

Среда обитания водных
биологических ресурсовДиагноз и прогноз условий среды
обитания гидробионтов

УДК 597.593.8:639.239

**Влияние океанологических условий на положение районов
промысла пелагических рыб в тихоокеанских водах
Курильских островов в холодном 2017 г. и тёплом 2018 г.**

Ю. В. Новиков, Д. В. Антоненко, А. А. Никитин

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), г. Владивосток

E-mail: dmantonenko@yandex.ru

Механизм формирования структуры поверхностных вод Южно-Курильского района (ЮКР) в последние два года претерпел существенные изменения. Так, в августе-ноябре 2017 г. в ЮКР преобладал «холодный» тип гидрологических условий. На большей части рассматриваемой акватории температура воды на поверхности была ниже нормы на 1–2 °С. Напротив, в августе-ноябре 2018 г. в ЮКР преобладал «тёплый» тип гидрологических условий, и температура воды в рассматриваемом районе была выше среднеемноголетней на 1–3 °С. Промысел сайры в 2018 г., как и в 2017 г., начался во второй декаде августа на периферийных фронтах вихря среднекурильского антициклонического вихря Аск и продолжался здесь до второй декады сентября. В конце сентября промысловый район образовался в юго-западной части ИЭЗ Российской Федерации и, в отличие от 2017 г., сохранялся до начала третьей декады октября. Такая продолжительность промысла связана с «тёплым» типом гидрологических условий. За пределы ИЭЗ сайры сместилась в конце октября. Промысел сардины и скумбрии начался в середине июля 2018 г. и вёлся на северной периферии вихря южнокурильского антициклонического вихря А'. Однако в конце октября, в отличие от 2017 г., промысел здесь практически прекратился в связи со снижением градиента температуры на периферийных фронтах вихря, обусловленным высокой температурой поверхностных вод течения Ойясио. В конце октября — первой половине ноября 2018 г. лов скумбрии и сардины вёлся на высокоградиентных участках Северного субарктического фронта (ССАФ) на восточной и южной границе ИЭЗ России. В отличие от предыдущего года, скопления сардины и скумбрии значительно дольше оставались в экономической зоне России.

Ключевые слова: тихоокеанская сайра *Cololabis saira*, сардина *Sardinops melanostictus*, скумбрия *Scomber japonicus*, распределение, миграции, северо-западная часть Тихого океана, температура, аномалии, течения, субарктический фронт, антициклонический вихрь, спутниковые снимки.

DOI: 10.36038/2307-3497-2020-180-99-115

ВВЕДЕНИЕ

Изучение особенностей океанологических условий в Южно-Курильском районе (ЮКР), их сезонной и межгодовой изменчи-

вости, необходимо как для анализа текущей промысловой обстановки, так и для прогнозов на краткосрочную и среднесрочную перспективу в период путины пелагических

видов рыб (сайра, сардина и скумбрия) [Булатов, Обухова, 2003; Самко, Булатов, 2005]. В предыдущих исследованиях был выявлен механизм образования и эволюции рингов Куроиси с тёплым ядром и их роль в формировании квазистационарного южнокурильского антициклонического вихря, а также рассмотрено влияние положения этих тёплых вихрей на промысел пелагических рыб и кальмаров [Самко и др., 2008; Старцев, 2011; Самко, Булатов, 2014]. При оценке и прогнозировании океанологических условий, влияющих на промысел сайры в Южно-Курильском районе, в первую очередь, обращается внимание на положение антициклонических вихрей [Kitano, 1975; Лобанов и др., 1991; Козлов, Гурулев, 1994]. Скопления сайры промыслового характера образуются на их периферии, в то время как в циклонических вихрях — на участках между противоположно направленными течениями, в относительно тёплых субарктических водах на границах с тёплыми рингами [Самко и др., 2007; Булатов и др., 2008; Филатов и др., 2011; Филатов, 2015; Scomber, Новиков, 2017; Новиков, Самко, 2017; Никитин и др., 2018].

Кроме того, ранее была отмечена зависимость распределения скоплений пелагических промысловых объектов от типа океанологических условий района, определяющегося положением Северного субарктического фронта [Савиных и др., 2003; Новиков и др., 2007].

В представленной работе приведён совместный анализ гидрологических условий в ЮКР и распределения промысла сайры, сардины и скумбрии в августе-ноябре 2018 г. в пределах исключительной экономической зоны (ИЭЗ) России, а также результаты их сравнения с аналогичным периодом 2017 г.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Спутниковые данные. В основу работы положена информация со сканеров AVHRR (спутников серии NOAA) и MODIS (спутники Terra и Aqua) в инфракрасном диапазоне спектра в августе-ноябре 2017–2018 гг. Эти данные получены в Институте Автоматики и Процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИАПУ ДВО РАН,

г. Владивосток) и в Дальневосточном региональном центре приёма и обработки данных (ДВ РЦПОД, г. Хабаровск). Пространственное разрешение спутниковых изображений для сканеров Modis (спутники Terra и Aqua) составляет 1 км, а для NOAA — около 1,1 км. Терминология, методики обработки спутниковых снимков изложены в соответствующих работах [Булатов, 1984; Алексанин, Алексанина, 2006]. Дополнительно использовалась аналогичная спутниковая информация меньшего разрешения, имеющаяся в Гидрографическом и Океанографическом Департаменте Береговой Охраны Японии [Hydrographic and Oceanographic ..., 2019].

Карты аномалий поверхностной температуры воды в северо-западной части Тихого океана (СЗТО) за август-ноябрь 2017–2018 гг. доступны на сайте Японского Метеорологического Агентства [Japan Meteorological ..., 2019].

Для оценки положения промысловых участков и эффективности промысла пелагических объектов использовались данные промысловой статистики, получаемые из судовых суточных донесений добывающих судов (ССД). ССД включает в себя координаты добывающего судна, где проходил лов в течение суток и вылов пелагических объектов по каждому виду. Массив данных, полученный за путину, обрабатывался и на его основе строились карты распределения промысловых районов.

ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Перестройка механизма формирования структуры поверхностных вод Южно-Курильского района. Многолетний анализ спутниковых изображений, проведённый ранее Н.В. Булатовым, выявил, что взаимодействие Ойясио с крупномасштабным квазистационарным антициклоническим вихрем (южнокурильский антициклон) является основным процессом, формирующим структуру поверхностных вод в районе Южных Курил и влияющим на распределение и характер промысла пелагических рыб и кальмаров [Булатов и др., 2008; Самко, Булатов, 2014]. Время существования южнокурильского антициклона составляет от полугода

до нескольких лет, глубина — более 700 м, диаметр 100–120 миль (рис. 1а). Согласно проведённым исследованиям крупные антициклонические вихри формируются на юге в первом или втором меандрах Куро-сио и представляют собой ринги Куро-сио с тёплым ядром [Самко и др., 2007]. Начиная с 1980 г. каждому такому вихрю в процессе мониторинга придавался свой порядковый номер. Далее, неся в себе субтропические воды Куро-сио и большой запас энергии, эти

вихри смещаются вдоль первой ветви Куро-сио на северо-восток, в сторону Южных Курильских островов, формируя южнокурильский антициклон. Позднее были выделены три основных типа структуры поверхностных вод в зависимости от положения южнокурильского антициклона и положения Северного субарктического фронта [Новиков, Самко, 2017]. Для каждого типа была выявлена характерная структура вод и особенности промысла сайры.

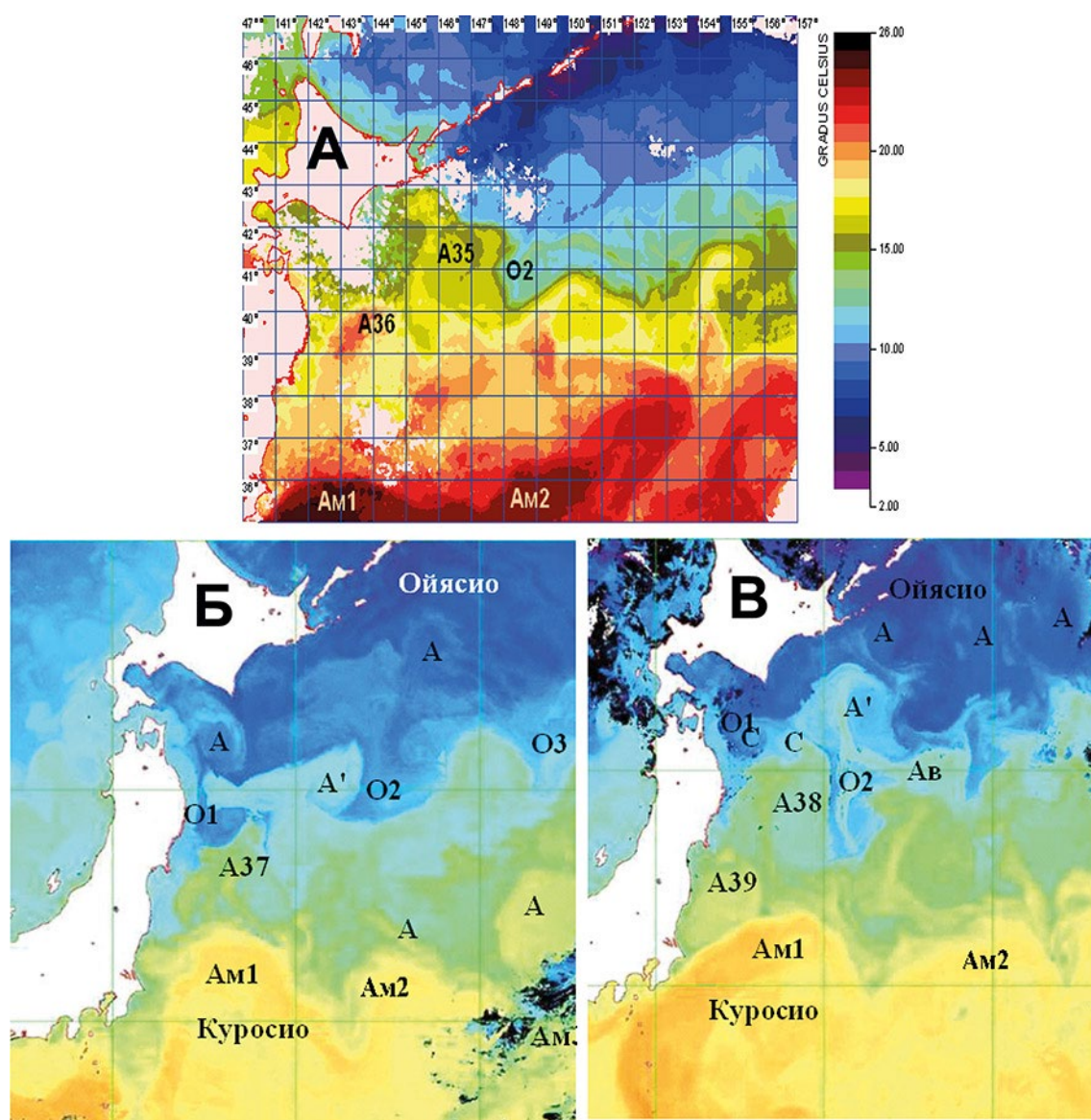


Рис. 1. Композиционные спутниковые снимки: (MTSAT1) (А) — за 08–12 июля 2015 г., (NOAA/HRPT) (Б) — за 08–10 мая 2017 г. и (В) — за 04–06 мая 2018 г.

Условные обозначения: А, А', Ав, А37, А38, А39 — антициклонические вихри; Ам1, Ам2, Ам3 — меандры Куро-сио; О1, О2, О3 — ветви Ойя-сио; С — циклонические вихри

Однако в рассматриваемые два года механизм формирования структуры поверхностных вод около Южных Курил изменился. Последний южнокурильский антициклон — ринг Куроисио с тёплым ядром (А36) диссипировал в январе 2017 г. В последующий период в районе Южных Курил из межфронтальных вод первой и второй ветвей Куроисио стали формироваться мезомасштабные антициклонические вихри А', занявшие место тёплых рингов Куроисио, которые отмечались только южнее 40° с. ш. Время жизни этих вихрей — менее 7 месяцев, глубина менее 400 м, диаметр 60–100 миль, они образованы из трансформированных субтропических вод и имеют значительно меньший запас энергии, чем ринги Куроисио. Следует отметить, что образование этих вихрей как в 2017, так и в 2018 гг., происходило в конце апреля (рис. 16, в). Поверхностная структура в зонах субарктических и межфронтальных вод стала отличаться значительной неупорядоченностью, вызванной повышенным вихреобразованием. В данном случае под неупорядоченностью понимается возникновение температурных неоднородностей и вторичных термических фронтов в зонах вихревых возмущений на акватории однородных поверхностных водных масс. До 2017 г. неупорядоченность была характерна только для отдельных месяцев переходных периодов (весна, осень).

Одной из возможных причин перестройки, вероятно, является значительное снижение площади вод течения Ойясио, начавшееся по данным японского метеорологического агентства в 2016 г.

Гидрологические условия в августе-ноябре 2017 г. В августе 2017 г. в ЮКР и прилегающих открытых водах СЗТО сложилась гидрологическая ситуация, которую можно отнести к условно «тёплому» типу гидрологических условий [Савиных и др., 2003; Новиков и др., 2007; Новиков, Самко, 2017]. Северный субарктический фронт (ССАФ) и фронт течения Ойясио (ФО) занимали северное положение. Курильский фронт занимал своё стандартное положение (рис. 2а). Во всем районе преобладали положитель-

ные аномалии ТПО, температура поверхности была выше среднегодовой на 1–2 °С (рис. 2б).

В это же время южнокурильский антициклонический вихрь А' занимал близкое от Малой Курильской гряды положение (41°30' с. ш. 147°10' в. д.). Южнее о. Симушир находился квазистационарный среднекурильский антициклонический вихрь Аск. Характерной чертой этого периода был процесс необычно высокого вихреобразования, особенно в зоне субарктических вод. При этом повышенное количество мезомасштабных антициклонических вихрей (вихри А) обуславливало значительную неупорядоченность гидрологической структуры поверхностных вод в районе.

В первой декаде сентября после прохождения тайфуна SANVU (3–5 сентября) произошло резкое снижение ТПО, особенно в восточной части ЮКР. Знак аномалий ТПО сменился на отрицательный, а их значения достигали –2 °С (рис. 2). Одновременно произошло значительное смещение к югу фронта течения Ойясио и Северного субарктического фронта.

Прохождение второго тайфуна TALIM 18–20 сентября еще более обострило процессы выхолаживания. В районе стали преобладать отрицательные аномалии ТПО со значениями от –1 до –3 °С (рис. 2). В целом, в течение сентября понижение температуры воды на поверхности рассматриваемой акватории составило в среднем 3–5 °С.

Северный субарктический фронт и фронт течения Ойясио заняли крайне южное положение для конца сентября. Соответственно, в течение этого времени тип гидрологических условий резко сменился с условно «тёплого» на условно «холодный».

В октябре интенсивность выхолаживания заметно снизилась. На середину месяца на рассматриваемой акватории аномалии ТПО менялись от слабых положительных до слабых отрицательных (рис. 3). Гидрологические условия оценивались как условно «холодные».

В ноябре под преобладающим влиянием циклонов вновь усилились процессы выхолаживания. Отрицательные аномалии ТПО

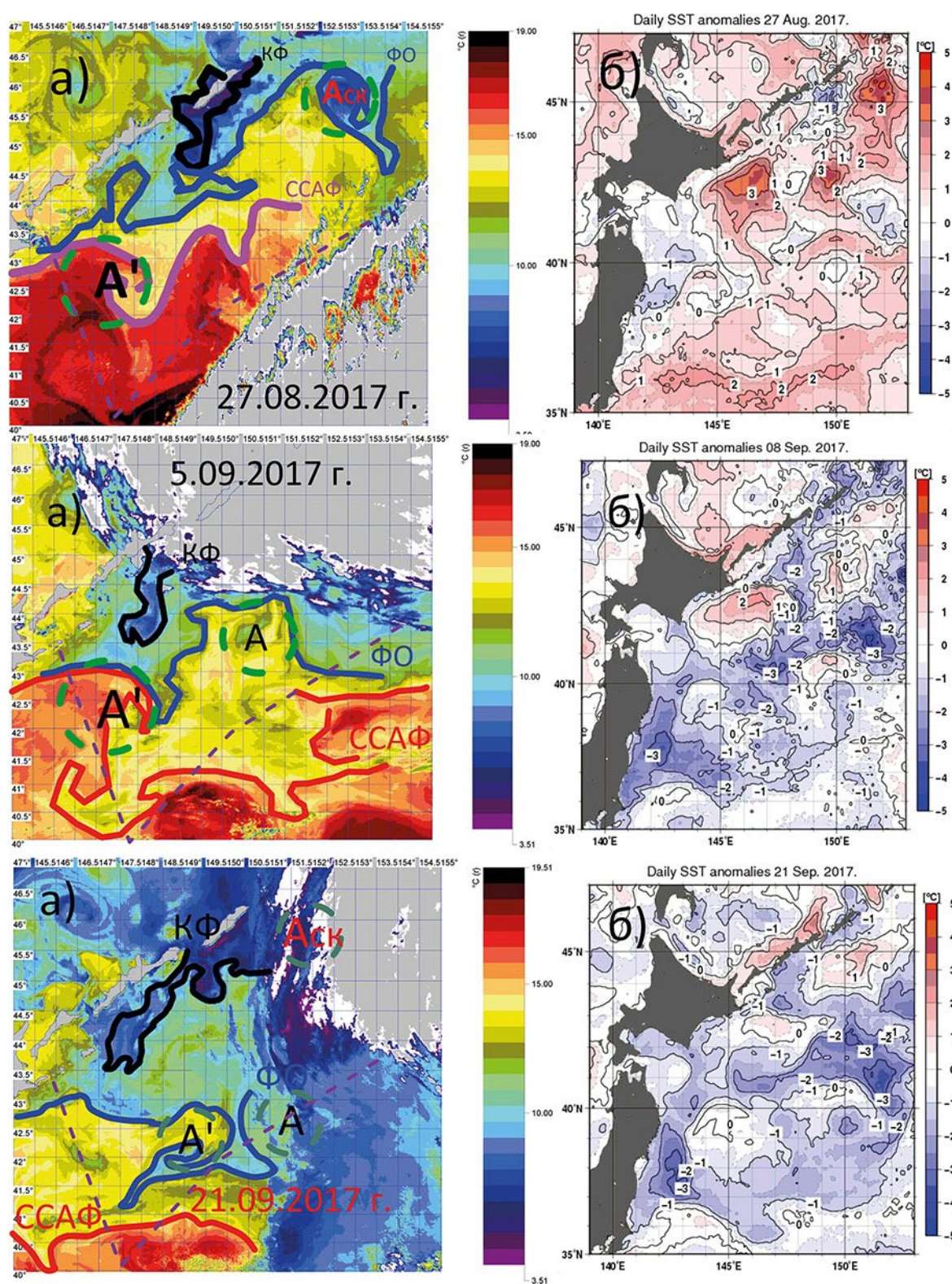


Рис. 2. Спутниковые ИК снимки и распределение фронтальных зон (А), аномалий ТПО (Б) 27 августа, 5 и 21 сентября 2017 г.

Условные обозначения: Аск — среднекурильский антициклон; А — антициклонические вихри; ССАФ — Северный субарктический фронт; ФО — фронт течения Ойясио; КФ — Курильский фронт

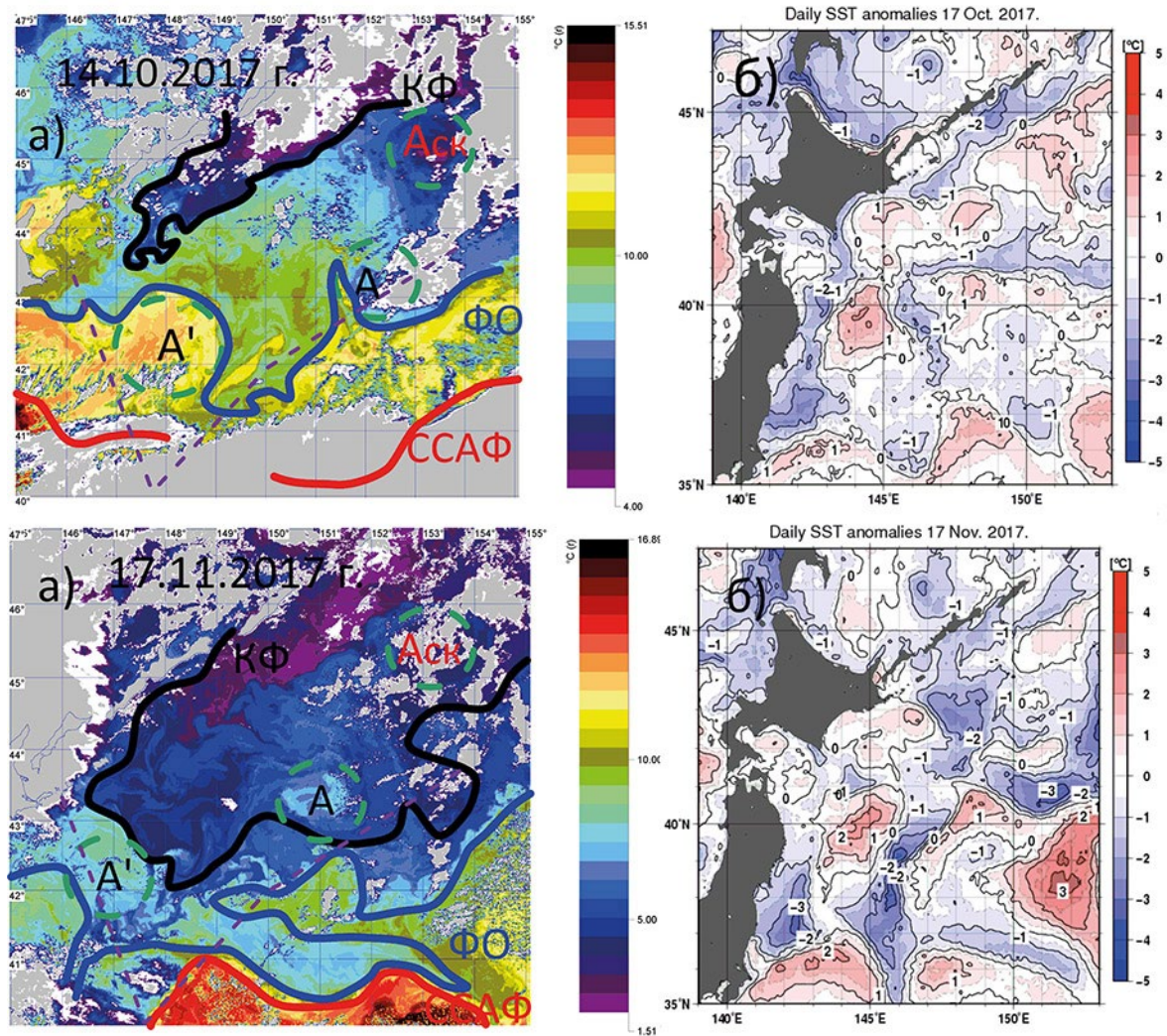


Рис. 3. Спутниковые ИК снимки и распределение фронтальных зон (А), аномалий ТПО (Б) 14 октября и 17 ноября 2017 г.

Аск — среднекурильский антициклон; А — антициклонические вихри; ССАФ — Северный субарктический фронт; ФО — фронт течения Ойясио; КФ — Курильский фронт

к середине месяца составили -1 — -3 °C (рис. 3). Сохранился условно «холодный» тип гидрологических условий.

Гидрологические условия в августе-ноябре 2018 г. В августе 2018 г. в ЮКР и прилегающих открытых водах СЗТО сложилась гидрологическая ситуация, которую можно отнести к умеренно «холодному» типу гидрологических условий. Северный субарктический фронт (ССАФ) занимал южное положение, а фронт течения Ойясио (ФО) — северное положение. Курильский фронт занимал своё стандартное положение (рис. 4а).

В районе преобладали отрицательные аномалии ТПО, достигавшие -2 °C (рис. 4 б).

Как и в 2017 г., южнокурильский антициклонический вихрь А' занимал близкое от Малой Курильской гряды положение ($41^{\circ}40'$ с. ш. $147^{\circ}50'$ в. д.). Южнее о. Симушир находился квазистационарный среднекурильский антициклонический вихрь Аск, сформировавшийся в 2018 г. только в июле. Также, в 2018 г. наблюдался процесс высокого вихреобразования в зоне субарктических вод.

В отличие от 2017 г., сильных тайфунов и глубоких циклонов над районом в рассма-

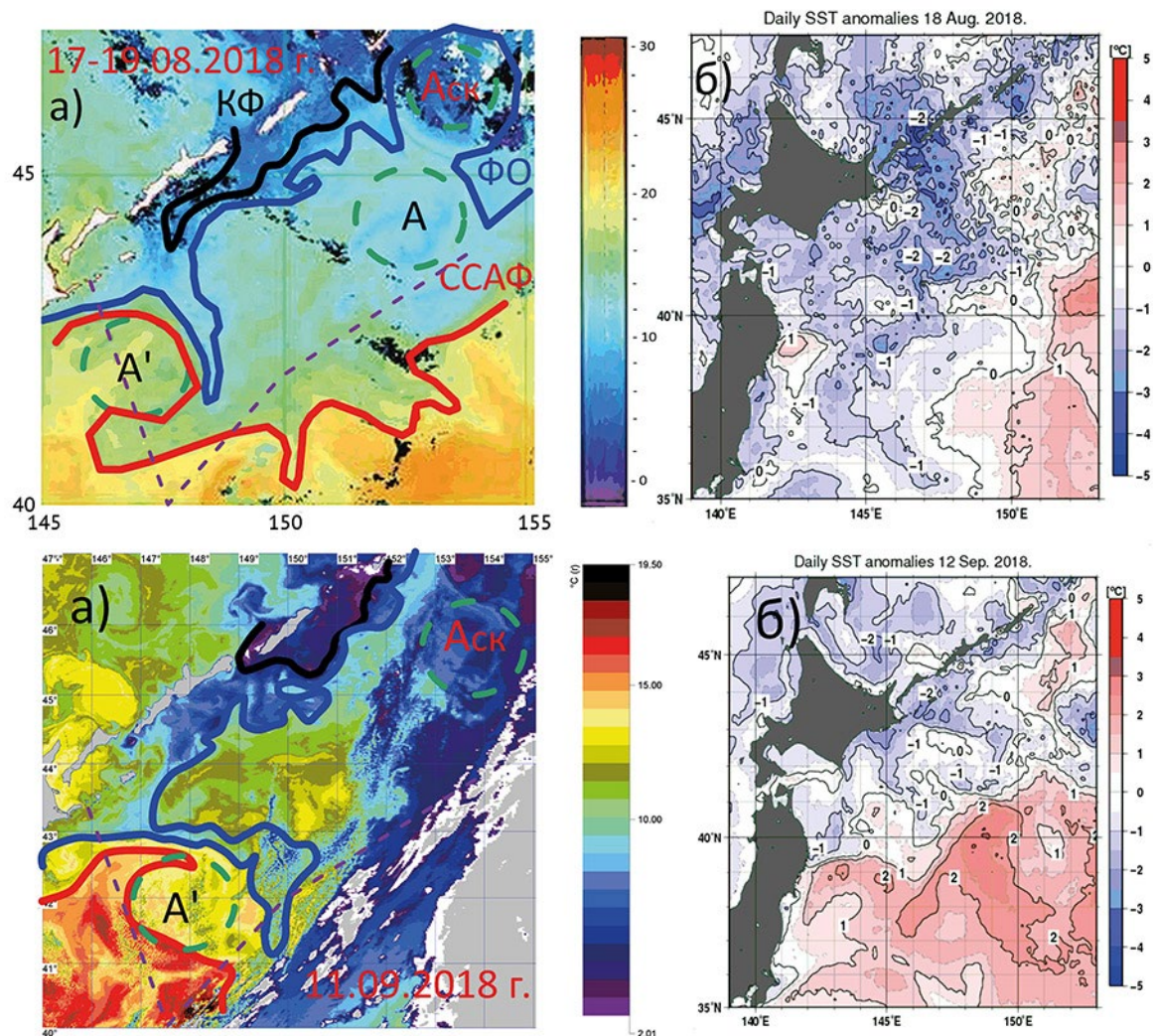


Рис. 4. Спутниковые ИК снимки и распределение фронтальных зон (А), аномалий ТПО (Б) 18 августа и 11 сентября 2018 г.

Аск — среднекурильский антициклон; А — антициклонические вихри; ССАФ — Северный субарктический фронт; ФО — фронт течения Ойясио; КФ — Курильский фронт

триваемый период отмечено не было, поэтому процессы прогрева поверхностных вод продолжались и в конце сентября. Обычно же максимум температуры поверхностных вод в ЮКР приходится на конец августа — начало сентября. Кроме того, в сентябре заметно увеличилась активность первой и второй ветвей Куроисио и адвекция тёплых вод в ЮКР (зона ИЭЗ России). Таким образом, в сентябре наблюдалась уже ситуация умеренно «тёплого» типа. Северный субарктический фронт и фронт течения Ойясио занимали в сентябре северное положение. На юге района преобладали положительные

аномалии ТПО (от +2 °C), а в его северной части отрицательные (до -2 °C) (рис. 4).

В октябре — начале ноября 2018 г. в ЮКР и прилегающих открытых водах СЗТО сложилась гидрологическая ситуация, которую можно отнести к условно «тёплому» типу гидрологических условий. Северный субарктический фронт (ССАФ) и фронт течения Ойясио (ФО) занимали северное положение. Курильский фронт занимал своё стандартное положение (рис. 5). Во всем районе преобладали положительные аномалии ТПО, температура поверхности была выше среднеемноголетней на 1–2 °C, несмотря на нача-

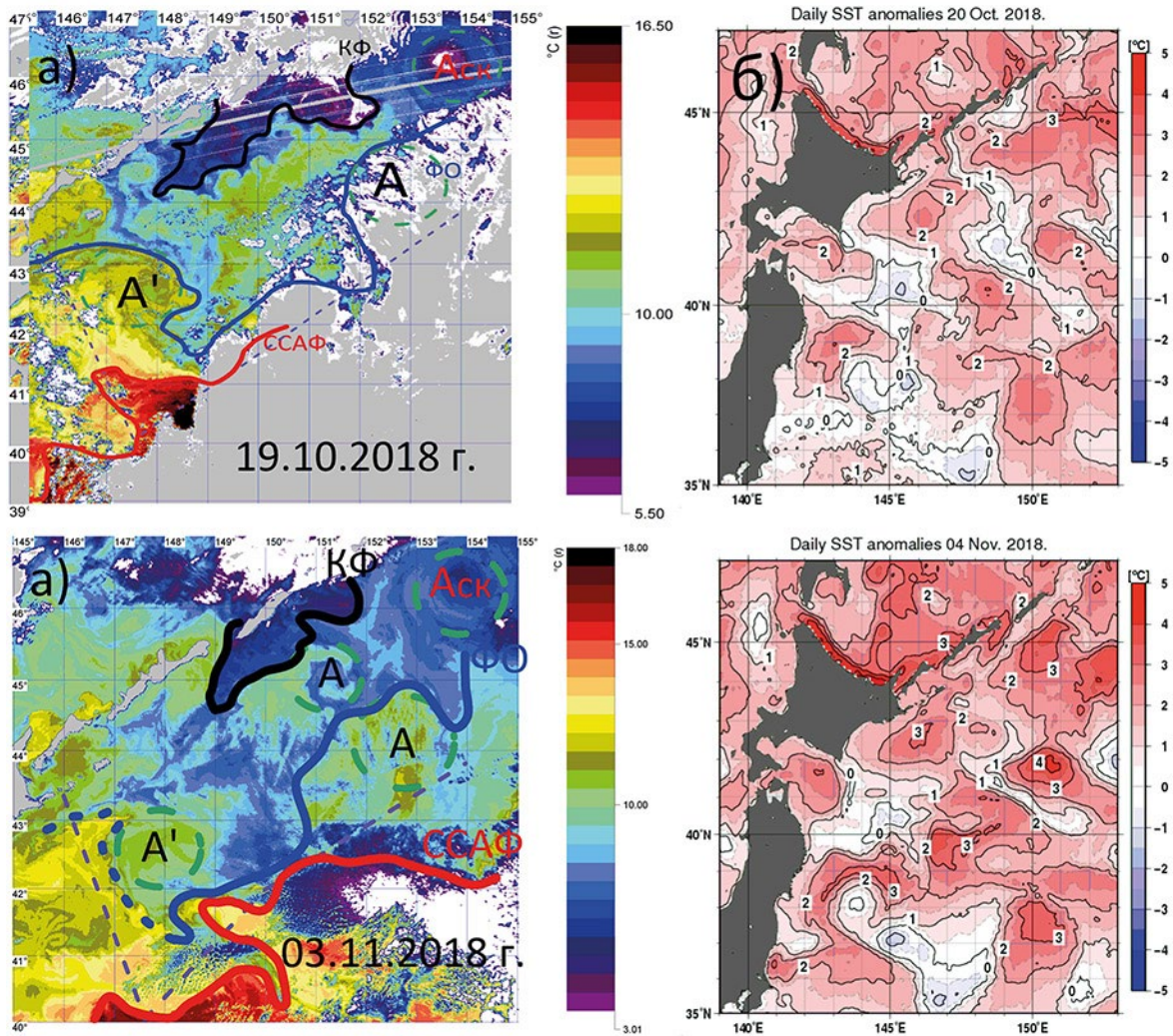


Рис. 5. Спутниковые ИК снимки и распределение фронтальных зон (А), аномалий ТПО (Б) 19 октября и 03 ноября 2018 г.

Аск — среднекурильский антициклон; А — антициклонические вихри; ССАФ — Северный субарктический фронт; ФО — фронт течения Ойясио; КФ — Курильский фронт

ло осени, все ещё сохранялись процессы вихреобразования (рис. 5). Наблюдались и все антициклонические вихри, образовавшиеся здесь в весенне-летний период: А' — южнее о. Шикотан, А1 — у юго-восточной границы ИЭЗ, Аск — восточнее о. Симушир (рис. 5). Вихрь А' постепенно перестал выделяться в поле температуры в связи с высоким температурным фоном и прекратившейся «подпиткой» теплом из первой и второй ветвей Курисио. Значительно ослабла адвекция тёплых вод вдоль западной периферии А1 в сторону вихря Аск, который заполнялся холодными водами Курильского течения.

В октябре-ноябре произошло сезонное усиление течения Ойясио. В 2018 г. была особенно развита первая ветвь течения (О1), потеснив при этом к югу первую ветвь Курисио. Вторая ветвь течения начала усиливаться со второй половины октября.

По данным Японского Метеорологического Агентства (JMA) темпы осеннего выхолаживания в 2018 году в октябре и ноябре были очень низкие и составили всего 0–2 °C в декаду. По сравнению с предыдущим годом температура воды на поверхности была выше прошлогодней в среднем в октябре на 1–3 °C, в ноябре на 2–5 °C. Температура воды

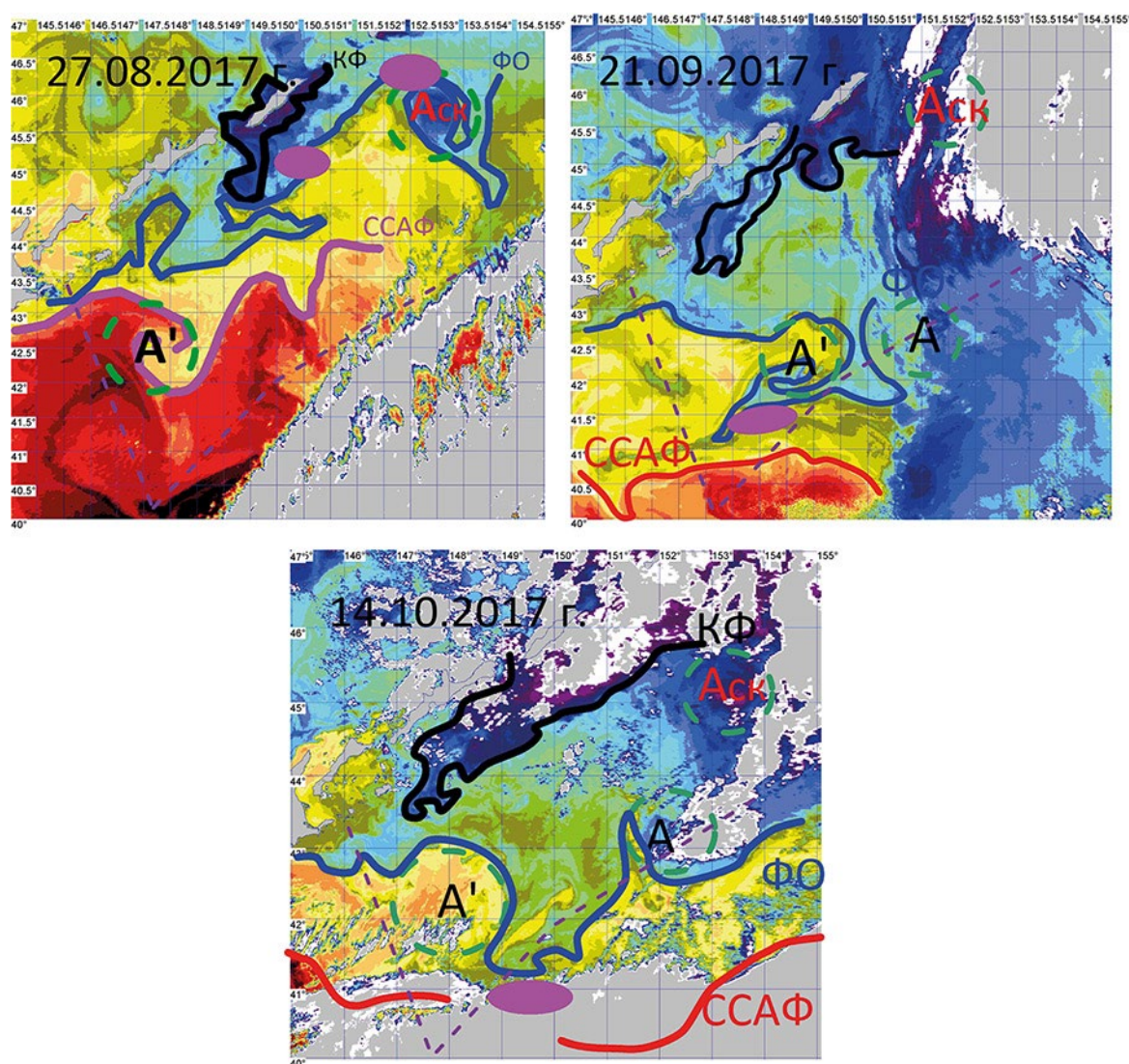


Рис. 6 Распределение промысловых районов сайры в августе — октябре 2017 г. (розовый овал). Условные обозначения см. на рис. 1–5

на поверхности в октябре и ноябре была выше среднемноголетней нормы на 1–3 °С. Положительные аномалии преобладали на всей акватории рассматриваемого района (рис. 5).

ПОЛОЖЕНИЕ РАЙОНОВ ПРОМЫСЛА ПЕЛАГИЧЕСКИХ РЫБ

Сайра Cololabis saira Brevoort, 1856. В 2017 г., как и в предыдущие годы, во второй декаде августа нагуливающиеся косяки сайры вошли в экономическую зону России в прикурильских водах и образовали два промысловых района: на периферии среднекурильского антициклоническо-

го вихря (Аск) юго-восточнее пр. Буссоль и на Курильском фронте в районе пр. Фриза (рис. 6). По данным промысловой статистики максимальные суточные уловы на судно в августе достигали 40–50 т. В сентябре после прохождения тайфунов, вызвавших сильное выхолаживание вод и смену типа океанологических условий с «тёплого» на «холодный», промысловые скопления распались, и подходов сайры из открытых вод больше не наблюдалось. В конце сентября сайра сместилась в юго-западную часть ЮКР к границе ИЭЗ и, в основном, вышла за пределы экономической зоны России.

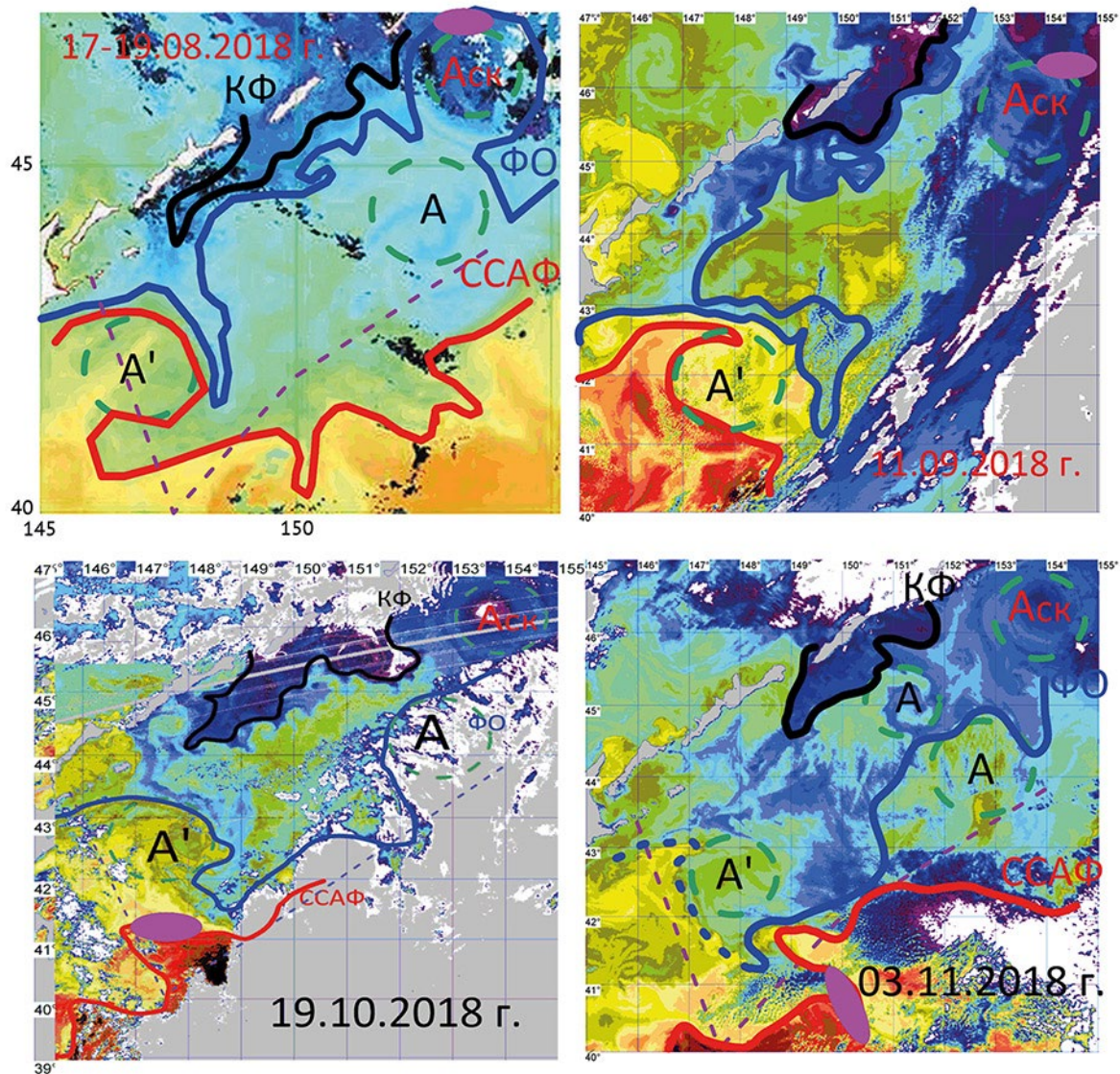


Рис. 7 Распределение промысловых районов сайры в августе — октябре 2018 г. (розовый овал). Условные обозначения см. на рис. 1–5

В 2018 г. промысел сайры также начался во второй декаде августа на периферийных фронтах вихря Аск и продолжался здесь до второй декады сентября (рис. 7). В конце сентября промысловый район был образован в юго-западной части ИЭЗ России, и в отличие от прошлого года, промысел сайры в пределах ИЭЗ вёлся до начала третьей декады октября. Такая продолжительность промысла вызвана «тёплым» типом гидрологических условий. За пределы ИЭЗ сайра сместилась в конце октября.

Кардина *Sardinops melanostictus* (Temminck et Schlegel, 1846) и скумбрия

Scomber japonicus (Houttuyn, 1782). В 2017 г. устойчивый промысел сардины и скумбрии начался в начале августа и продолжался до конца первой декады ноября. Практически весь период промысел вёлся в основном на северной периферии антициклонического вихря А' южнее Малой Курильской гряды (рис. 8).

Эффективность промысла скумбрии в июле-августе была невысока, вылов на судо-сутки (с/с) лова составил 6–7 т. В дальнейшем в сентябре и в октябре плотность скоплений скумбрии увеличивалась, что положительно сказывалось на промысловых

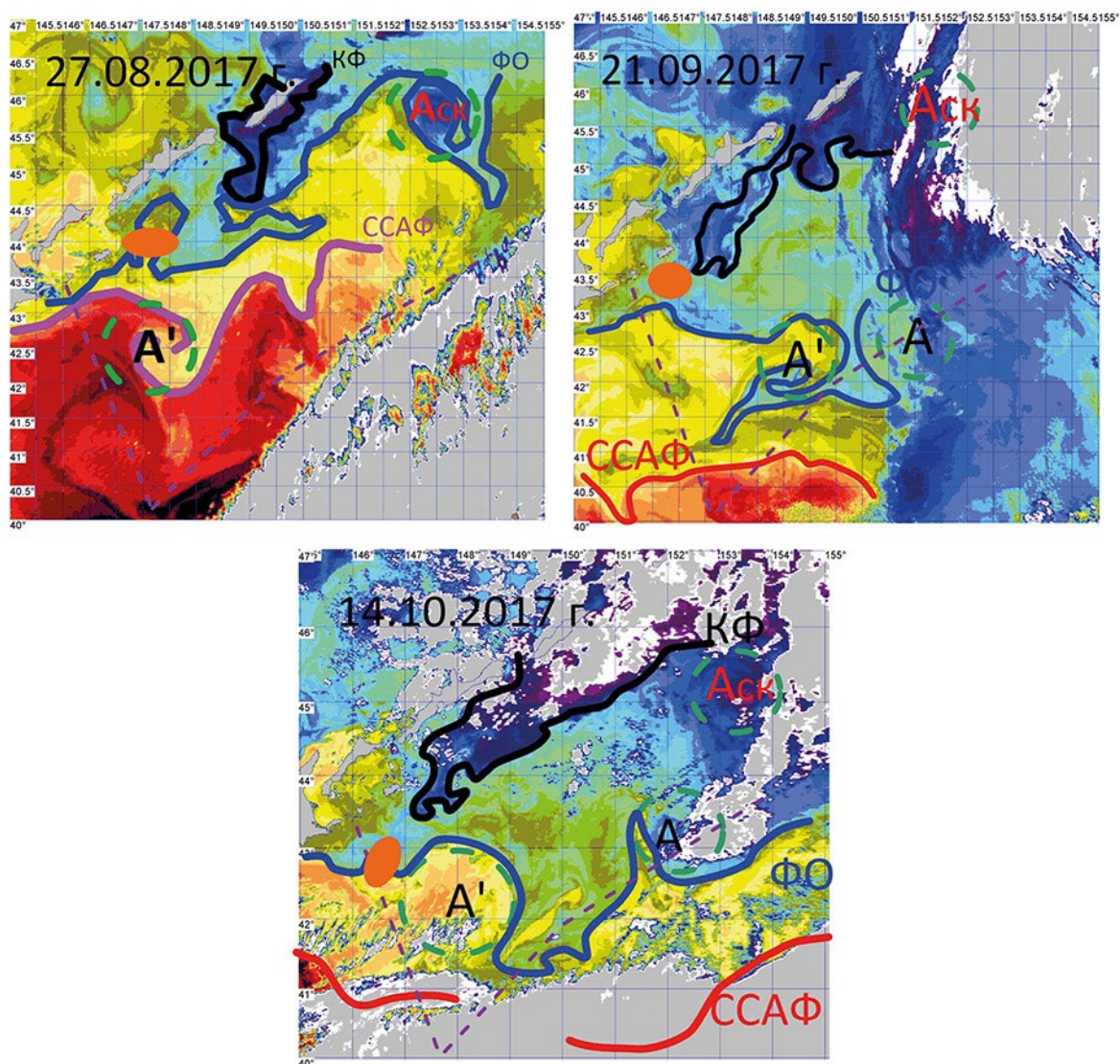


Рис. 8. Положение промысловых районов сардины и скумбрии в августе — ноябре 2017 г. (коричневый овал). Условные обозначения см. на рис. 1–5

показателях. Средний вылов скумбрии на судно в сутки в сентябре (во второй половине) был на уровне 40–50 т, в октябре — 70–80 т, а в первой декаде ноября вырос до 100 т. Начиная с первой декады ноября, суда под флагом России начали переходить в зону Японии, где продолжили промысел.

В путину 2017 г. к промыслу сардины суда под российским флагом приступили с начала июля, однако в этот период уловы были небольшими и не превышали 5 т на с/с лова.

Однако с третьей декады июля эффективность лова сардины значительно выросла и достигла 36 т на с/с лова. Максималь-

ных значений средний вылов сардины на судно в сутки достиг во второй половине августа — первой половине сентября — 40 т. В октябре эффективность промысла сардины начала резко снижаться, по причине выхолаживания поверхностных вод и отхода основных скоплений сардины в более тёплые воды за пределы экономической зоны России. Уже со второй декады октября вылов на с/с лова упал до 5–6 т.

В 2018 г. промысел сардины и скумбрии начался в середине июля и вёлся на северной периферии вихря А' (рис. 9). Однако в конце октября он здесь практически прекратился

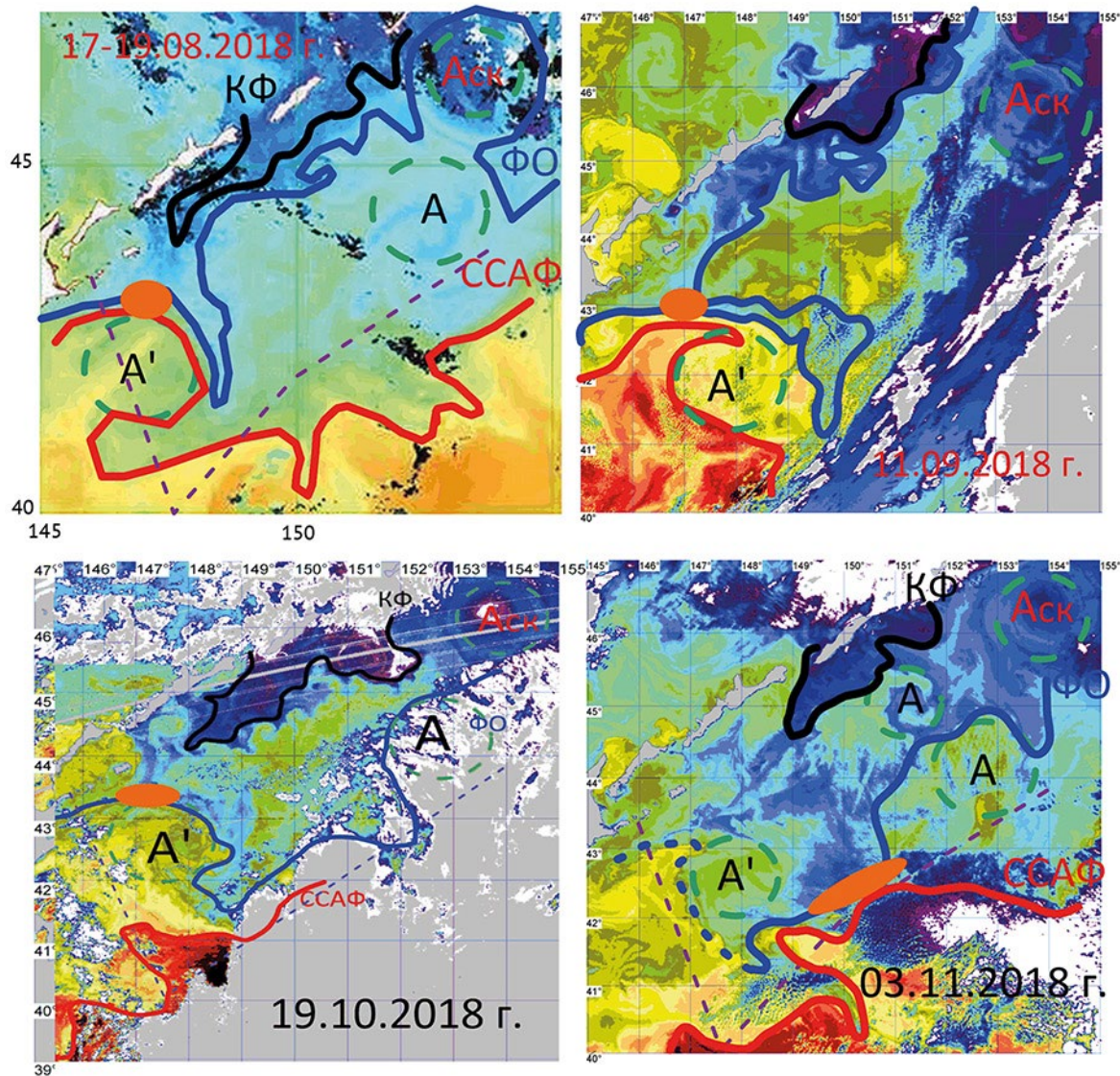


Рис. 9. Положение промысловых районов сардины и скумбрии в июле — ноябре 2018 г. (коричневый овал). Условные обозначения см. на рис. 1–5

в связи со снижением градиента температуры на периферийных фронтах вихря, обусловленным высокой температурой поверхностных вод течения Ойясио. В конце октября — первой половине ноября 2018 г. лов скумбрии и сардины вёлся на высокоградиентных участках Северного субарктического фронта на восточной и южной границе ИЭЗ России.

По характеру распределения в 2018 г. скумбрия в скоплениях высокой концентрации отмечалась на значительно большей акватории, чем сардина. Скумбрия избега-

ла прибрежных вод и вод основного потока Ойясио, где отмечаются повышенные концентрации фито- и зоопланктона, в первую очередь, мелких форм. Предпочтение отдавалось зонам ветвей Ойясио и водам субарктической структуры у фронтального раздела с водами Ойясио, где можно было обнаружить повышенные концентрации крупных форм зоопланктона. По данным поискового судна «В. Сафонов» скумбрия отмечалась на обширной акватории у Южных, у средних Курильских островов. В целом

следует отметить, что по сравнению с 2017 г. концентрация скумбрии в российских водах осенью значительно возросла. Промысел скумбрии в отличие от лета-осени 2017 г. вёлся на практически всей акватории ЮКР. В 2018 г. он начался в июле у островов Малой Курильской гряды, в сентябре добывающие суда смещались на юго-восток, и в октябре лов вёлся на удалении 100–180 миль от о. Шикотан. В то время, как в 2017 г., промысел сардины и скумбрии вёлся на протяжении всего времени промысла у Малой Курильской гряды (рис. 8, 9).

В путину 2018 г. максимальные уловы сардины пришлось на август и сентябрь, как и в 2017 г. В октябре вылов сардины в российских водах стал значительно сокращаться, и в ноябре она практически перестала ловиться. Как и в 2017 г. наиболее плотные скопления косяков сардины были приурочены к водам Ойясио в прибрежных водах островов Малой Курильской Гряды, где в летне-осенний период создаются условия для стабильно высокой биомассы фито- и зоопланктона. Схожие условия в районе Южных Курильских островов обычно создаются в прибрежной части о. Итуруп, что привело к формированию в этих местах скоплений сардины в 1980-е годы. Однако особенностью путины 2018 г. является более раннее начало промысла. Так, уже в июле добывающие суда показали достаточно высокие результаты вылова сардины. Кроме того, в путину 2018 г. вследствие более медленного охлаждения поверхностных вод сардина и скумбрия значительно дольше находились в ИЭЗ России. Вылов сардины на судосутки лова был максимальным в первую декаду июля. В среднем за путину вылов на судосутки лова сардины составил 51,7 т, в путину 2017 г. — 21,5 т.

ВЫВОДЫ

1. Механизм формирования структуры поверхностных вод Южно-Курильского района в последние два года претерпел существенные изменения. По спутниковым данным имеющегося ряда наблюдений с 1980 по 2016 гг. южнокурильский антициклон формировался из крупных антициклонических

вихрей — тёплых рингов Куроисио, обладающих большим запасом энергии и несущих в район Южных Курил субтропические воды Куроисио. В 2017 и 2018 гг. место тёплых рингов Куроисио заняли мезомасштабные антициклонические вихри, образованные из трансформированных субтропических межфронтальных вод первой и второй ветвей Куроисио.

2. В августе-ноябре 2017 г. в ЮКР преобладал «холодный» тип гидрологических условий, и на большей части рассматриваемой акватории температура воды на поверхности была ниже нормы на 1–2 °С.

3. В августе-ноябре 2018 г. в ЮКР преобладал «тёплый» тип гидрологических условий, и температура воды в рассматриваемом районе была выше среднемноголетней на 1–3 °С.

4. В 2018 г. промысел сайры, как и в 2017 г., начался во второй декаде августа на периферийных фронтах вихря Аск и продолжался здесь до второй декады сентября. В конце сентября промысловый район был образован в юго-западной части ИЭЗ России, и в отличие от 2017 г. промысел сайры в пределах ИЭЗ вёлся до начала третьей декады октября. Такая продолжительность промысла вызвана «тёплым» типом гидрологических условий. За пределы ИЭЗ сайра сместилась в конце октября.

5. В 2018 г. промысел сардины и скумбрии начался в середине июля и вёлся на северной периферии вихря А'. Однако в конце октября, в отличие от 2017 г., промысел практически прекратился в связи со снижением градиента температуры на периферийных фронтах вихря, вызванным высокой температурой поверхностных вод течения Ойясио. В конце октября — первой половине ноября в 2018 г. лов скумбрии и сардины вёлся на высокоградиентных участках Северного субарктического фронта на восточной и южной границе ИЭЗ России. В отличие от 2017 г. скопления сардины и скумбрии значительно дольше оставались в экономической зоне России.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексанин А.И., Алексанина М.Г. 2006. Мониторинг термических структур поверхности океана по данным ИК-канала спутников NOAA на примере Прикурильского района Тихого океана // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Вып. 3. Т. 2. С. 9–15.
- Антоненко Д.В., Новиков Ю.В. 2017. О нагульных миграциях сайры в северо-западной части Тихого океана // Известия ТИНРО. Т. 188. С. 115–124.
- Булатов Н.В. 1984. Рекомендации по использованию спутниковых ИК снимков в океанологических исследованиях. Владивосток. ТИНРО. 43 с.
- Булатов Н.В., Обухова Н.Г. 2003. Выделение регионов, благоприятных для концентраций пелагических рыб (сайры) // Тез. докл. семинара «Математическое моделирование и информационные технологии в исследованиях биоресурсов Мирового океана». Владивосток. ТИНРО-центр. С. 44–45.
- Булатов Н.В., Самко Е.В., Цыпышева И.В. 2008. Океанологические образования, благоприятные для концентрации пелагических рыб по инфракрасным данным ИСЗ С.Ш.ОАА // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Вып. 5. Т. 2. С. 49–61.
- Козлов В.Ф., Гурулев А.Ю. 1994. О перемещении вихрей вдоль глубоководного желоба // Метеорология и гидрология. № 6. С. 70–78.
- Лобанов В.Б., Рогачев К.А., Булатов Н.В., Ломакин А.Ф., Толмачев К.П. 1991. Долгопериодная эволюция теплого вихря Куроиси // Докл. АН СССР. Т. 317, № 4. С. 984–988.
- Никитин А.А., Антоненко Д.В., Новиков Ю.В., Блищак Н.М. 2018. Особенности распределения промысловых скоплений сайры в северо-западной части Тихого океана по данным поисково-промысловых работ в 2014–2016 гг. // Труды ВНИРО. Т. 173. С. 106–118.
- Новиков Ю.В., Слободской Е.В., Шевцов Г.А. 2007. Влияние океанологических условий на распределение и биологические особенности массовых видов кальмаров в Южно-Курильском районе // Океанология. Т. 47, № 2. С. 259–265.
- Новиков Ю.В., Самко Е.В. 2017. Особенности распределения и эффективности промысла сайры в зависимости от изменчивости океанологических условий в Южнокурильском районе по данным спутниковых наблюдений в августе-ноябре 2002–2014 гг. // Известия ТИНРО. Т. 190. С. 167–176.
- Савиных В.Ф., Шевцов Г.А., Карякин К.А. Слободской Е.В., Новиков Ю.В. 2003. Межгодовая изменчивость миграций нектонных рыб и кальмаров в тихоокеанские воды южных Курильских островов // Вопросы ихтиологии. Т. 43, № 6. С. 759–771.
- Самко Е.В., Булатов Н.В. 2005. Использование спутниковой информации в рыбохозяйственных исследованиях ФГУП «ТИНРО-центра» // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Вып. 2. Т. 2. С. 157–166.
- Самко Е.В., Булатов Н.В., Капиштер А.В. 2007. Характеристики антициклонических вихрей различного происхождения и их влияние на промысел сайры и кальмара Бартрама юго-восточнее о. Хоккайдо // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Вып. 4. Т. 1. С. 357–369.
- Самко Е.В., Булатов Н.В., Капиштер А.В. 2008. Два типа антициклонических вихрей к востоку от Японии: происхождение, характеристики, влияние на промысел. // Известия ТИНРО. Т. 154. С. 189–203.
- Самко Е.В., Булатов Н.В. 2014. Исследование связи положения рингов Куроиси с теплым ядром и распределения промысла сайры по спутниковым данным // Исследования Земли из космоса. № 2. С. 18–26.
- Старцев А.В. 2011. Условия формирования миграционных потоков сайры в тихоокеанских водах южных Курильских островов и биологические основы путинного сайрового прогноза. Автореф. дис... канд. биол. наук. Астрахань. 20 с.
- Филатов В.Н. 2015. Миграции и формирование скоплений массовых пелагических гидробионтов (на примере тихоокеанской сайры). Ростов н/Д.: ЮНЦ РАН, 168 с.
- Филатов В.Н., Старцев А.В., Устинова Е.И., Еремин Ю.В. 2011. Тихоокеанская сайра. Научно-информационное обеспечение промысловой экспедиции. Ростов н/Д.: ЮНЦ РАН. 120 с.
- Kitano K. 1975. Some properties of the Warm Eddies, Generated in the Confluence Zone of the Kuroshio and Oyashio Current // J. Physical oceanography. Vol. 5. № 2. p. 245–252.
- Hydrographic and Oceanographic Department Japan Coast Guard. Accessible via <https://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/KAIYO/qboc/index.html>. 15.08.2019.
- Japan Meteorological Agency. Accessible via http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/db/SP/dbindex_SP.html. 15.08.2019.

Поступила в редакцию 19.09.2019 г.
Принята после рецензии 04.12.2019 г.

**The influence of oceanological conditions on the location
of pelagic fish fishing areas in the Pacific waters of the
Kuril Islands during cold 2017 and warm 2018**

Yu. V. Novikov, D. V. Antonenko, A. A. Nikitin

Pacific branch of FSBSI «VNIRO» («TINRO»), Vladivostok, Russia

Formation of the surface structure mechanism of the South Kuril waters in the last two years has undergone significant changes. Therefore, the “cold” type of hydrological conditions prevailed in the South Kuril area during August–November 2017. The surface water temperature was below the norm by 1–2 °C. On the contrary, the “warm” type of hydrological conditions prevailed in the South Kuril area during August–November 2018 and the water temperature in the area under consideration was 1–3 °C higher than the average for many years. Saury fishing in 2018, as in 2017, began in the second decade of August on the peripheral fronts of the Ask eddy and continued here until the second decade of September. At the end of September, the fishing area formed in the southwestern part of the EEZ of the Russian Federation and, unlike last year, it remained until the beginning of the third decade of October. The “warm” type of hydrological conditions causes this duration of the fishery. Saury moved outside the EEZ in late October. Fishing for sardines and mackerel began in mid-July 2018 and was carried out on the northern periphery of the eddy A. However, at the end of October, unlike in 2017, fishing here practically stopped due to a decrease in the temperature drops at the peripheral fronts of the eddy caused by the high temperature of the surface waters of the Oyasio current. In late October — the first half of November in 2018, mackerel and sardine fished in high-gradient areas of the Northern Subarctic Front (NSAF) close to the eastern and southern borders of the Russian EEZ. During fishing season 2018, in contrast to the previous year, schools of sardines and mackerel remained much longer in the economic zone of Russia.

Keywords: Pacific saury *Cololabis saira*, sardine *Sardinops melanostictus*, chub mackerel *Scomber japonicus*, fish distribution, migration, Northwest Pacific, temperature, anomalies, currents, subarctic front, anticyclonic eddies, satellite images.

DOI: 10.36038/2307-3497-2020-180-99-115

REFERENCES

- Aleksanin A. I., Aleksanina M. G. 2006. Monitoring termicheskikh struktur poverhnosti okeana po dannym IK-kanala sputnikov NOAA na primere Prikuril'skogo rajona Tihogo okeana [Monitoring of thermal structures of the ocean surface according to the infrared channel of NOAA satellites using the example of the Kuril area of the Pacific Ocean] // *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. Vyp. 3. T. 2. C. 9–15.
- Antonenko D. V., Novikov Yu. V. 2017. O nagul'nykh migratsiyah sajry v severo-zapadnoj chasti Tihogo okeana [On feeding migrations of saury in the northwestern Pacific Ocean] // *Izvestiya TINRO*. T. 188. S. 115–124.
- Bulatov N. V. 1984. Rekomendacii po ispol'zovaniyu sputnikovyykh IK snimkov v okeanologicheskikh issledovaniyakh [Recommendations for the use of satellite IR images in oceanological research]. Vladivostok. TINRO. 43 s.
- Bulatov N. V., Obuhova N. G. 2003. Vydelenie regionov, blagopriyatnykh dlya koncentracij pelagicheskikh ryb (sajry) [Isolation of regions favorable for the concentration of pelagic fish (saury)] // *Tez. dokl. seminarov «Matematicheskoe modelirovanie*

- i informacionnye tekhnologii v issledovaniyah bioresursov Mirovogo okeana». Vladivostok, TINRO-centr. S. 44–45.
- Bulatov N. V., Samko E. V., Cypysheva I. V.* 2008. Okeanologicheskie obrazovaniya, blagopriyatnye dlya koncentracii pelagicheskikh ryb po infrakrasnym dannym ISZ S.SH.OAA [The oceanologic formations favorable for concentration pelagic fishes on NOAA infra-red data] // *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. Vyp. 5, T. 2. S. 49–61.
- Kozlov V.F., Gurulev A. Yu.* 1994. O peremeshchenii viherej vdol' glubokovodnogo zheloba [On the movement of eddies along a deep-water trough] // *Meteorologiya i gidrologiya*. № 6. S. 70–78
- Lobanov V. B., Rogachev K. A., Bulatov N. V., Lomakin A. F., Tolmachev K. P.* 1991. Dolgoperiodnaya evolyuciya teplogo vihera Kuroshio [Long-period evolution of the Kuroshio warm eddy] // *Dokl. AN SSSR*. T. 317, № 4. S. 984–988.
- Nikitin A.A., Antonenko D.V., Novikov Yu.V., Blishchak N.M.* 2018. Osobennosti raspredeleniya promyslovyyh skopleniy sajry v severo-zapadnoj chasti Tihogo okeana po dannym poiskovo-promyslovyyh rabot v 2014–2016 gg. [Peculiarities of distribution of commercial concentrations of saury in the Northwestern Pacific Ocean according to searching fisheries activities in 2014–2016] // *Trudy VNIRO*. T. 173. S. 106–118.
- Novikov Yu.V., Slobodskoj E.V., Shevcov G.A.* 2007. Vliyaniye okeanologicheskikh uslovij na raspredeleniye i biologicheskie osobennosti massovykh vidov kal'marov v Yuzhno-Kuril'skom rajone [Influence of oceanological conditions on the distribution and biological characteristics of mass species of squid in the South Kuril region] // *Okeanologiya*. T. 47. № 2. S. 259–265.
- Novikov Yu.V., Samko E. V.* 2017. Osobennosti raspredeleniya i effektivnosti promysla sajry v zavisimosti ot izmenchivosti okeanologicheskikh uslovij v Yuzhnokuril'skom rajone po dannym sputnikovyyh nablyudeniy v avguste-noyabre 2002–2014 gg. [Features of the distribution and efficiency of saury fishing depending on the variability of oceanological conditions in the South Kuril region according to satellite observations in August–November 2002–2014] // *Izvestiya TINRO*. T. 190. S. 167–176.
- Savinykh V.F., Shevcov G.A., Karyakin K.A. Slobodskoj E. V., Novikov Yu.V.* 2003. Mezhgodovaya izmenchivost' migracij nektonnykh ryb i kal'marov v tihookeanskoy vode yuzhnykh Kuril'skikh ostrovov [Interannual variability of migrations of nektonic fish and squid into the Pacific waters of the Southern Kuril Islands] // *Voprosy ihtologii*. T. 43, № 6. S. 759–771.
- Samko E. V., Bulatov N. V.* 2005. Ispol'zovaniye sputnikovoy informatsii v rybohozyajstvennykh issledovaniyakh FGUP «TINRO-centra» [Use of satellite information in fisheries research in «TINRO-center»] // *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. T. 2. S. 157–166.
- Samko E. V., Bulatov N. V., Kapshiter A. V.* 2007. Harakteristiki anticiklonicheskikh viherej razlichnogo proiskhozhdeniya i ikh vliyaniye na promysel sajry i kal'mara Bartrama yugo-vostochney o. Hokkajdo [Characteristics of anticyclonic eddies of various origin and their effect on the saury and squid Bartram fishing off Southeast Hokkaido] // *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, Vyp. 4. T. 1. S. 357–369.
- Samko E.V., Bulatov N. V., Kapshiter A. V.* 2008. Dva tipa anticiklonicheskikh viherej k vostoku ot Yaponii: proiskhozhdeniye, harakteristiki, vliyaniye na promysel [Two types of anticyclonic eddies to the East of Japan: origin, characteristics, impact on fishing] // *Izvestiya TINRO*. T. 154. S. 189–203.
- Samko E. V., Bulatov N. V.* 2014. Issledovaniye svyazi polozheniya ringov Kuroshio s teplym yadrom i raspredeleniya promysla sajry po sputnikovym dannym [Investigation of the relationship between the position of Kuroshio rings and the warm core and the distribution of saury fishing according to satellite data] // *Issledovaniya Zemli iz kosmosa*. № 2. S. 18–26.
- Starcev A. V.* 2011. Usloviya formirovaniya migratsionnykh potokov sajry v tihookeanskikh vodakh yuzhnykh Kuril'skikh ostrovov i biologicheskie osnovy putinnogo sajrovogo prognoza [Conditions of formation of migratory streams of a saury in Pacific waters of southern Kuril and biological bases saury fishery forecast]. Avtoref. dis... kand. biol. nauk. Astrahan'. 20 s.
- Filatov V.N.* 2015. Migratsii i formirovaniye skopleniy massovykh pelagicheskikh gidrobiontov (na primere tihookeanskoj sajry) [Migrations and formation of concentrations of mass pelagic hydrobionts organisms (Pacific saury being exemplified)]. Rostov n/D: YUNC RAN, 168 s.
- Filatov V.N., Starcev A. V., Ustinova E.I., Eremin Yu.V.* 2011. Tihookeanskaya sajra. Nauchno-informatsionnoye obespecheniye promyslovoj ekspeditsii [Pacific saury. Scientific informational guidance of fisheries expedition]. Rostov n/D: YUNC RAN. 120 s.
- Kitano K.* 1975. Some properties of the Warm Eddies, Generated in the Confluence Zone of the Kuroshio and Oyashio Current // *J. Physical oceanography*. Vol. 5. No. 2. P. 245–252.
- Hydrographic and Oceanographic Department Japan Coast Guard.* Accessible via <https://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/KAIYO/qboc/index.html>. 15.08.2019.
- Japan Meteorological Agency.* Accessible via http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/db/SP/dbindex_SP.html. 15.08.2019.

FIGURE CAPTIONS

Fig. 1. Composite satellite images. (MTSAT1) (A) — for July 08–12, 2015, (NOAA / HRPT) (B) — for May 08–10, 2017 and (C) — for May 04–06, 2018. Legend: A, A', Av, A37, A38, A39 — anticyclonic eddies; Am1, Am2, Am3 — meanders of Kuroshio; O1, O2, O3 — Oyashio branches; C — cyclonic eddies

Fig. 2. Satellite IR images and distribution of the frontal zones (A), SST anomalies (B) on August 27, September 5 and 21, 2017. Legend: Ask — Middle Kuril anticyclone, A — anticyclonic eddies; NSAF — Northern Subarctic Front; FO — Oyashio current front; KF — Kuril Front

Fig. 3. Satellite IR images and distribution of frontal zones (A), TPO anomalies (B) on October 14 and November 17, 2017. Legend: Ask — Middle Kuril anticyclone, A — anticyclonic eddies; NSAF — Northern Subarctic Front; FO — Oyashio current front; KF — Kuril Front

Fig. 4. Satellite IR images and distribution of frontal zones (A), TPO anomalies (B) on August 18 and September 11, 2017. Legend: Ask — Middle Kuril anticyclone, A — anticyclonic eddies; NSAF — Northern Subarctic Front; FO — Oyashio current front; KF — Kuril Front

Fig. 5. Satellite IR images and distribution of the frontal zones (A), TPO anomalies (B) October 19 and November 3, 2018. Legend: Ask — Middle Kuril anticyclone, A — anticyclonic eddies; NSAF — Northern Subarctic Front; FO — Oyashio current front; KF — Kuril Front

Fig. 6. Distribution of saury fishing areas in August — October 2017 (pink oval); Legend see fig. 1–5

Fig. 7. Distribution of saury fishing areas in August — October 2018 (pink oval); Legend see fig. 1–5

Fig. 8. The situation of fishing areas of sardines and mackerel in August — November 2017 (brown oval); Legend see fig. 1–5

Fig. 9. The situation of fishing areas of sardine and mackerel in July — November 2018 (brown oval); Legend see fig. 1–5