наблюдалось незначительное понижение температуры поверхности, в районе преобладали положительные аномалии температуры воды (0,5–1,5 °С). Во второй половине октября после прохождения тайфуна температура воды понизилась на 3–5 °С, и началось интенсивное выхолаживание.

В октябре-ноябре в районе стали преобладать отрицательные аномалии, температура поверхности была ниже среднемноголетней на 0,5–1,5 °С.

В 2015 г. в сентябре основной облов сайры вёлся как на фронтах 1-й ветви Ойясио, так и в водах самого течения, в районе схождения вод 2-й ветви Ойясио и второй ветви Куроисио, на небольших участках вторичных фронтов, а в октябре — вблизи южной границы ИЭЗ России и, частично, в районе схождения вод 2-й ветви Ойясио и второй ветви Куроисио (рис. 3). Распределение промысловых скоплений в этот период представлено в виде небольших косяков, слабо-разреженных полей, косяков, полей, а также полей средней плотности. В уловах присутствовала крупная рыба (средние размеры от 27,2–31,0 см и средний вес 138,0 г).

Как видно на рис. 3, северный субарктический фронт (ССАФ) оконтуривал северную периферию Южно-Курильского вихря и далее прослеживался на востоке

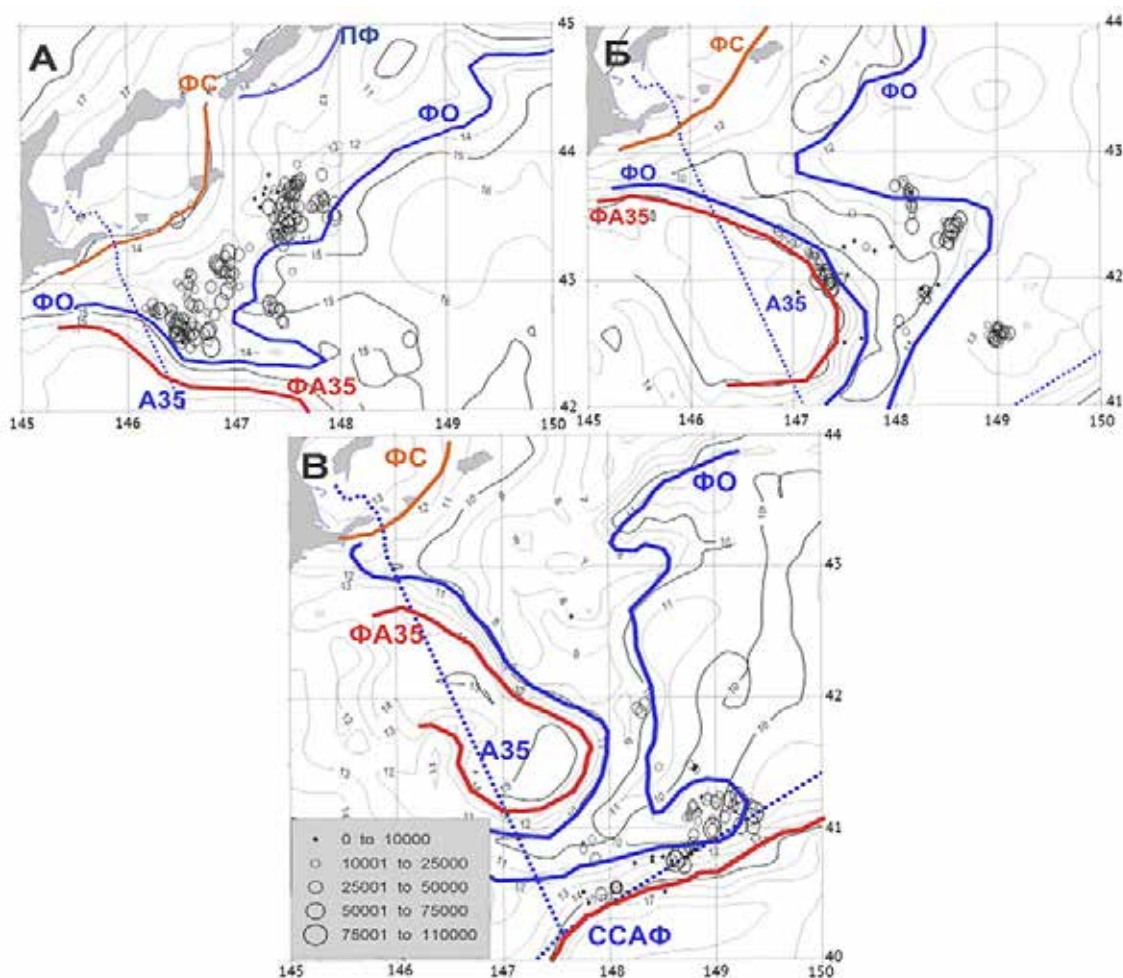


Рис. 2. Концентрация сайры (баллы) в скоплениях в северо-западной части Тихого океана по данным световых станций в 3-й декаде сентября — 1-й декаде октября (А), во 2–3-й декадах октября (Б) и первой половине ноября (В) 2014 г. ФС — фронт Сойя; ФО — фронт Ойясио; ССАФ — северный субарктический фронт; А35 — антициклонический вихрь; ФА35 — фронт вихря А35

южнее границы ИЭЗ России. Сравнение положения ССАФ в 2014 и 2015 гг. показало, что в 2015 г. фронт находился значительно южнее, что может указывать на умеренно «холодный» тип года. Океанический фронт Ойясио в 2015 г. располагался южнее и был менее выражен, чем в 2014 г. Южно-Курильский вихрь и относительно тёплая область, расположенная восточнее вихря, ограничивали основной поток Ойясио и препятствовали его распространению на юго-запад, тем самым сдерживая миграцию сайры в зону Японии. Как сдерживающий фактор также следует отметить зональное положение фронтальной зоны в районе взаимодействия вихря с водами Ойясио.

В 2016 г. в период с 14 сентября по 16 октября район промысла сайры охватывал обширную акваторию юго-восточной части ИЭЗ России от $147^{\circ}00'$ в. д. до $154^{\circ}30'$ в. д. от границы экономзоны до $44^{\circ}30'$ с. ш. Распределение фронтов и температуры воды на поверхности показано на рис. 4. Рассматриваемый период пришёлся на время максимального прогрева вод. В сентябре — начале октября в районе преобладали высокие положительные аномалии температуры воды, достигавшие $3,0\text{--}4,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и более. В октябре температура в ЮКР стала понижаться, отрицательные аномалии (более $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$) появились не только вблизи малой Курильской гряды, но и южнее. В целом термическая структура в сентябре

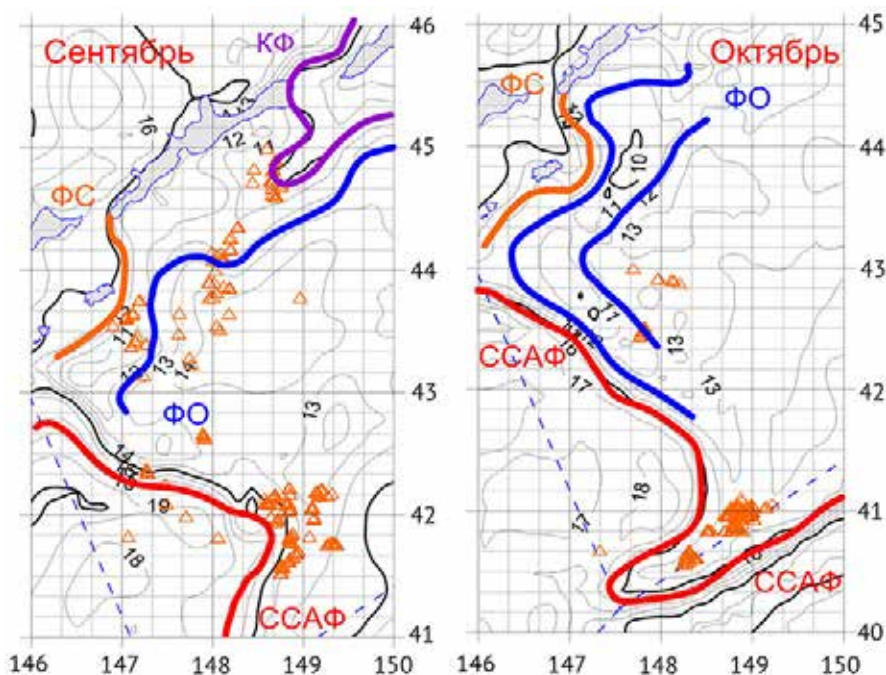


Рис. 3. Районы лова сайры в северо-западной части Тихого океана в сентябре-октябре 2015 г.:
 ФС — фронт Соия; ФО — фронт Ойясио; ССАФ — северный субарктический фронт;
 А36 — антициклонический вихрь

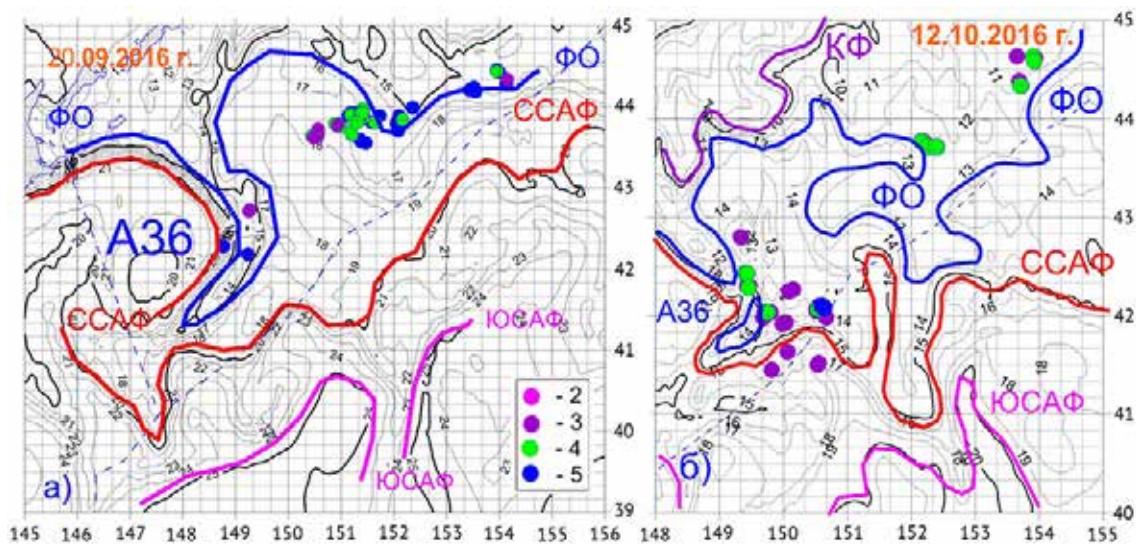


Рис. 4 Концентрация сайры (баллы) в скоплениях в северо-западной части Тихого океана по данным световых станций в третьей декаде сентября (а) и первой половине октября 2016 г. (б).
 ФО — фронт Ойясио, ССАФ — Северный субарктический фронт; А36 — Южно-Курильский вихрь

была достаточно стабильна, однако в начале октября происходило значительное быстрое смещение фронтов к югу (рис. 4 б).

Сайра в рассматриваемый период облавливалась при температуре 15–18 °С на небольших её перепадах в пределах ИЭЗ Рос-

сии вблизи фронта Ойясио и вблизи фронта ССАФ (рис. 4 а, б). Промысловые скопления распределялись преимущественно в виде сильно-разреженных полей, полянок, разреженных и среднеточных полей протяжённостью 100–200 м. На световых станциях наблюдались

концентрации сайры до 5 баллов, в среднем — 3–4 балла. Как визуально, так и в уловах присутствовала среднеразмерная и крупная рыба 290–350 мм. При поиске отмечена тенденция к смещению промысловых концентраций сайры на юго-запад, в тоже время наблюдались подходы новых косяков с востока.

Уловы сайры в рассматриваемый период были в пределах 5,3–51,2 т на судо-сутки, в среднем за весь период — 26,6 т, максимальный улов — 51,2 т (рыба активно собиралась под килем до 10 м), максимальный вылов на ловушку — 5,7 т. В сентябре-октябре все ловы проводились только с использованием оранжевого света, белый свет использовался только в отдельные дни и чаще под утро. Реакция на оранжевый свет менялась от слабо положительной до положительной. Было несколько случаев с отрицательной реакцией на оранжевый свет, когда рыба волнами через 5–10 сек уходила от судна. В сентябре отмечались только поверхностные косяки, а в октябре — приглубые. Стабильность промысловых участков составила от 1–2 до 3 сут. В 2014–2015 гг. стабильность промысловых участков была выше и составляла 3–5 сут,

стабильность участков в 2016 г. в этот же период была ниже.

Курильский подрайон (открытые воды СЗТО)

В ноябре 2014 г. РШ «Ника 101» промысел сайры в Курильском районе не проводила. В ноябре 2015 г. РШ «Ника 101» работала в координатах 39°41' — 41°18' с. ш., 148°56' — 151°07' в. д. (рис. 5). Скопления сайры отмечались в виде мелких плотных косяков, косячков, косячных полей, сильно разреженных полей и полей. Средний размер рыбы — 29,3 см, средний вес — 127,3 г. Положение фронтальных зон в первой декаде ноября представлено на рис. 5. Граница ССАФ на участке 147–150° в. д. проходила далеко за пределами ИЭЗ России и занимала южное положение, даже по сравнению с холодными сезонами 2009–2010 гг. В этот период воды течения Ойясио занимали обширный район. Температура воды в районе повсеместно снизилась, в зоне второй ветви Ойясио до 8–10 °С. В целом же температура воды менялась от 5 °С на севере района до 10 °С на юге и 13 °С в зоне южнокурильского вихря (А36).

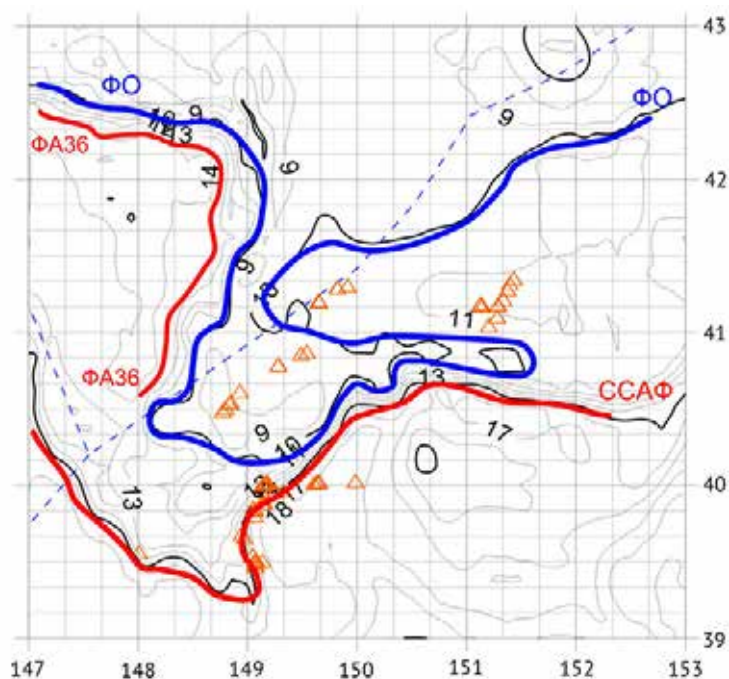


Рис. 5. Районы лова сайры в северо-западной части Тихого океана в ноябре 2015 г.:

ФС — фронт Соя; ФО — фронт Ойясио; ССАФ — северный субарктический фронт; А36 — антициклонический вихрь; ФА36 — фронт вихря А36

В 2016 г. в конвенционном районе (открытые воды СЭТО) поверхностная структура вод формировалась как осенним понижением поверхностной температуры, так и значительным усилением течения Ойясио (рис. 6). В октябре 2-я ветвь Ойясио была хорошо развита, 1-я ветвь в первой половине октября была ослаблена, в ноябре наблюдалось усиление 2-й ветви Ойясио, а 1-я ветвь практически не прослеживалась. В течение всего периода в поле температуры прослеживался южнокурильский антициклонический вихрь (А36), постепенно смещавшийся в восточном направлении. Во второй половине октября после прохождения тайфуна температура воды понизилась на 3–5 °С, и началось интенсивное выхолаживание. Во второй половине октября — ноябре в районе стали преобладать отрицательные аномалии, достигающие 3–4 °С.

В конце октября-ноябре за пределами ИЭЗ России сайра встречалась небольшими косяками, сильно разреженными полями, протяжённостью 100–200 м, часто отмечалась мелкими стайками, которые в дальнейшем объединялись в небольшие косяки. Основные скопления были приурочены к периферии Субаркти-

ческого фронта (ССАФ) и океаническому фронту Ойясио (рис. 6 а). На световых станциях наблюдались концентрации сайры максимально до 5 баллов, в среднем — 3 балла, под килем — до 3–5 м, иногда до 10 м. При поисках была отмечена тенденция к смещению промысловых концентраций сайры на юго-запад, одновременно отмечались новые подходы с востока.

В этот период визуально и в уловах преобладала средне- и крупноразмерная рыба. Основное смещение косяков сайры проходило вдоль Субарктического фронта (ССАФ). В ноябре основные скопления располагались на Субарктическом фронте за пределами границы ИЭЗ России (рис. 6 б). На световых станциях наблюдались концентрации сайры максимально до 5 баллов, в среднем — 3 балла и менее. Визуально и в уловах преобладала средняя и крупная рыба. Уловы на судно во второй половине октября были в пределах 2,4–35,1 т на судно-сутки, в среднем за весь период — 17,6 т, максимальный улов — 35,1 т, максимальный вылов на ловушку — 10,4 т. Стабильность промысловых участков сохранялась и составила 1–3 сут.

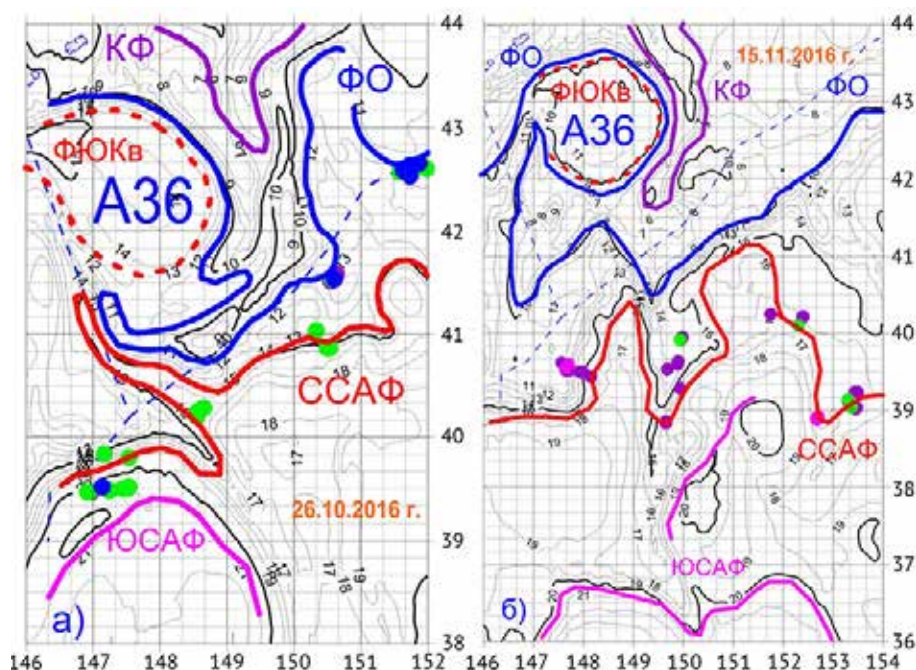


Рис. 6. Концентрация сайры (баллы) в скоплениях в северо-западной части Тихого океана по данным световых станций в третьей декаде октября и второй декаде ноября 2016 г.

ФО — фронт Ойясио, КФ — Курильский фронт, ССАФ — Северный субарктический фронт, ЮСАФ — южный субарктический фронт, ФЮКв — фронт Южно-Курильского вихря, А36 — Южно-Курильский вихрь

В ноябре уловы составляли 2,8–31,5 т на судо-сутки, в среднем за весь период — 12,5 т, максимальный улов — 31,5 т, максимальный вылов на ловушку — 2,7 т. Стабильность промысловых участков понизилась и составила 1–2 сут. Основные районы промысла во второй половине октября–ноябре располагались за пределами ИЭЗ России. В целом в октябре–ноябре наиболее эффективным оказалось использование оранжевого света, белый свет использовался только в редкие дни при массовых подходах сайры.

Отличием 2016 г. стала высокая доля крупноразмерной и почти полное отсутствие мелко-размерной сайры в течение всего периода промысла. Доля мелко-размерной сайры в уловах составляла 0,4–1,0%. Средний размер в уловах достигал 29,2 см, средний вес — 128 г.

За весь период работы (сентябрь–ноябрь) были выполнены 64 световые станции. За время наблюдений на световых станциях непосредственно в поиске и в уловах сайровой

ловушки было отмечено 10 видов рыб и кальмаров. Единично наблюдались тихоокеанские лососи. Скумбрия встречалась повсеместно, в меньших количествах — за пределами ИЭЗ России. Средний размер скумбрии в уловах был 22,9 см. Доля скумбрии *Scomber japonicus* (Houttuyn, 1782) в уловах в целом не превышала 1%. Сардина *Sardinops melanostictus* (Temminck et Schlegel, 1846) встречалась в уловах только в юго-западной части района. Единично она присутствовала достаточно часто. Ловилась неполовозрелая рыба среднего размера (15,7 см). Остальные виды встречались эпизодически. В рассматриваемый период сайра была приурочена к небольшим перепадам температуры вблизи ССАФ, как со стороны ИЭЗ России, так и за её пределами, а также вблизи фронта Ойясио.

Промысловый сезон 2016 г. в Южно-Курильском районе в соответствии с океанологической ситуацией следует отнести к услов-

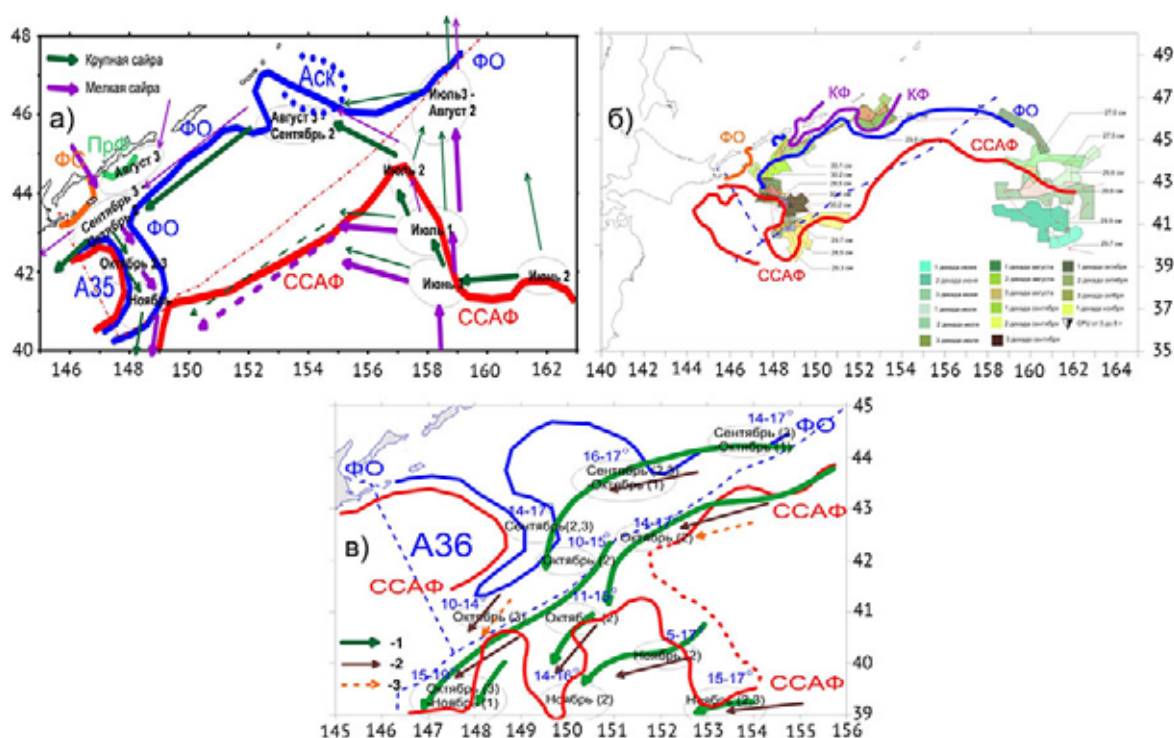


Рис. 7. Схемы миграций сайры по данным уловов и поиска судов ОАО «ССК» в СЗТО в июне–ноябре 2014 г. (а), в июне–ноябре 2015 (б) и в сентябре–ноябре 2016 г. (в).

Обозначения: ССАФ (1) — Северный субарктический фронт; ФО (2) — фронт Ойясио; КФ — Курильский фронт; А35, А36 — Южно-Курильский антициклонический вихрь; Аск — Средне-Курильский антициклонический вихрь; цифры возле названия месяца — декада; 10–15 — температура воды; 1 — пути южных миграций сайры; 2 — крупная сайра; 3 — мелкая сайра

но «холодным» типам. Положение Северного субарктического фронта было южнее среднелетнего. Основными особенностями развития гидрологических процессов в период путины 2016 г. являлись: 1) слабое развитие первой ветви Ойясио, 2) мощное развитие второй ветви Ойясио, 3) Южно-Курильский тёплый вихрь, который с начала промысла во второй декаде августа своей северной периферией был близок к Малой Курильской гряде, где и оставался до конца промысла, несколько сместившись в северо-восточном направлении.

Вместе с тем, сильное развитие получила третья ветвь Куроисио, обеспечившая занос тёплых вод далеко на север, за пределы ИЭЗ России. В связи с особенностями океанологической обстановки и распределения нагульной сайры промысел вёлся большую часть путины на фронтальных зонах океанического фронта и Северного субарктического фронта в пределах ИЭЗ России.

На рис. 7 представлено распределение и схемы миграций сайры в СЗТО в период работы РШ «НИКА 101» в июне-ноябре 2014 г. (а), в июне-ноябре 2015 (б) и в сентябре-ноябре 2016 г. (в). Видно, что распределение и пути миграций сайры в СЗТО в 2016 г. значительно отличались от предыдущих лет.

Так основные миграционные потоки крупной сайры в 2014 и 2015 гг. традиционно проходили в прибрежье Курильских о-вов вблизи фронта Ойясио и далее на юг по периферии Южно-Курильского антициклонического вихря при температуре 12–14 °С и менее. Это обеспечило в 2014 г. достаточно высокий уровень вылова российских рыбаков. Таким образом, при выраженном затоке тёплых вод по юго-западной периферии Средне-Курильского антициклонического вихря и при достаточно развитых холодных Курильском течении и течении Ойясио образуется устойчивая система фронтов, создающих благоприятные условия для нагула сайры в данном районе. Именно это наблюдалось в августе-сентябре 2014 и 2015 гг., когда нагульные миграции сайры проходили в прибрежье Курильских о-вов. Мелкая и средняя сайра мигрировала за пределами ИЭЗ России вдоль Северного субарктического фронта. В сентябре-октя-

бре 2016 г. отмечались слабые заходы сайры в российскую экономическую зону, при этом основные миграционные потоки проходили в открытых водах. Промысел сайры вёлся в основном в приграничных районах на фронтальных зонах океанического фронта, при температуре воды 15–17 °С. При этом отмечались невысокие уловы, как у отечественных, так и у японских рыбаков, ведущих промысел в пределах ИЭЗ России. Более стабильные показатели промысла показывали тайваньские рыбаки, работающие в океане в открытых водах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вариативность миграционных потоков сайры, проходящих в сентябре-ноябре 2014–2016 гг. вдоль Курильских о-вов в юго-западном направлении, в значительной степени зависела от особенностей развития океанологической обстановки в северо-западной части Тихого океана.

В 2014 и 2015 гг. миграции сайры традиционно проходили в прибрежье Курильских о-вов, вблизи фронта Ойясио и далее на юг по периферии Южно-Курильского вихря при температуре 12–14 °С и менее. В 2014 г. это обеспечило высокий вылов сайры российскими рыбаками. Напротив, в 2015 г. невысокий вылов сайры в ИЭЗ России российскими судами можно объяснить меньшим её заходом в экономическую зону России, в т. ч. сильным давлением на рыбаков со стороны японского рыболовного флота. Дополнительно гидрологические условия в период сайровой путины с августа по ноябрь 2015 г. по сравнению с 2014 г. развивались на фоне высокой активности атмосферных процессов.

В сентябре-ноябре 2016 г. миграционные потоки сайры проходили в открытых водах СЗТО, отмечались слабые её заходы в ИЭЗ России, а промысел сайры российскими судами в основном вёлся вблизи океанического фронта при температуре воды 15–17 °С. Гидрологические условия в период сайровой путины развивались на фоне высокой активности атмосферных процессов. В целом, учитывая всё выше перечисленное, промысловую обстановку в сентябре-ноябре 2016 г. следует признать как нестабильную.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность генеральному директору В.П. Сахарнацкому и руководству группы компаний ООО «Сайра», «Сарган», «Скорпена», «Корифена» (ССК) за предоставленную возможность проведения исследований, а также капитанам РШ «НИКА 101» — О.Н. Илюнчеву (2014), С.В. Демченко, (2015), Ю.Н. Новиченок (2016) и их экипажам за помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

- Антоненко Д.В., Новиков Ю.В. 2016. О нагульных миграциях сайры в северо-западной части Тихого океана // Известия ТИНРО. Т. 187. С. 1–10.
- Байталюк А.А. 2004. Тихоокеанская сайра (*Cololabis saira*): размерно-возрастная структура, особенности воспроизводства, динамика численности сезонных и региональных группировок. Дисс. ... канд. биол. наук. Владивосток. 179 с.
- Байталюк А.А., Давыдова С.В. 2002. Распределение и пассивные миграции сайры *Cololabis saira* Brevoort в северной части Тихого океана // Вопросы рыболовства. Т. 3. № 3 (11). С. 80–96.
- Новиков Ю.В. 1960. Определение возраста по чешуе и возрастной состав сайры (*Cololabis saira* (Brevoort)) в районе южных Курильских островов // Известия ТИНРО. Т. 46. С. 233–241.
- Новиков Ю.В. 1966. Условия образования промысловых скоплений тихоокеанской сайры // Труды ВНИРО. Т. 60. С. 143–149.
- Новиков Ю.В. 1967. Основные черты биологии и состояние запасов тихоокеанской сайры // Известия ТИНРО. Т. 56. С. 3–50.
- Новиков Ю.В. 1972. Распределение, биология и запасы сайры в зоне Калифорнийского течения // Известия ТИНРО. Т. 81. С. 141–150.
- Новиков Ю.В. 1986. Некоторые закономерности распределения и миграций массовых видов пелагических видов рыб северо-западной части Тихого океана // Вопросы ихтиологии Т. 26. № 2. С. 196–207.
- Парин Н.В. 1960. Ареал сайры (*Cololabis saira* Br. — Scomberesocidae, Pisces) и значение океанографических факторов для ее распределения // ДАН СССР. Т. 130. № 3. С. 649–652.
- Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность. 376 с.
- Румянцев А.И. 1947. Сайра Японского моря // Известия ТИНРО. Т. 25. С. 53–64.
- Сердюк А.В. 1967. Распределение тихоокеанской сайры в период северных миграций // Известия ТИНРО. Т. 61. С. 232–238.
- Филатов В.Н. 2007. Состояние и перспективы промысла тихоокеанской сайры в начале 2000-х гг. // Известия ТИНРО. Т. 149. С. 173–190.
- Филатов В.Н., Старцев А.В., Устинова Е.И., Еремин Ю.В. 2011 а. Тихоокеанская сайра. Научно-информационное обеспечение промысловой экспедиции. Гл. ред. Матишов Г.Г. Ростов н/Д: ЮНЦ РАН. 120 с.
- Филатов В.Н., Старцев А.В., Устинова Е.И., Пономарева Е.Н. 2011 б. Распределение и размерно-возрастная структура скоплений сайры в тихоокеанских водах России // Вестник ЮНЦ РАН. Т. 7. № 3. С. 87–100.
- Шатилина Т.А., Никитин А.А., Булатов Н.В. 2012. Особенности атмосферной циркуляции и климата над северо-западной частью Тихого океана в первом десятилетии XXI в. и их влияние на промысел сайры // Мат. XI Всерос. конф. по пробл. рыбопромыслового прогнозирования, посвящённой 150-летию со дня рождения Н.М. Книповича. 22–24 мая 2012 г. Мурманск. С. 204–216.
- Шунтов В.П., Радченко В.И., Дулепова Е.П., Темных О.С. 1997. Биологические ресурсы Дальневосточной российской экономической зоны: структура пелагических и донных сообществ, современный статус, тенденции многолетней динамики // Известия ТИНРО. Т. 122. С. 3–15.
- Baitaliuk A.A., Orlov A.M., Ermakov Yu. K. 2013. Characteristic Features of Ecology of the Pacific Saury *Cololabis saira* (Scomberesocidae, Beloniformes) in Open Waters and in the Northeast Pacific Ocean // Rus. J. of Ichthyol. V. 53. No. 11. P. 1–15.
- Fukushima S. 1979. Synoptic analysis of migration and fishing condition of saury in the northwest Pacific Ocean // Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. № 41. P. 1–70.
- Huang W.B., Lo N.C. H., Chiu T.S., Chen C.S. 2007. Geographical Distribution and Abundance of Pacific Saury *Cololabis saira* (Brevoort) (Scomberesocidae), Fishing Stocks in the Northwestern Pacific in Relation to Sea Temperatures // Zoological Studies. 46 (6). P. 705–716.
- Kosaka S. 2000. Life history of Pacific saury *Cololabis saira* find consideration of resource fluctuation based on it // Bull. Tohoku Nat. Fish. Res. Inst. № 63. P. 1–96.
- Odate S. 1977. On the distribution of Pacific saury in the North Pacific Ocean // Res. Inst. North Pac. Fish. Fac. Fish. Hokkaido Univ. Spec. V. P. 353–381.
- Sunada J.S. 1974. Age and growth of the Pacific saury // Calif. Fish and Game. — V. 60. № 2. — P. 64–74.
- Tseng C-T., Su N-J., Sun C-L., Punt A.E., Yeh S-Z., Liu D-C., Su W-C. 2013. Spatial and temporal

- variability of the Pacific saury (*Cololabis saira*) distribution in the northwestern Pacific Ocean // ICES J. Mar. Sci. First publ. online January 15, 2013. doi: 10.1093/icesjms/fss205.
- Uda M. 1936. Fishing centre of "samma", *Cololabis saira* Br. correlated with the head of Oja-siwo cold current // Bull. Jap. Soc. Scient. Fish. V. 5. # 4, p. 236–238.
- Watanabe Y., Butler J., Mori T. 1988. Growth of Pacific saury, *Cololabis saira*, in the Northeastern and Northwestern Pacific Ocean // Fish. Bull. V. 86, № 3. p. 489–498.

Поступила в редакцию 19.04.2018 г.
Принята после рецензии 12.06.2018 г.

Trudy VNIRO

2018. Vol. 173

Habitat of aquatic biological resources Diagnosis and forecasting of habitat conditions of hydrobio

Peculiarities of distribution of commercial concentrations of saury in the north-western pacific ocean according to searching fisheries activities in 2014–2016

A.A. Nikitin, D.V. Antonenko, Yu.V. Novikov, N.M. Blishehak

Pacific Research Fisheries Centre (FSBSI «TINRO-Centre»), Vladivostok

The results of research work conducted by the saury fishery vessel "NIKA 101" in the open waters of the North-West Pacific (NWP) and the South Kurile region during September- November 2014–2016 are presented. The distribution and migration routes of saury in the North- West pacific in 2014–2016 are shown. In 2014 and 2015, the main migrations of a large saury traditionally took place along the Kuril Islands along the Oyashio front and further south along the periphery of the South Kurile Eddy. The smaller and medium-sized saury migrated outside the Russian EEZ along the Northern Subarctic Front. The distribution and migration routes of the saury in the NWP in 2016 significantly differed from the distribution pattern in 2014 and 2015 In September-October 2016, the saury fishery was mainly conducted in the frontal zones of the oceanic and subarctic fronts where the surface temperature of water was 15–17 °C, unlike in previous years when saury basically occurred in waters with a temperature of 12–14 °C or less.

Keywords: Pacific saury *Cololabis saira*, distribution, migrations, North-Western part of the Pacific ocean, open waters.

REFERENCES

- Antonenko D.V., Novikov Yu.V. 2016. O nagul'nyh migratsiyah sajry v severo-zapadnoj chasti Tihogo okeana [On the feeding migrations of saury in the North-Western Pacific] // Izvestiya TINRO. T. 187. S. 1–10.
- Bajtalyuk A.A., Davydova S.V. 2002. Raspredelenie i passivnye migratsii sajry *Cololabis saira* Brevoort v severnoj chasti Tihogo okeana [The distribution and passive migration of saury *Cololabis saira* Brevoort in the North Pacific ocean] // Voprosy rybolovstva. T. 3. № 3 (11). S. 80–96.

- Bajtalyuk A.A.* 2004. Tihookeanskaya sajra (*Cololabis saira*): razmerno-vozzrastnaya struktura, osobennosti vosproizvodstva, dinamika chislennosti sezonnyh i regional'nyh gruppировок [Pacific Saira (*Cololabis saira*): size and age structure, reproduction features, dynamics of the number of seasonal and regional groupings] Diss... kand. biol. sciences. Vladivostok, 179 s.
- Novikov Yu.V.* 1960. Oprezelenie vozrasta po cheshue i vozrastnoj sostav sajry (*Sololabis saira* (Brevoort) v rajone yuzhnyh Kuril'skih ostrovov [Age determination by scales and the age structure of Pacific saury (*Cololabis saira* (Brevoort)) in the South Kuril Islands] // *Izvestiya TINRO*. T. 46. S. 233–241.
- Novikov Yu.V.* 1966. Usloviya obrazovaniya promyslovyh skoplenij tihookeanskoj sajry [Conditions of formation of commercial concentrations of saury in the Pacific] // *Trudy VNIRO*. T. 60. S. 143–149.
- Novikov Yu.V.* 1967. Osnovnye cherty biologii i sostoyanie zapasov tihookeanskoj sajry [The main features of the biology and condition of stocks of Pacific saury] // *Izvestiya TINRO*. T. 56. S. 3–50.
- Novikov Yu.V.* 1972. Rasprezelenie, biologiya i zapasy sajry v zone Kalifornijskogo techeniya [Distribution, biology and stocks of saury in the area of the California current] // *Izvestiya TINRO*. T. 81. S. 141–150.
- Novikov Yu.V.* 1986. Nekotorye zakonomernosti rasprezeleniya i migracij massovyh vidov pelagicheskikh vidov ryb severo-zapadnoj chasti Tihogo okeana [Some regularities of distribution and migration of mass pelagic fish species in the North-Western Pacific ocean] // *Voprosy ikhtologii*. T. 26. № 2. S. 196–207.
- Parin N.V.* 1960. Areal sajry (*Cololabis saira* Br. — *Scomberesocidae*, *Pisces*) i znachenie okeanograficheskikh faktorov dlya ee rasprezeleniya [The area of saury (*Cololabis saira* Br. — *Scomberesocidae*, *Pisces*) and the importance of Oceanographic factors for its distribution] // *DAN SSSR*. T. 130, № 3. S. 649–652.
- Pravdin I.F.* 1966. Rukovodstvo po izucheniyu ryb [Guide to the study of fish]. M. Pichshevaya promyshlennostm. 376 s.
- Rumyancev A.I.* 1947. Sajra Yaponskogo morya [Saury of the Sea of Japan] // *Izvestiya TINRO*. T. 25. S. 53–64.
- Serdyuk A.V.* 1967. Rasprezelenie tihookeanskoj sajry v period severnyh migracij [The distribution of Pacific saury in the period of Northern migration] // *Izvestiya TINRO*. T. 61. S. 232–238.
- Filatov V.N.* 2007. Sostoyanie i perspektivy promysla tihookeanskoj sajry v nachale 2000-h gg. [Status and prospects of fishing for the Pacific saury in the early 2000s] // *Izvestiya TINRO*. T. 149. S. 173–190.
- Filatov V.N., Starcev A.V., Ustinova E.I., Eremin Yu.V.* 2011 a. Tihookeanskaya sajra. Nauchno-informacionnoe obespechenie promyslovoj ehkspedicii. [Pacific saury. Scientific and information support of field expedition] Gl. red. Akademik Matishov G.G. Rostov n/D: YUNTS RAN. 120 s.
- Filatov V.N., Starcev A.V., Ustinova E.I., Ponomareva E.N.* 2011 b. Rasprezelenie i razmerno-vozzrastnaya struktura skoplenij sajry v tihookeanskih vodah Rossii [Distribution and size-age structure of saury clusters in the Pacific waters of Russia] // *Vestnik YUNTS RAN*. T. 7, № 3. S. 87–100.
- Shatilina T.A., Nikitin A.A., Bulatov N.V.* 2012. Osobennosti atmosfernoj cirkulyacii i klimata nad severo-zapadnoj chast'yu Tihogo okeana v pervom desyatiletii XXI v. i ikh vliyanie na promysel sajry [The peculiarities of the atmospheric circulation and climate over the North-Western part of the Pacific ocean in the first decade of the XXI century and their influence on saury fishery] // *Mat. XI Vseros. konf. po probl. rybopromyslovogo prognozirovaniya, posvyashchennoj 150-letiyu so dnya rozhdeniya N.M. Knipovicha*. 22–24 maya 2012 g. g. Murmansk. S. 204–216.
- Shuntov V.P., Radchenko V.I., Dulepova E.P., Temnyh O.S.* 1997. Biologicheskie resursy dal'nevostochnoj rossijskoj ehkonomicheskoy zony: struktura pelagicheskikh i donnyh soobshchestv, sovremennyj status, tendencii mnogoletnej dinamiki [Biological resources of the far Eastern Russian economic zone: structure of pelagic and bottom communities, current status, trends of long-term dynamics] // *Izvestiya TINRO*. T. 122. S. 3–15.
- Baitaliuk A.A., Orlov A.M., Ermakov Yu. K.* 2013. Characteristic Features of Ecology of the Pacific Saury *Cololabis saira* (*Scomberesocidae*, *Beloniformes*) in Open Waters and in the Northeast Pacific Ocean // *Rus. J. of Ichthyol.* V. 53, No. 11. P. 1–15.
- Fukushima S.* 1979. Synoptic analysis of migration and fishing condition of saury in the northwest Pacific Ocean // *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.* № 41. P. 1–70.
- Huang W.B., Lo N.C. H., Chiu T.S., Chen C.S.* 2007. Geographical Distribution and Abundance of Pacific Saury *Cololabis saira* (Brevoort) (*Scomberesocidae*), Fishing Stocks in the Northwestern Pacific in Relation to Sea Temperatures // *Zoological Studies*. 46 (6). P. 705–716.
- Kosaka S.* 2000. Life history of Pacific saury *Cololabis saira* find consideration of resource fluctuation based on it // *Bull. Tohoku Nat. Fish. Res. Inst.* № 63. P. 1–96.
- Odate S.* 1977. On the distribution of Pacific saury in the North Pacific Ocean // *Res. Inst. North Pac. Fish. Fac. Fish. Hokkaido Univ. Spec. V.* P. 353–381.

- Sunada J.S.* 1974. Age and growth of the Pacific saury // Calif. Fish and Game. — V. 60, № 2. P. 64–74.
- Tseng C-T., Su N-J., Sun C-L., Punt A.E., Yeh S-Z., Liu D-C., Su W-C.* 2013. Spatial and temporal variability of the Pacific saury (*Cololabis saira*) distribution in the northwestern Pacific Ocean // ICES J. Mar. Sci. First publ. online January 15, 2013. doi: 10.1093/icesjms/fss205.
- Uda M.* 1936. Fishing centre of “samma”, *Cololabis saira* Br. correlated with the head of Oja-siwo cold current // Bull. Jap. Soc. Scient. Fish. V. 5. # 4, P. 236–238.
- Watanabe Y., Butler J., Mori T.* 1988. Growth of Pacific saury, *Cololabis saira*, in the Northeastern and Northwestern Pacific Ocean // Fish. Bull. V. 86, № 3. P. 489–498.

TABLE CAPTIONS

Table 1. Scale of the abundance of saury in the field of light.

FIGURE CAPTIONS

Fig. 1. Maps of the fishing areas of vessel “NIKA 101” (shaded) and light stations (marked by points) in the North-West Pacific in June-November 2014–2015. (a, b) and September-November 2016 (c). 1 — border of the Russian EEZ.

Fig. 2. Concentration of saury (points) in schools in the North-West Pacific according to the data of light stations in the third decade of September — the first decade of October (A), in the 2–3rd decades of October (B) and the first half of November (B) 2014 Designations — FS — Soya front; FO — front of Oyashio; NSAF — northern subarctic front; A35 — anticyclonic eddy; FA35 — front of the eddy A35.

Fig. 3. Areas of saury fishing in the northwestern part of the Pacific Ocean in September-October 2015: FS — Soya Front; FO — front of Oyashio; NSAF — Northern Subarctic Front; A36 — anticyclonic eddy

Fig. 4. Concentration of saury (points) in schools in the northwestern part of the Pacific Ocean according to data from light stations in the third decade of September (a) and the first half of October 2016 (b). FD — Oyashio Front, NSAF — Northern Subarctic Front, A36 — South-Kuril eddy.

Fig. 5. Areas of saury fishing in the northwestern part of the Pacific Ocean in November 2015: FS — Soya Front; FO — front of Oyashio; NSAF — Northern Subarctic Front; A36 — anticyclonic eddy; FA36 — the front of the eddy A36

Fig. 6. Concentration of saury (points) in schools in the northwestern part of the Pacific Ocean according to the data of light stations in the third decade of October and the second decade of November 2016 FO — Front Oyashio, KF — Kuril Front, NSAF — Northern Subarctic Front, SSAF — Southern Subarctic front, FSE — the front of the South Kuril eddy, A36 — South Kuril eddy

Fig. 7. Schemes of saury migration according to catches and search by vessels of SSK company in NWP in June-November 2014 (a), in June-November 2015 (b) and in September-November 2016 (c). Designations: NSAF (1) — Northern Subarctic Front; FO (2) — Oyashio Front; KF — the Kuril Front; A35, A36 — South Kuril anticyclonic eddies; Assk — the Middle Kuril anticyclonic eddy; figures next to the name of the month — a decade; 10–15 — water temperature; 1 — the ways of southern saury migrations; 2 — large saury; 3 — small saury