**Известия ТИНРО**

**2021** **Том 201, вып. 1**

## *БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ*

***УДК 574.584(265.5)***

**В.П. Шунтов, О.А. Иванов***
Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

# «НЕВЕРНАЯ РЫБА» ИЛИ НЕВЕРНЫЕ ГИПОТЕЗЫ: ЧТО ПРОИСХОДИТ С НЕКТОНОМ ПРИКУРИЛЬСКИХ ОКЕАНИЧЕСКИХ ВОД?

Обсуждается явление волн численности нектона системы Куросио на примере дальневосточной сардины *Sardinops melanostictus* (сардина иваси, иваси) с потенциалом самого массового вида и наибольшей амплитудой флюктуаций. По характеру динамики обилия именно этого вида выделяются так называемые «сардиновые эпохи». Последняя такая эпоха закончилась в первой половине 1990-х гг. Начиная с 2014 г. в нектонных сообществах прикурильских вод Тихого океана вновь произошли структурные изменения, вызванные экспансией южных видов рыб и кальмаров. Основу перестройки видовой структуры нектона формировали как заметный рост обилия сардины иваси и японской скумбрии *Scomber japonicus*, так и явное уменьшение численности японского анчоуса *Engraulis japonicus* и сайры *Cololabis saira*. Кардинальность этих изменений позволила российским рыбакам с 2016 г. возобновить в экономической зоне России промысел иваси и скумбрии. Вылов сардины иваси поступательно увеличился с 6,7 (2016 г.) до 315,5 тыс. т (2020 г.). Суммарно за 5 лет российскими рыбаками было выловлено более полумиллиона тонн (531,7 тыс. т) этой рыбы, вылов скумбрии составил 167,9 тыс. т. Даже при таком раскладе многие российские прогнозисты, увлекшись формальными климатическими и гидрологическими показателями, не вникая в механизмы формирования волн численности, считают, что это только репетиция предстоящей «сардиновой эпохи». Авторы настоящей публикации отмечают, что даже при различных трактовках в настоящее время можно с большой уверенностью предполагать, что определенные эпохи (сардиновые и др.) нельзя прогнозировать как совершенно аналогичные предыдущим. Критически рассмотрены гипотезы ряда авторов о причинах начала и завершения вспышек численности иваси и делается вывод о трудности решения задачи такого прогнозирования. Постулируется, что конкретные механизмы формирования урожайности поколений, и тем более волн численности иваси и других флюктуирующих видов нектона, остаются невыясненными.

**Ключевые слова:** нектон, эпипелагиаль, тихоокеанские воды Курильских островов, сардина иваси, японская скумбрия, волны численности.

DOI: 10.26428/1606-9919-2021-201-3-23.

**Shuntov V.P., Ivanov O.A.** «Wrong fish» or wrong hypotheses: what happens to nekton of the Pacific waters at Kuril Islands? // Izv. TINRO. — 2021. — Vol. 201, Iss. 1. — P. 3–23.

** Шунтов Вячеслав Петрович, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, e-mail: shuntov.vp@yandex.ru; Иванов Олег Альбертович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, e-mail: oleg.ivanov@tinro-center.ru.*

*Shuntov Vyacheslav P., D.Biol., professor, principal researcher, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, e-mail: shuntov.vp@yandex.ru; Ivanov Oleg A., D.Biol., principal researcher, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, e-mail: oleg.ivanov@tinro-center.ru.*

A phenomenon of undulating fluctuations of nekton abundance in the Kuroshio system is discussed on example of japanese sardine *Sardinops melanostictus*, as the most abundant and the most fluctuating species. The so-called «sardine epochs» are distinguished according to this species abundance. The last such epoch ended in the early 1990s. Since 2014, structural changes occurred again in the nekton communities of the Pacific waters off Kuril Islands, caused by expansion of southern fish and squid species, primarily japanese sardine and chub mackerel *Scomber japonicus*, and decreasing in abundance of japanese anchovy *Engraulis japonicus* and saury *Cololabis saira*. The scope of these changes allowed Russian fishermen to resume the fishery on japanese sardine and chub mackerel in the Russian exclusive economic zone since 2016. Annual catch of Japanese sardine increased steadily from 6,700 t in 2016 to 315,500 t in 2020. Over these 5 years, Russian fishermen landed 531,700 t of sardine and 167,900 t of chub mackerel. However, many Russian fishery forecasters believe that these reconstructions is only a «rehearsal» of the upcoming «sardine epoch», being based on formal climatic indices, without delving into the mechanisms of abundance fluctuations. The authors note that new «sardine epochs» cannot be predicted as completely similar to the previous ones. Several hypotheses on causes of the beginning and end of japanese sardine blooms are considered critically, and the conclusion is made that mechanisms which determine its year-classes strength are still unclear, as well as the reasons of undulating fluctuations of this species and some other nekton species abundance, because of high complexity of this problem.

**Key words:** nekton, epipelagic layer, Pacific waters at Kuril Islands, japanese sardine, chub mackerel, abundance fluctuation.

## Введение

Прикурильские океанические воды среди других районов дальневосточной экономической зоны России характеризуются наибольшим видовым богатством (примерно около 400 видов) пелагического нектонного комплекса рыб и головоногих моллюсков, хотя в эпипелагиали смежной зоны Куросио видовой список значительно шире — более 700 видов [Федоров, Парин, 1998; Беляев, 2003; Иванов, Суханов, 2013; Парин и др., 2014]. Приоритет многовидового разнообразия южнокурильских вод обеспечивают субтропические и тропические мигранты из вод Куросио и Субарктического фронта. Среди них выделяется заметная группа видов рыб и кальмаров с высокой численностью, в том числе промысловых (дальневосточная сардина *Sardinops melanostictus*, японская скумбрия *Scomber japonicus*, сайра *Cololabis saira*, тихоокеанский кальмар *Todarodes pacificus*, кальмар Бартрама *Ommastrephes bartramii* и др.). Так сложилось исторически, что наиболее популярной из них является дальневосточная сардина. Среди флюктуирующих видов нектона системы Куросио для иваси характерна наибольшая амплитуда подъемов и падений биомассы и численности. Пики волн ее численности превосходят аналогичные подъемы других видов. Видимо неспроста, сардина иваси в старых восточных монастырских хрониках фигурирует как «неверная рыба». Неслучайно, что в основном по этому виду выделяют чередующиеся «сардиновые эпохи».

В 20-м столетии было две вспышки (волны) численности иваси: в 1920–1930-е и в 1970–1980-е гг. В научной литературе они довольно подробно освещены, особенно последний период. По калькуляционным расчетам В.А. Беляева [2003] суммарная биомасса эпипелагических рыб в 1970–1980-е гг. в зоне Куросио изменялась следующим образом: 1977 г. — 15 млн т, 1980 г. — 23, 1986 г. — 40 млн т, на долю иваси при этом приходилось соответственно 53, 78, 87 %. В последующее десятилетие произошло значительное снижение численности сардины иваси, и, как результат, по оценке того же автора биомасса эпипелагических рыб не превысила в 1994 г. 10 млн т с долей иваси 10 %. В последующие годы для этого вида наступил период глубокой депрессии. И конечно, в повестке дня появился интригующий вопрос: «Когда произойдет очередная вспышка численности сардины иваси?» В отечественной и иностранной литературе на этот счет появилось немало гипотез: некоторые из них не выдержали проверку временем, другие оказались не подкреплены убедительными доказательствами. По факту

в первом десятилетии 21-го века закончился период депрессии для тихоокеанской и цусимской популяций сардины иваси — начался подъем ее численности. В связи с этим цель настоящей обзорной публикации — критически рассмотреть имеющиеся в публикациях гипотезы о причинах этого события с позиции фактических данных о произошедших изменениях в структуре эпипелагического нектонного сообщества с учетом трофических связей, обеспеченности пищей и данных о вылове.

## Периодичность и прогнозы волн численности

Биологии и динамике численности иваси посвящено огромное количество публикаций. Во многих из них рассматриваются (чаще всего предположительно) лимитирующие ее численность факторы и делаются попытки обоснования закономерностей формирования волн численности. Главным образом они основываются на ретроспективном анализе информационных рядов наблюдений (в первую очередь промысловой статистики) за прошедшие годы.

По большому счету конкретные механизмы формирования урожайности поколений, и тем более волн численности иваси, остаются невыясненными. Такой же вывод может быть сделан и по другим флюктуирующим видам нектона. Неслучайно в связи с этим остается трудноразрешимой задача прогноза и начала очередной вспышки численности этого вида и завершения текущей. Наглядно это видно на примере прогнозов в 1980-е гг., а также в текущем столетии.

В конце 1980-х гг. во время пика численности и вылова сардины рыбные организации российского Дальнего Востока закономерно интересовались, как долго будут продолжаться промысловые подходы этой рыбы на север Японского моря и в южнокурильский район. В ТИНРО преобладало мнение [Шунтов, 2005], что этот спад численности и вылова произойдет в начале 1990-х гг., что действительно и случилось в 1991–1992 гг. Но в водах Японии вылов до 1 млн т снизился только к 1995 г. В это же время во ВНИРО исходили из представлений В.В. Кузнецова [Кузнецов, Кузнецова, 1988; Кузнецов, 1989] об «аутогенной сукцессии» в сообществах и выходе в климаксную стадию сообществ рыб Куросио со второй половины 1980-х гг., что позволит популяции сохранить высокую численность еще 20–30 лет, т.е. в течение первого десятилетия 21-го столетия.

Позднее примерно аналогичные периоды, благоприятные для размножения иваси (популяции Японского моря), были озвучены и в ТИНРО [Зуенко, 2011; Зуенко, Першина, 2011]. В данном случае оптимальными для воспроизводства этой рыбы были названы 1972–1976 гг., а 1980-е гг. только с 1982 г., затем 1993–1998 и 2002–2004 гг., т.е. с 2005 г., по версии Ю.И. Зуенко, условий для усиления воспроизводства иваси уже не было.

1990-е гг. и первое десятилетие 21-го столетия показаны как период поступательного снижения численности и уловов иваси в монографии Л.Б. Кляшторина и А.А. Любушина [2005]. Очередной подъем ее численности эти авторы назначили на 2020–2030-е гг. с пиком в 2040 г.

Но, как нередко бывает в экологии при недостаточности представлений о причинно-следственных механизмах природных процессов, реальные события начинают развиваться по иному сценарию, т.е. вопреки прогнозу. И в данном случае именно в середине первого десятилетия 21-го столетия обозначилось оживление на нерестилищах тихоокеанской и цусимской популяций иваси в водах Японии*.

* Данные по состоянию биоресурсов в водах Японии ежегодно передаются ТИНРО по линии многолетнего научно-технического сотрудничества между Россией и Японией [Пелагические рыбы (сайра, сардина, скумбрия) — 2018 (путинный прогноз). Владивосток: ТИНРО-центр, 2018. 68 с.; Пелагические рыбы (сайра, сардина, скумбрия) — 2019 (путинный прогноз). Владивосток: ТИНРО, 2019. 59 с.; Пелагические рыбы (сайра, сардина, скумбрия) — 2020 (путинный прогноз). Владивосток: ТИНРО, 2020. 51 с.].

В начале 2000-х гг. биомасса тихоокеанской популяции сардины иваси снизилась до 0,10 млн т, в 2014 г. уже превысила 1,0 млн т, а в 2018 г. составила 3,48 млн т. Численность цусимской популяции стала увеличиваться с 2004 г., началось ее промысловое освоение, но темп нарастания численности пока происходит более медленно, чем в Тихом океане. Начиная с 2016 г. в экономической зоне России (тихоокеанские воды Курильских островов) возобновился российский промысел иваси (наряду со скумбрией), который поступательно увеличивался с 6,7 (2016 г.) до 315,5 (2020 г.) тыс. т. Суммарно за 5 лет российскими рыбаками было выловлено более полумиллиона тонн (531,7 тыс. т) этой рыбы (и 167,9 тыс. т скумбрии). В 2019 г. японский вылов иваси достиг 525 тыс. т, а в 2020 г. (за 12 мес.) по предварительным данным (любезно предоставленным В.В. Цыгиром) только объем выгрузки сардины иваси в портах Японии составил 604,8 тыс. т. Российский вылов в 2019 г. — 133,0 тыс. т, в 2020 г. — 315,5 тыс. т*.

Масштабы нагульных миграций сардины иваси в умеренные воды зависят от ее общей численности. В 1991 и 1993 гг., когда ее предыдущая вспышка быстро пошла на убыль, в южнокурильских океанических водах летом в нектоне верхней эпипелагиали на ее долю приходилось всего соответственно 2,2 и 0,8 %. Еще в 2012 г. при очередной пелагической съемке ТИНРО на ее долю пришлось всего 0,2 % [Шунтов, 2016]. Но летом 2014 г. биомасса сардины здесь аналогичной же съемкой ТИНРО была оценена в 365 тыс. т, в начале лета 2015 г. — 289, а в июле-августе этого года — в 736 тыс. т. В эти же годы увеличили численность японская и южноазиатская *Scomber australasicus* скумбрии. Вернее, их рост начался, как и во время предыдущей вспышки [Беляев, 2003], на несколько лет раньше сардины. В 2012 г. в нектоне верхней эпипелагиали на их долю приходилось уже 8,9 %. В 2014 г. биомасса обеих скумбрий была оценена в 1274 тыс. т.

Увеличение подходов в прикурильские воды южных видов рыб и кальмаров вызвало заметные перестройки в составе нектонных сообществ. В связи с поступательным сокращением во втором десятилетии текущего столетия масштабов экспедиционного мониторинга биоресурсов рыбохозяйственной наукой (в первую очередь это комплексные экспедиции ТИНРО) и ослаблением ее потенциала в целом количественно оценить происходящие изменения на всех этапах обширной пелагиали оказалось невозможным. Однако удалось продолжить ежегодные летние стандартные съемки верхней эпипелагиали прикурильских океанических вод на акватории около 1 млн км$^2$. Основной целью этих съемок был учет тихоокеанских лососей, мигрирующих в это время из океана в Охотское море. Поэтому станционные траления охватывали только верхний лососевый слой — 0–50 м.

Информация о составе нектонных сообществ, биомассах и численности видов, а также плотности концентраций за 1990-е и начало 2000-х гг., кроме многочисленных статей, приведена в монографиях первого автора [Шунтов, Темных, 2011; Шунтов, 2016].

В табл. 1–3 отражена ситуация в прикурильских водах во второй половине 2010-х гг., которая свидетельствует о несомненном развитии тенденций в перестройках в нектонных сообществах рассматриваемой акватории. Так как традиционной задачей съемок были тотальные учеты лососей перед Курильскими островами, следует заметить, что учеты однозначно показали высокую численность этих рыб (особенно горбуши в 2018 г.), мигрирующих в Охотское море.

Подтвердили развитие волн численности сардина и оба вида скумбрий. В учтенных биомассах этих видов значительное место занимает молодь. Однако уменьшилось количество японского анчоуса и сайры.

* Пелагические рыбы..., 2018, 2019, 2020.

Таблица 1

Основные виды и общая биомасса нектона и медуз в верхней эпипелагиали прикурильских океанических вод 31.05–07.07.2016 г.

Table 1

Main species and total biomass of nekton and jellyfish in the upper epipelagic layer of the Pacific waters at Kuril Islands on May 31–July 7, 2016

| Вид, группа | Тыс. т | % |
|---|---|---|
| *Lamna ditropis* | 18,6 | 0,7 |
| *Sardinops melanostictus* | 663,3 | 24,5 |
| *Leuroglossus schmidti* | 12,0 | 0,4 |
| *Oncorhynchus gorbuscha* | 289,7 | 10,7 |
| *Oncorhynchus keta* | 138,3 | 5,1 |
| *Notoscopelus japonicus* | 204,2 | 7,6 |
| *Symbolophorus californiense* | 175,1 | 6,5 |
| *Theragra chalcogramma* | 10,1 | 0,4 |
| *Cololabis saira* | 14,4 | 0,5 |
| *Scomber japonicus*, *S. australasicus* | 958,8 | 35,5 |
| Прочие рыбы | 67,6 | 2,5 |
| **Все рыбы** | **2552,1** | **94,4** |
| *Watasenia scintillans* | 18,2 | 0,7 |
| *Boreoteuthis borealis* | 109,1 | 4,0 |
| *Okutania anonycha* | 12,6 | 0,5 |
| *Todarodes pacificus* | 3,4 | 0,1 |
| Прочие кальмары | 8,8 | 0,3 |
| **Все кальмары** | **152,1** | **5,6** |
| **Весь нектон** | **2704,2** | **100** |
| **Медузы** | **406,1** | |

Таблица 2

Основные виды и общая биомасса нектона и медуз в верхней эпипелагиали прикурильских океанических вод 01.06–01.07.2017 г.

Table 2

Main species and total biomass of nekton and jellyfish in the upper epipelagic layer of the Pacific waters at Kuril Islands on June 1–July 1, 2017

| Вид, группа | Тыс. т | % |
|---|---|---|
| *Lamna ditropis* | 75,5 | 0,8 |
| *Sardinops melanostictus* | 3214,3 | 32,0 |
| *Leuroglossus schmidti* | 40,9 | 0,4 |
| *Oncorhynchus gorbuscha* | 330,2 | 3,3 |
| *Oncorhynchus keta* | 144,9 | 1,4 |
| *Notoscopelus japonicus* | 3104,6 | 30,9 |
| *Symbolophorus californiense* | 80,9 | 0,8 |
| *Theragra chalcogramma* | 181,2 | 1,8 |
| *Scomber japonicus*, *S. australasicus* | 1432,9 | 14,3 |
| Прочие рыбы | 57,2 | 0,6 |
| **Все рыбы** | **8662,6** | **86,3** |
| *Watasenia scintillans* | 3,7 | + |
| *Onychoteuthis borealijaponica* | 11,9 | 0,1 |
| *Boreoteuthis borealis* | 218,6 | 2,2 |
| *Gonatus kamtschaticus* | 12,9 | 0,1 |
| *Okutania anonycha* | 1080,4 | 10,8 |
| *Todarodes pacificus* | 46,1 | 0,5 |
| Прочие кальмары | 1,1 | + |
| **Все кальмары** | **1374,7** | **13,7** |
| **Весь нектон** | **10037,3** | **100** |
| **Медузы** | **146,5** | |

Таблица 3

Основные виды и общая биомасса нектона и медуз в верхней эпипелагиали прикурильских океанических вод 31.05–07.07.2018 г.

Table 3

Main species and total biomass of nekton and jellyfish in the upper epipelagic layer of the Pacific waters at Kuril Islands on May 31–July 7, 2018

| Вид, группа | Тыс. т | % |
|---|---|---|
| *Lamna ditropis* | 14,2 | 0,1 |
| *Sardinops melanostictus* | 666,4 | 7,2 |
| *Oncorhynchus gorbuscha* | 913,4 | 9,9 |
| *Leuroglossus schmidti* | 15,8 | 0,2 |
| *Oncorhynchus keta* | 179,7 | 2,0 |
| *Lipolagus ochotensis* | 8,6 | 0,1 |
| *Gasterosteus aculeatus* | 138,2 | 1,5 |
| *Diaphus theta* | 14,3 | 0,1 |
| *Notoscopelus japonicus* | 4913,4 | 53,4 |
| *Stenobrachius leucopsarus* | 17,7 | 0,2 |
| *Symbolophorus californiense* | 112,7 | 1,2 |
| *Cololabis saira* | 51,2 | 0,6 |
| *Scomber japonicus*, *S. australasicus* | 1931,3 | 21,0 |
| Прочие рыбы | 57,1 | 0,6 |
| **Все рыбы** | **9034,0** | **98,1** |
| *Boreoteuthis borealis* | 124,9 | 1,4 |
| *Watasenia scintillans* | 33,4 | 0,4 |
| *Onychoteuthis borealijaponica* | 7,4 | 0,1 |
| *Moroteuthis robusta* | 3,6 | 0 |
| *Todarodes pacificus* | 2,2 | 0 |
| Прочие кальмары | 3,2 | 0 |
| **Все кальмары** | **174,7** | **1,9** |
| **Весь нектон** | **9208,7** | **100** |
| **Медузы** | **822,1** | |

Рассматривая особенности распределения сардины и скумбрий в начале лета (рис. 1–4), нельзя, кроме того, не обратить внимание на то, что оконтуренной во всех случаях является только головная часть заходящих на нагул в прикурильские воды их концентраций. Различается в разные годы и дислокация основных скоплений, что определяется распределением различных циркуляционных образований и фронтальных зон.

Еще одним показателем нарастающей численности сардины стали результаты осенних съемок ТИНРО посткатадромной молоди лососей в Беринговом и Охотском морях сначала в 2018, а затем в 2020 г. (табл. 4, 5). Молодь иваси в 2018 г. проникала в Командорскую котловину Берингова моря. Южнее Командорских островов в открытых океанических водах восточнее Камчатки в этом году также отмечались ее значительные концентрации. На нагул заходило в 2018 г. значительное количество сардины и в Охотское море. К сожалению, летом здесь наблюдений не было, но во второй половине октября в южной части моря было учтено около 30 тыс. т этой рыбы, уже уходящей в Тихий океан. А в октябре 2020 г. в южной части Охотского моря лососевой экспедицией ТИНРО попутно было учтено 673 тыс. т сардины (данные А.Ю. Шейбака и А.Н. Старовойтова).

Вылов России в 2019 г. составил: иваси — 133,0 тыс. т, скумбрии — 86,6 тыс. т, Японии — соответственно 525,0 и 400,0 тыс. т. Исходя из данных о росте численности обоих видов прогноз ТИНРО на 2020 г. ориентировал российских рыбаков на вылов

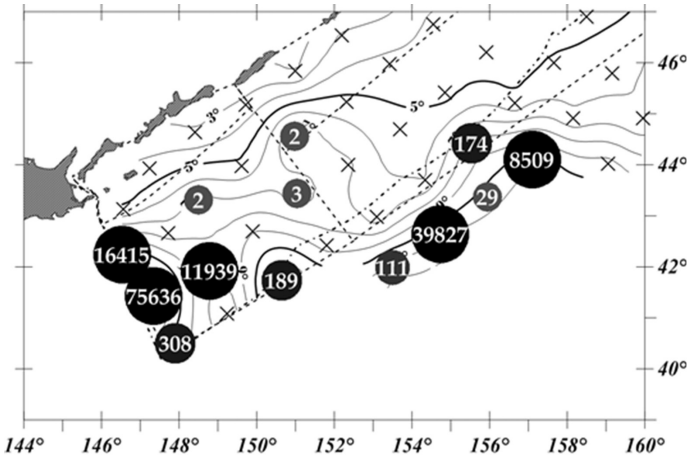


Рис. 1. Распределение дальневосточной сардины в северо-западной части Тихого океана 30.05–14.07.2018 г.: *цифры в кружках* — фактические уловы (экз./час траления); *изолинии* (здесь и далее) — температура воды на поверхности

Fig.1. Spatial distribution of japanese sardine in the North-West Pacific on May 30–July 14, 2018: *figures in circles* — CPUE (ind. per hour of trawling), *isolines* — SST

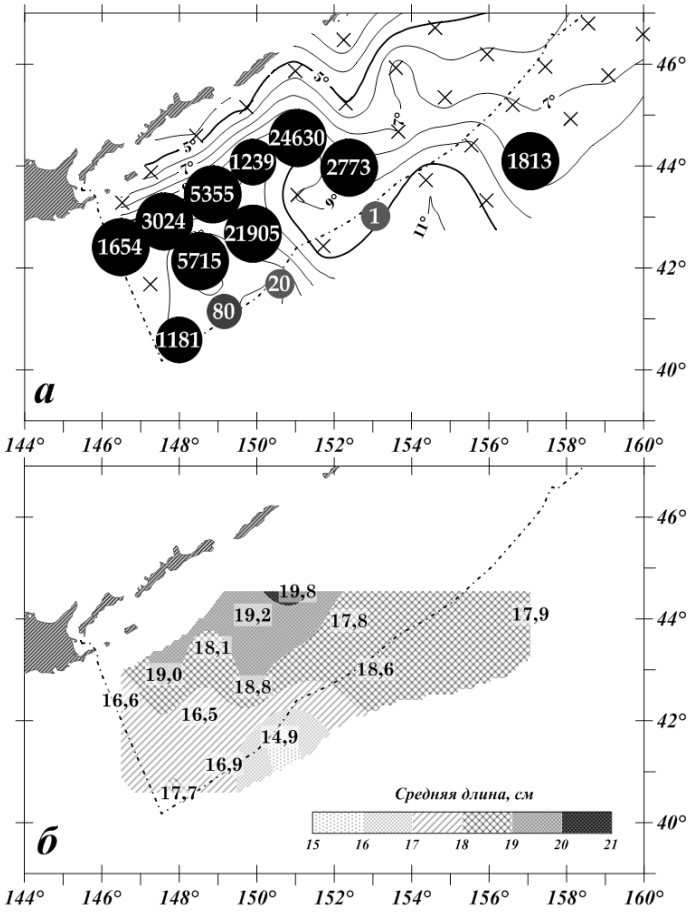


Рис. 2. Распределение уловов (**а**) и средней длины тела (**б**) дальневосточной сардины в северо-западной части Тихого океана 28.05–20.06.2019 г. Цифрами обозначены уловы (**а**, экз./час траления) и средняя длина (**б**, см)

Fig. 2. Spatial distribution of catches (**а**, ind./hour of trawling) and mean body length (**б**, cm) for japanise sardine in the North-West Pacific on May 28–June 20, 2019 on the background of SST (*isolines*)

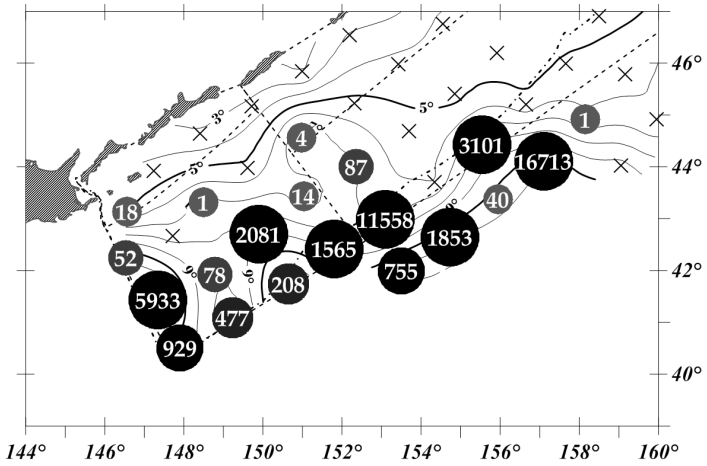


Рис. 3. Распределение японской скумбрии в северо-западной части Тихого океана 30.05–14.07.2018 г.: *цифры в кружках* — фактические уловы (экз./час траления)

Fig. 3. Spatial distribution of chub mackerel in the North-West Pacific on May 30–July 14, 2018: *figures in circles* — CPUE (ind. per /hour of trawling); *isolines* — SST

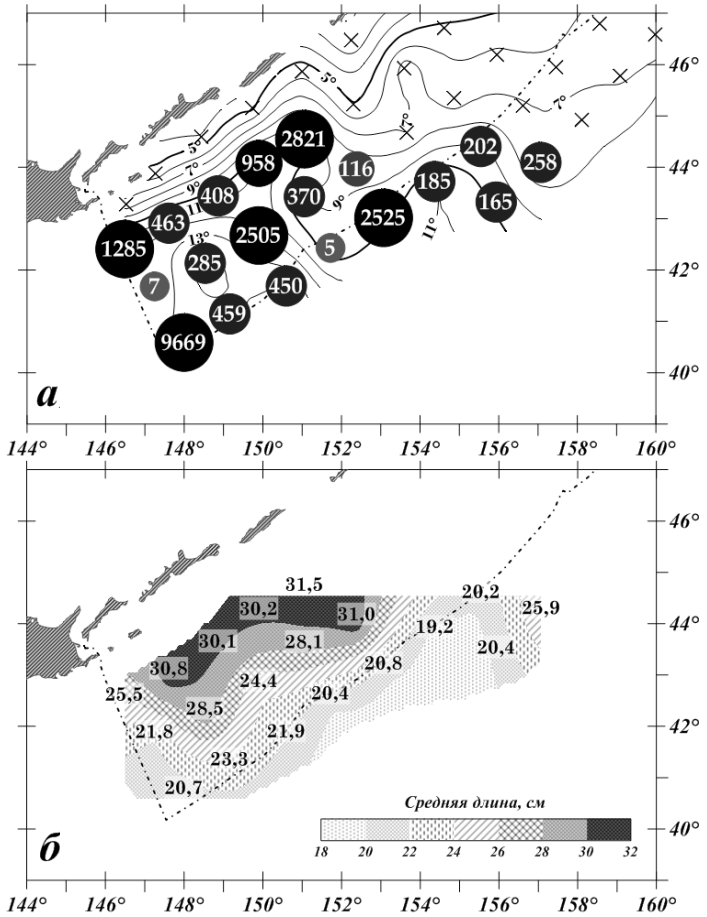


Рис. 4. Распределение уловов (**а**) и средней длины тела (**б**) японской скумбрии в северо-западной части Тихого океана 28.05–20.06.2019 г. Цифрами обозначены уловы (**а**, экз./час траления) и средняя длина (**б**, см)

Fig. 4. Distribution of catches (**а**) and average body length (**б**) of the Chub mackerel in the North-West Pacific on 28.05–20.06.2019. Numbers denote catches (**а**, specimens/hour of trawling) and average length (**б**, cm); *isolines* — water temperature on the surface

Таблица 4

Основные виды и общая биомасса нектона и медуз в верхней эпипелагиали юго-западной части Берингова моря 29.09–11.10.2018 г.

Table 4

The main species and total biomass of necton and jellyfish in the upper epipelagial of the southwestern part of the Bering Sea 29.09–11.10.2018

| Вид, группа | Тыс. т | % |
|---|---|---|
| *Lamna ditropis* | 8,0 | 1,3 |
| *Clupea pallasii* | 112,8 | 18,0 |
| *Sardinops melanostictus* | 6,4 | 1,0 |
| *Oncorhynchus gorbuscha* (сеголетки) | 76,4 | 12,2 |
| *Oncorhynchus keta* | 78,9 | 12,6 |
| *Oncorhynchus nerka* | 38,0 | 6,0 |
| *Stenobrachius leucopsarus* | 165,8 | 26,5 |
| *Theragra chalcogramma* | 3,7 | 0,6 |
| *Gasterosteus aculeatus* | 66,5 | 10,6 |
| *Pleurogrammus monopterygius* (сеголетки) | 10,0 | 1,6 |
| Прочие рыбы | 8,8 | 1,4 |
| **Все рыбы** | **575,3** | **91,8** |
| *Berryteuthis magister* | 42,5 | 6,8 |
| *Gonatus kamtschaticus* | 7,0 | 1,1 |
| **Все кальмары** | **51,5** | **8,2** |
| **Весь нектон** | **626,8** | **100** |
| **Медузы** | **684,8** | |

*Примечание.* Численность сеголеток горбуши составила 996,20 млн экз., сайры — 5,40 млн экз., японского морского леща — 0,14 млн экз.

Таблица 5

Основные виды и общая биомасса нектона и медуз в верхней эпипелагиали Охотского моря 14.10–02.11.2018 г.

Table 5

The main species and total biomass of necton and jellyfish the upper epipelagial of the Sea of Okhotsk 14.10–02.11.2018

| Вид, группа | Тыс. т | % |
|---|---|---|
| *Lamna ditropis* | 34,4 | 5,5 |
| *Sardinops melanostictus* | 30,6 | 4,9 |
| *Leuroglossus schmidti* | 136,3 | 21,6 |
| *Oncorhynchus gorbuscha* (сеголетки) | 124,9 | 19,8 |
| *Oncorhynchus keta* | 141,0 | 22,4 |
| *Oncorhynchus kisutch* | 10,2 | 1,6 |
| *Oncorhynchus masou* | 8,9 | 1,4 |
| *Oncorhynchus nerka* | 22,1 | 3,4 |
| *Mallotus villosus* | 31,9 | 5,0 |
| *Stenobrachius leucopsarus* | 25,6 | 4,1 |
| *Theragra chalcogramma* | 21,2 | 3,4 |
| *Scomber japonicus* | 2,9 | 0,5 |
| Прочие рыбы | 13,5 | 2,1 |
| **Все рыбы** | **603,5** | **95,7** |
| *Boreoteuthis borealis* | 26,3 | 4,2 |
| **Все кальмары** | **27,2** | **4,3** |
| **Весь нектон** | **630,7** | **100** |
| **Медузы** | **1204,3** | |

*Примечание.* Численность сеголеток горбуши составила 677,8 млн экз.

иваси — 245,0 тыс. т, скумбрии — 240,0 тыс. т*. Если по иваси в 2020 г. российский вылов превысил прогноз более чем на 20 % (315,5 тыс. т), то по скумбрии недолов составил более 60 % (81,4 тыс. т).

Несмотря на обширную информацию о росте численности сардины и скумбрии, ежегодно получаемую японскими специалистами с мест размножения, а российскими экспедициями из районов нагула этих рыб, а также успешный их промысел, в недавно опубликованной работе специалистов ВНИРО [Котенев и др., 2019] утверждается, что новая «скумбрийная эпоха» только «скоро начнется» и продлится не менее 20 лет. Еще более поразительными являются заключения этих авторов о современном статусе и перспективах динамики численности сардины иваси [Булатов и др., 2016; Котенев и др., 2019]. Они считают, что значительный рост ее численности во втором десятилетии текущего столетия (который несколько лет ВНИРО не признавал), это только репетиция предстоящей «сардиновой эпохи», названной ими преддверием новой «сардиновой эпохи» (неплохое «преддверие» — за последние 2 года вылов сардины российскими рыбаками составил 448,5 тыс. т). Но, по их мнению, в ближайшее время сначала произойдет резкое снижение численности, а новая эпоха начнется не ранее чем через 10 лет — с конца 2020-х до середины 2030-х гг. (российский вылов в 2035 г. по их сценарию составит 800 тыс. т).

Если исходить из характера двух предыдущих вспышек численности иваси, то, скорее всего, ко времени прогнозируемого специалистами ВНИРО пика в 2030-е гг. она пойдет на убыль или даже закончится (так же как и скумбрии). Естественно возникает вопрос, почему современный многократный рост численности сардины и скумбрии не «идет в зачет очередной сардиновой эпохи»? Во многом это связано с упрощенным подходом, при котором в основу анализа берутся не особенности экологии рыб и конкретные факторы, лимитирующие их численность (особенно на этапе воспроизводства и ранней молоди), а формальные атмосферные, климатические и гидрологические показатели (индексы) и эпохи (вспоминаются даже эффекты воздействия знаменитого Эль-Ниньо из далекого Южного полушария), т.е. современные специалисты ВНИРО продолжают автоматически следовать методическим подходам популярной монографии Л.Б. Кляшторина и А.А. Любушина [2005] о сопряженных циклических изменениях рыбопродуктивности и климата, не вникая в механизмы формирования волн численности. Особое значение цитируемые авторы придают 60-летнему циклу атмосферной циркуляции над Северной Пацификой. Исходным показателем при этом принимается развитие и положение Алеутского минимума. В этой схеме очередная вспышка численности иваси назначается на 2030–2040-е гг. [Кляшторин, Любушин, 2005].

## О механизмах формирования урожайности поколений

Невероятный разнобой во взглядах на флюктуации численности поколений разных видов нектона связан, конечно, с чрезвычайной сложностью данной проблемы. Это во многом определяется многофакторным воздействием на популяции и сообщества биотических и абиотических условий (отсюда и множество сценариев развития событий), что в свою очередь затрудняет выявление механизмов, определяющих успешность воспроизводства. Отрицательно сказывается на процессе познания и увлечение формальными подходами, когда в поиске действующих факторов и конкретных причин используются различные индексы, а за доказательство принимается однонаправленный или альтернативный ход с ними численности или промысловых уловов.

Если иметь в виду российские публикации, то нельзя не заметить слабую осведомленность их авторов о результатах непосредственных наблюдений не только в других странах (в данном случае в первую очередь Японии и Южной Кореи), но и в

* Пелагические рыбы…, 2020.

самой России. Последнее хорошо видно, в частности, в недавней обзорной статье о перспективах отечественного рыболовства до 2035 г. [Котенев и др., 2019].

Общей бедой занимающихся изучением флюктуаций рыб исследователей является почти абсолютный акцент на качество условий среды (правда, чаще через дилемму «тепло–холодно») и совершенно недостаточное внимание, уделяемое качеству изучаемых группировок и популяций рыб. За критерии состояния (жизнестойкости) обычно принимаются размеры и темп роста. Этого, конечно, недостаточно для диагностики «биотического потенциала» конкретных группировок.

В.П. Шунтовым [2016] при написании второго тома «Биологии дальневосточных морей России», когда только начиналась современная «сардиновая эпоха», был сделан обзор последних публикаций японских и южнокорейских ученых о биологии размножения и факторах, определяющих флюктуации основных промысловых пелагических рыб субтропического комплекса. В них сохранилась преемственность подходов со времен предыдущих вспышек численности иваси и других сопутствующих видов. В последние годы мониторинг в местах воспроизводства (в основном в водах Японии) этих видов расширился, что позволяет иметь надежные данные об эффективности воспроизводства и динамике численности запаса и пополнения. Эти данные дополняются российскими исследованиями в районах нагула южных рыб в прикурильских водах. Однако характерно, что в числе причин, определяющих состояние популяций, в настоящее время перечисляются все те же факторы, которые звучали и в прежние времена. Не отрицается так же, как и ранее, возможное влияние в некоторые периоды, например в 1990-е и начале 2000-х гг., промыслового пресса, препятствующего восстановлению запасов сардины и скумбрии [Checkley et al., 2017; Yatsu, 2019]. Однако убедительных доказательств перепромысла не приводится. Скорее всего, это дань традиции, тем более что после волны численности любого флюктуирующего вида наблюдается ее естественный спад.

Но главные акценты при поиске закономерностей динамики численности, и в первую очередь формирования урожайности поколений, делаются на изменчивость климато-океанологического фона (климатические эпохи и так называемые режимные сдвиги), перенос рыб на ранних стадиях развития течениями в выростные зоны смешения вод, а также условия развития кормовой базы в них для личинок и мальков, состоящей из микропланктона (фито- и зоо-) [Takasuka et al., 2007, 2019; Gong et al., 2008; Nishikawa et al., 2013; Kamimura et al., 2015; Checkley et al., 2017; Kaneko et al., 2018; Nishikawa, 2019; Sogawa et al., 2019; Taga et al., 2019; Yatsu, 2019]. При этом много внимания уделяется интенсивности и географическому положению Алеутского минимума, а также зимнего муссона. При их усилении ослабевает Цусимское течение и увеличивается перенос его вод из северной части Восточно-Китайского моря в поток Куросио, идущий к океанскому побережью японских островов. Усиливается вертикальное перемешивание вод и понижаются температуры в верхней эпипелагиали, что способствует увеличению поступления биогенов в слой фотосинтеза, а следовательно, и росту первичной продукции. Такая ситуация считается благоприятной для появления урожайных поколений сардины.

При ослаблении зимнего муссона и Алеутского минимума формируется более теплый гидрологический режим, усиливается поступление вод с Цусимским течением, но продукция фитопланктона и зоопланктона снижается. Этот режим считается благоприятным для японского анчоуса, который размножается несколько позднее сардины. Кроме того, будучи несколько более теплолюбивым, он продолжает нереститься и во время нагульных миграций в умеренные широты.

Изменение интенсивности потоков Цусимского течения и Куросио под влиянием ветров северных румбов, помимо формирования соответствующих гидрологических сценариев для воспроизводства пелагических рыб в зимне-весеннее время, важно и в другом смысле. В этих потоках в зависимости от их выраженности изменяется объем

транспорта икры, личинок и ранних мальков с мест размножения у южных побережий Японии и Южной Кореи в Японское море и Тихий океан. В Тихом океане у восточного побережья Японии успешность переноса потомства в выростную зону, кроме того, зависит от положения основного потока Куросио, в частности от выраженности его меандра у южного побережья Хонсю [Takasuka et al., 2007; Gong et al., 2008; Nishikawa et al., 2013; Kaneko et al., 2018; Nishikawa, 2019].

Все или почти все перечисленные выше заключения или предположения о характере влияния фоновых факторов на формирование численности флюктуирующих субтропических рыб имеют право на существование. Но при этом тем не менее возникают определенные сомнения относительно их полной убедительности. Обсуждаемые здесь флюктуирующие виды нектона и их конкретные популяции обитают в условиях одних и тех же глобальных факторов. Однако однонаправленные реакции на них бывают редкими, а в некоторых случаях даже противофазными. Это может быть связано с резко различающимися экологическими профилями видов. Достаточно в этом смысле сопоставить сайру с круглогодичным нерестом на обширных океанических и морских акваториях с сардиной, скумбрией и анчоусом, размножающимися сезонно в локальных акваториях по окраинам морей и океана.

Японское море и тихоокеанские воды у побережья Японии объединяют циркуляционная система Куросио и его мощная ветвь — Цусимское течение. Выше уже упоминалось о перераспределении рыб на ранних стадиях развития при их транспорте с водами Куросио (в Тихий океан) и Цусимского течения (в Японское море). Возможно, это вносит некоторый вклад в различия в динамике численности некоторых рыб в Японском море и в зоне Куросио. В океанических водах та же иваси несколько лет имеет значительную численность и ведется ее успешный промысел, а при нагуле она уже проникала до Берингова моря. В северной части Японского моря на юго-западном побережье Сахалина еще в октябре 2011 г. отмечались ее выбросы (до 100 т). Однако до сих пор регулярных и заметных ее миграций на север Японского моря пока не сформировалось. Как отмечалось выше, численность цусимской популяции постепенно увеличивается, но более низкими темпами, чем в океане.

Еще более контрастно различается настоящая численность скумбрии — высокая в Тихом океане, низкая — в Японском море. Из этого следует, что в данном случае влияние глобальных фоновых факторов нейтрализуется провинциальными (местными) условиями.

В последние годы при исследованиях в районах воспроизводства пелагических рыб в зоне Куросио заметно усилилось внимание к ранжированию факторов, лимитирующих выживаемость на ранних этапах развития рыб [Nishikawa et al., 2013; Kamimura et al., 2015; Checkley et al., 2017; Takasuka et al., 2019; Yatsu, 2019]. Убедительно показано, что развитие в зимне-весенний период кормовой базы личинок и мальков в выростной зоне с северной стороны основного потока Куросио зависит от развития толщины верхнего перемешанного слоя. Это верхняя эпипелагиаль, т.е. зона интенсивного фотосинтеза. При увеличении слоя перемешивания становится больше запас биогенов, а следовательно, выше первичная продукция — основа кормовой базы личинок и мальков. Но в цитированных выше публикациях, кроме того, показано, что для понимания динамики численности даже удовлетворительно изученных массовых промысловых видов этих оценок среды недостаточно. На эту общую схему накладывают существенное влияние и другие факторы. В цитированных выше работах показано, что численность конкретного поколения, например, может зависеть от температуры воды даже при хорошей пищевой обеспеченности. При повышенной температуре быстрее происходит доразвитие икры, затем личинок и мальков. Таким образом, сокращается общий период, в течение которого вообще наблюдается самый высокий уровень смертности у любого вида [Kamimura et al., 2015].

Соответствующий отпечаток на ход формирования величины очередного поколения накладывают численность и состояние популяции на данный момент. Кро-

ме того, в этой теме как будто просматриваются еще более неожиданные нюансы. Предполагается, например, что для сардины значительное влияние на формирование численности поколения оказывает внутривидовой плотностной фактор во время созревания и нереста, но более слабое — на развитие личинок. А у японского анчоуса, наоборот, сильное влияние плотностного фактора наблюдается на стадии личинок [Takasuka et al., 2019].

### Межвидовая конкуренция и другие биотические факторы

Не все так просто, несмотря на многолетние исследования, и в межвидовых пищевых отношениях. Обычно и привычно обсуждаются отношения между сардиной и анчоусом, сардиной и скумбрией на разных стадиях онтогенеза. В отношении пары сардина–скумбрия однозначно признается конкуренция на ранних стадиях развития [Kaneko et al., 2018]. Но чаще сопоставляется противофазная пара сардина — японский анчоус. Мнения на этот счет противоположные. Судя по всему, здесь бывают совершенно разные ситуации. Однако, скорее всего, жесткой конкуренции между этими видами чаще всего не возникает. У сардины и анчоуса значительно различаются рационы, и они обычно разобщены пространственно [Checkley et al., 2017]. Цитируемые в данном случае авторы обращают внимание на то, что конкурентами и для сардины, и для анчоуса на разных стадиях могут быть многочисленные мезопелагические рыбы и медузы. Со своей стороны также добавим кальмаров, а в водах шельфов и свала глубин молодь донных рыб и крупных беспозвоночных.

Несмотря на большое количество публикаций [Беляев, 2003; Шунтов, 2016] о перестройках в нектонных сообществах и причинно-следственных обстоятельствах динамики численности промысловых видов субтропических вод северо-западной части Тихого океана и Японского моря, значительная часть выводов может рассматриваться только в качестве предположений. Особенно недостаточно количественных данных в виде продолжительных рядов наблюдений о продуцировании различных блоков кормовой базы (от личинок до взрослых особей) и распределении энергетических потоков по трофическим уровням. Без этого не может быть определена экологическая емкость биотопов и ландшафтов в местах воспроизводства, миграций и нагула.

Конечно, при этом биологические процессы должны рассматриваться с учетом климато-океанологического фона. Но в первую очередь с учетом не режимных сдвигов (это короткие промежутки времени), а периодов между ними, т.е. эпох между ними (от декад и более продолжительных периодов).

С учетом накопленных данных, даже при их различных трактовках, в настоящее время можно с большой уверенностью предполагать, что определенные эпохи (сардиновые и другие) нельзя прогнозировать как совершенно аналогичные предыдущим [Kuwae et al., 2017]. Кроме основополагающих глобальных факторов в формирование волн численности «вмешиваются» различные провинциальные обстоятельства — как фоновые (абиотические), так и биотические. Для страховки от больших неожиданностей при прогнозировании на перспективу, в несколько лет большую и даже принципиальную, помощь могут оказать регулярные учетные комплексные съемки молоди, пополнения и производителей. В то же время, чтобы разобраться в причинах (и следствиях) формирования волн численности, нужно отчетливо понимать, что недостаточно количественных оценок икры, молоди и производителей. Нужны еще и данные об их физиологическом качестве, т.е. жизнестойкости. При искусственном воспроизводстве на рыбоводных станциях накоплен солидный арсенал критериев оценки жизнестойкости молоди рыб, которые определяют ее так называемый биотический потенциал, противостоящий воздействию среды. В отношении рыб и других водных обитателей в этом смысле в основном ограничиваются размерами и темпами роста, чего, конечно, недостаточно. А механизм появления и накопления в популяциях особей с пониженной

жизнестойкостью, по-видимому, можно представить следующим образом. Начало и продолжение волн численности на первых этапах, несомненно, приходится на благоприятные для выживания условия воспроизводства. Следовательно, увеличивается выживаемость слабых особей, которые затем принимают участие в размножении и тем самым ослабляют потенциал производителей. И когда наступает очередной период с неблагоприятными условиями, слабые особи отсеиваются в первую очередь. Но выжившие особи, даже при пониженной численности, при наступлении очередного благоприятного для воспроизводства периода дают начало очередной вспышке численности.

У крупных популяций флюктуирующих видов нектона формирование волн численности определяется не только на конкретных местах размножения. Большое значение имеют меняющиеся условия переноса личинок и мальков в выростные зоны, в которых кормовая обеспеченность зависит от глобальных и провинциальных климато-океанологических и гидробиологических (состав пищи, конкуренты, хищники) условий. Однонаправленность и строгая периодичность динамики всех этих факторов в разных районах ареала маловероятны. В этом заключается еще одна причина различий волн численности в разные периоды.

В недавней статье О.А. Иванова и А.А. Хоружего [Ivanov, Khoruzhiy, 2019] об изменчивости интегральных характеристик эпипелагического ихтиоцена прикурильских вод при нынешней сардиновой и скумбриевой экспансии подчеркивается, что в связи со сложностью процессов функционирования морских экосистем (со свойствами динамичности и саморегуляции) в прогнозировании развития дальнейших событий присутствует высокая доля неопределенности. Поэтому на данном этапе необходимо следовать проверенному подходу — продолжать мониторинг среды, сообществ и входящих в их состав флюктуирующих видов. Цитируемые авторы о мониторинге говорят, что «пока приходится довольствоваться малым». Постоянный развернутый мониторинг — это не так уж мало. Он весьма затратен и требует участия комплексных групп специалистов, хотя уже и ведется на местах размножения и в районах нагула, но в ограниченных масштабах и, конечно, требует расширения. Несомненен в настоящее время и преобладающий вклад в эти исследования японских ученых.

Выше уже давалась оценка формальным и далеким от реальных событий заключениям специалистов ВНИРО о состоянии популяций основных флюктуирующих рыб дальневосточных морей и зоны Куросио [Булатов и др., 2016; Котенев и др., 2019]. К этому следует добавить воззрения специалиста СахНИРО А.Я. Великанова [2016] о динамике численности сардины иваси и ее миграций в сахалинские воды. Возражения к его идеям были выдвинуты ранее [Шунтов, 2017], ниже сделаем акцент на основные из них.

Как и в предыдущих заметках, регулярное появление в умеренных водах в периоды потепления южных видов (в том числе сардины) А.Я. Великанов [2016] неизменно квалифицирует как природные «*феномены*». Решающим направляющим фактором сроков миграций и нагула он считает поверхностную температуру (чем теплее, тем лучше). Миграции на юг связаны только с похолоданием. Но давно уже доказано, что накопившие необходимый запас жира особи и косяки начинают смещаться на юг еще до наступления заметного охлаждения вод [Швыдкий, Вдовин, 1993].

Пытается А.Я. Великанов [2016] миграции иваси и некоторых других рыб связывать с состоянием экосистем. При этом заключает, что сардина, мойва и японский анчоус являются важными индикаторными видами эпипелагического сообщества рыб Японского моря. Имеется в виду, что эти три вида демонстрируют состояние сообществ моря. В Японском море обитает до 1000 видов рыб. Поэтому неизбежен вопрос, какова же роль в экосистеме принадлежит остальным более чем 900 видам? Верит А.Я. Великанов и в то, что после каждого климатического режимного сдвига происходит вспышка численности иваси. Если бы это соответствовало истине, то больших проблем с прогнозированием динамики численности иваси и других флюктуирующих

рыб не было. В настоящее время сардина уже достигла вод Камчатки и даже Берингова моря, а в Японском море ее до сих пор мало.

Большая часть статьи А.Я. Великанова [2016] выдержана в уверенном тоне, однако в заключение он утверждает, что миграции сардины это «сложный многокомпонентный и многослойный биологический процесс». А на его формирование оказывают влияние «множество факторов разного происхождения и уровня воздействия». Этот невероятный поворот вполне перекликается с изначальным заключением, что миграции сардины «являются также частью общего феномена периодических сезонных перемещений рыб низких широт».

Кратко затронутые выше взгляды некоторых российских специалистов на динамику флюктуирующих видов субтропического нектона при начатом несколько лет назад промысле этих объектов в СЗТО приведены с целью показать реальные трудности в том, чтобы профессионально трактовать возникающие ситуации при оперативном и перспективном прогнозировании этих объектов.

При обсуждении совместного использования нектонными сообществами кормовой базы в нагульных биотопах в районе Куросио и его фронтальной зоны (включая личинок и молодь), а также в прикурильских водах, где встречаются крупная молодь и взрослые особи, чаще всего сопоставляются пары видов: сардина — японский анчоус, сардина — скумбрия, т.е. в основном знаковые промысловые виды. Как замечено выше, чаще всего (и это правильно) подчеркивается возможность пищевой конкуренции на ранних стадиях онтогенеза. С этим можно согласиться, но в то же время нужно иметь в виду еще одно важное обстоятельство. Промысловые виды нектона имеют значительную или заметную численность. Однако в прикурильских водах кроме них целый ряд непромысловых видов и групп количественно не уступают им. По среднемноголетним данным [Шунтов, 2012, 2016] биомасса нектона в прикурильских океанических водах оценена в 27 млн т (24 т/км$^2$), из них 9 млн т приходится на эпипелагиаль (0–200 м) и 18 млн т — на мезопелагиаль (200–1000 м). Из рыб в эпипелагиали преобладают флюктуирующие пелагические виды (сардина, сайра, японский анчоус, скумбрия, минтай *Theragra chalcogramma*), а в мезопелагиали — диаф-тета *Diaphus theta*, светлоперый стенобрах *Stenobrachius leucopsarus*, серебрянка *Leuroglossus schmidti*, а в последние годы на первое место среди них вышел японский нотоскопел *Notoscopelus japonicus* (см. табл. 1–3). В ночное время их значительное количество поднимается даже в верхнюю эпипелагиаль, где они количественно не уступают эпипелагическим видам. В некоторые годы резко и значительно увеличивается здесь численность кальмаров — тихоокеанского, ватасении *Watasenia scintillans* и *Okutania anonycha*, а также желетелых.

Пищевые связи всех представителей этих групп замыкаются по существу на массовые виды зоопланктона (сардина также на фитопланктон). По-видимому, на определенных участках нагульных акваторий могут обостряться конкурентные отношения за пищу. Однако вряд ли они достигают критических значений при больших и повышенных концентрациях планктона и высокой подвижности большинства нектонных мигрантов, перераспределяющихся на обширных пространствах северо-западной части Тихого океана. При этом часть их проникает в Охотское и Берингово моря. Тем не менее тема дефицита пищи (межвидовая конкуренция, плотностной фактор при внутривидовой конкуренции) почти всегда, особенно в прошлом, присутствовала во многих публикациях [Новиков, Свирский, 1987; Беляев, 2003; и мн. др.]. Уже в 2015 г., т.е. в начале современной численности сардины и значительных ее подходов в южнокурильский район, эта тема возникала при оперативном анализе неудачной горбушовой путины на Сахалине и южных Курильских островах. При прогнозе в 147,0 тыс. т было поймано только 50,7 тыс. т этого лосося. Одной из возможных причин недолова горбуши некоторыми специалистами ТИНРО предполагалось обилие южных мигрантов, в том числе иваси, якобы истощивших кормовую базу горбуши. В качестве опровержения этой версии в ежегодном лососевом бюлле-

тене были представлены развернутые количественные данные по составу планктона и питанию рыб [Шунтов и др., 2015], полученные в южнокурильском районе экспедицией ТИНРО летом 2015 г.

Как видно на рис. 5, концентрации зоопланктона в июне 2015 г. находились на близком к среднему уровне. В верхней эпипелагиали, где в это время концентрировались и лососи, и массовые южные мигранты, биомасса зоопланктона превышала 1000 мг/м$^3$. Важно подчеркнуть, что в прикурильских водах мигрирующие из океана лососи с южным нектоном в основном разобщены пространственно и по времени, т.е. когда начинается массовый заход сюда южных видов, та же горбуша основной массой уже находится в Охотском море.

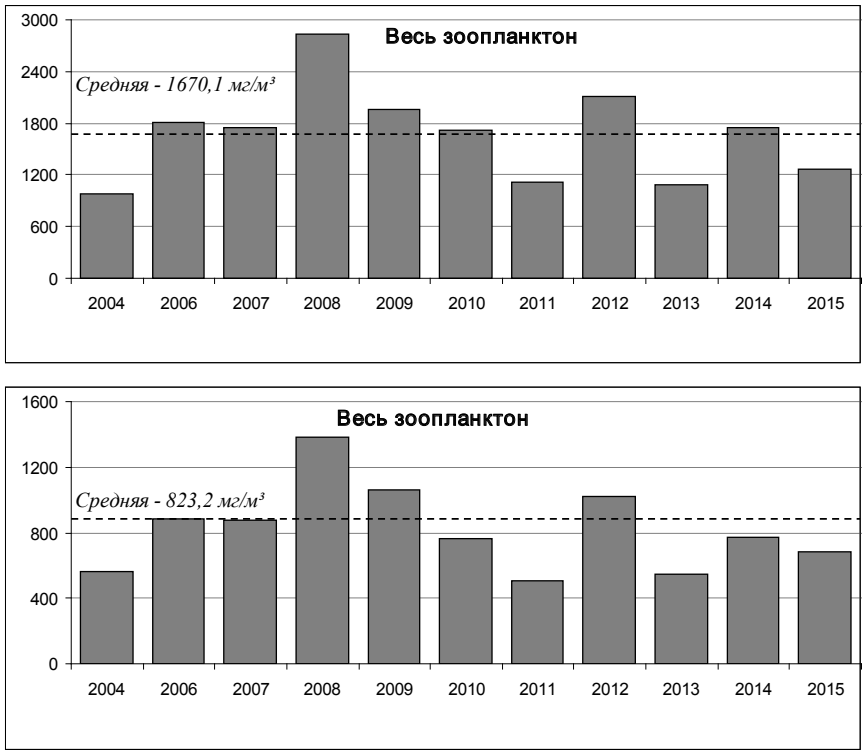


Рис. 5. Межгодовые изменения концентраций зоопланктона в тихоокеанских водах Курильских островов в летний период (**вверху** — в слое 0–50 м, **внизу** — в слое 0–200 м) [Шунтов и др., 2015]

Fig. 5. Interannual changes in zooplankton concentrations in the Pacific waters of the Kuril Islands during the summer period (**top-in** the 0–50 m layer, **bottom-in** the 0–200 m layer) [Shuntov et al., 2015]

Показательными оказались и обширные материалы по питанию рыб. Кроме июньской ситуации (табл. 6), приведены данные также за июль-август, когда лососей здесь уже мало (табл. 7). Можно видеть частичное перекрывание пищевых спектров разных видов. Заметны и признаки избирательного питания всех видов. Только у сардины значительная часть рациона приходится на фитопланктон, у кеты — на желетелых, у скумбрии — на рыб. Амфиподы и птероподы в основном присутствуют в питании горбуши и кеты. Наконец, средние и высокие индексы наполнения желудков свидетельствуют об удовлетворительных или хороших условиях добычи пищи для всех видов. Что касается значительного недолова горбуши относительно прогноза, то это стало, во-первых, следствием ошибочной трактовки данных по скату ее молоди, а во-вторых, результатом применения несовершенной формальной модели [Шунтов и др., 2015].

Таблица 6

Интенсивность питания и состав (%) рационов горбуши, кеты, японской скумбрии и сардины иваси в прикурильских водах 1.06–1.07.2015 г. [Шунтов и др., 2015]

Table 6

Nutrition intensity and composition (%) of the rations of pink salmon, chum salmon, Chub mackerel and Japanese sardine of the Pacific waters of the Kuril Islands 1.06–1.07.2015 [Shuntov et al., 2015]

| Компонент пищи | Горбуша 40–50 см | Кета | | Скумбрия 20–30 см | Сардина иваси 10–30 см |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 40–50 см | 50–60 см | | |
| Эвфаузииды | **28,8–45,4** | **41,6–45,5** | **30,8–54,5** | 0,0–13,7 | 4,3–17,7 |
| Амфиподы | **21,0–30,2** | **37,3–38,5** | **9,6–22,0** | **10,7–20,3** | 0–5,0 |
| Копеподы | **9,6–29,9** | 1,2–12,5 | 0,6–1,4 | **67,6–77,1** | **82,3–95,7** |
| Птероподы | 4,1–13,7 | 0,4–5,1 | 3,3–10,4 | 0–4,5 | 0–3,0 |
| Сагитты | 2,9–14,2 | 0 | 0 | 0–1,2 | 0 |
| Желетелые | 0–0,2 | 2,1–11,6 | 18,7–47,8 | 0 | 0 |
| Кальмары | 0–0,5 | 0–1,0 | 0 | 0 | 0 |
| Рыбы | 1,9–6,7 | 0 | 0 | 2,4–2,6 | 0 |
| **ИНЖ, ‰** | **70,0–77,7** | **41,9–56,7** | **42,9–56,7** | **107,5–135,7** | **18,2–76,6** |
| **Кол-во экз.** | **642** | **267** | **81** | **320** | **139** |

*Примечание.* В табл. 6 и 7 приведены минимальные и максимальные средние значения показателей в разных районах.

Таблица 7

Интенсивность питания и состав (%) рационов горбуши, кеты, японской скумбрии и сардины иваси в прикурильских водах 22.07–17.08.2015 г. [Шунтов и др., 2015]

Table 6

Nutrition intensity and composition (%) of the rations of pink salmon, chum salmon, Chub mackerel and Japanese sardine of the Pacific waters of the Kuril Islands 22.07–17.08.2015 [Shuntov et al., 2015]

| Компонент пищи | Горбуша 40–60 см | Кета 50–60 см | Скумбрия | | Сардина иваси 13–25 см |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 20–30 см | 30–40 см | |
| Эвфаузииды | **2,3–49,8** | **7,9–52,6** | **0,5–59,6** | **12,0–22,5** | 0–9,3 |
| Амфиподы | **16,2–50,3** | 2,2–29,8 | 0,2–5,5 | 3,0–4,4 | 0–7,6 |
| Копеподы | **2,7–52,5** | 0–11,0 | **16,7–77,4** | 7,5–13,4 | **5,3–77,0** |
| Декаподы | 0–0,9 | 0–2,1 | 0 | 0 | 0 |
| Птероподы | 1,3–28,9 | 0–35,9 | 0–1,2 | 0–6,2 | 0 |
| Ойкоплевры | 0 | 0 | **1,0–21,9** | 0–3,2 | **1,3–31,8** |
| Сагитты | 0–0,2 | 0–8,5 | 0–2,7 | 0–0,5 | 0 |
| Желетелые | 0 | **3,2–47,9** | 0 | 0–2,7 | 0 |
| Кальмары | 0–31,8 | 0–21,7 | 0–2,3 | 0–35,1 | 0 |
| Рыбы | 0,7–2,5 | 0–25,6 | **5,5–20,6** | **31,1–67,0** | 0 |
| Фитопланктон | 0 | 0 | 0 | 0 | **2–90** |
| **ИНЖ, ‰** | **24–107** | **6–75** | **65–122** | **85–112** | **30–179** |
| **Кол-во экз.** | **86** | **57** | **532** | **219** | **312** |

## Заключение

Итак, неоспоримо, что во втором десятилетии 21-го века в сообществах эпипелагического нектона прикурильских вод Тихого океана произошли кардинальные изменения. Значительный рост обилия сардины иваси и японской скумбрии и существенное уменьшение численности японского анчоуса и сайры сформировали новый облик сообщества. В 2020 г. вылов сардины иваси российскими и японскими рыбаками приблизился к отметке в 1 млн т и факт распространения этого субтропического вида до Берингова и Охотского морей явно показывает продолжение волны численности. По темпу роста нынешняя вспышка численности иваси пока уступает «сардиновой эпохе»

1970–1990-х гг., но она и не может быть совершенно аналогичной. В современных условиях для уверенного прогнозирования динамики численности сардины иваси и других массовых пелагических видов необходимо продолжение сложившегося мониторинга, включающего ежегодные количественные учеты во время размножения и нагульных миграций. Уверенное прогнозирование появления и угасания волн численности станет возможным только в случае адекватной оценки биотического потенциала популяций, с которым связана жизнестойкость особей.

**Благодарности**

Авторы выражают свою признательность Л.В. Чеблуковой за помощь в подготовке рукописи и рецензентам за конструктивную оценку и полезные предложения по ее улучшению.

**Финансирование работы**

Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Соблюдение этических стандартов**

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы использования животных были соблюдены. Библиографические ссылки на все использованные в работе данные других авторов оформлены в соответствии с правилами данного издания.

**Список литературы**

**Беляев В.А.** Экосистема зоны течения Куросио и ее динамика : моногр. — Хабаровск : Хабаровск. кн. изд-во, 2003. — 382 с.

**Булатов О.А., Котенев Б.Н., Кровнин А.С.** О перспективах новой «сардиновой эпохи» в северо-западной части Тихого океана // Вопр. рыб-ва. — 2016. — Т. 17, № 4. — С. 385–405.

**Великанов А.Я.** Миграции дальневосточной сардины *Sardinops melanostictus* к берегам острова Сахалин в XX — начале XXI столетия // Вопр. ихтиол. — 2016. — Т. 56, № 5. — С. 548–561. DOI: 10.7868/S0042875216040184.

**Зуенко Ю.И.** Межгодовые изменения районов и сроков массового нереста сардины иваси в Японском море и их значение для воспроизводства сардины // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 166. — С. 103–122.

**Зуенко Ю.И., Першина Е.А.** Изменчивость температуры воды и сроков весеннего «цветения» на нерестилищах сардины иваси в Японском море // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 165. — С. 251–264.

**Иванов О.А., Суханов В.В.** Видовая структура нектона прикурильских и прикамчатских вод Тихого океана // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. — 2013. — № 3. — С. 48–71.

**Кляшторин Л.Б., Любушин А.А.** Циклические изменения климата и рыбопродуктивности : моногр. — М. : ВНИРО, 2005. — 235 с.

**Котенев Б.И., Булатов О.А., Кровнин А.С.** Перспективы отечественного рыболовства до 2035 года в условиях меняющегося климата // Вопр. рыб-ва. — 2019. — Т. 20, № 4. — С. 395–435.

**Кузнецов В.В.** Ретроспективный анализ крупномасштабных изменений численности сардины иваси // Биологические основы динамики численности и прогнозирования вылова рыб. — М. : ВНИРО, 1989. — С. 84–97.

**Кузнецов В.В., Кузнецова Е.Н.** Экологические взаимоотношения и перспективы промысла пелагических рыб зоны Куросио // Рыб. хоз-во. — 1988. — № 4. — С. 51–54.

**Новиков Ю.В., Свирский В.Г.** Долгопериодные изменения численности основных промысловых рыб северо-западной части Тихого океана // Биологические ресурсы открытого океана. — М. : Наука, 1987. — С. 189–215.

**Парин Н.В., Евсеенко С.А., Васильева Е.Д.** Рыбы морей России: аннотированный каталог. — М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2014. — 733 с. (Сб. тр. Зоологического музея МГУ; т. 53.)

**Федоров В.В., Парин Н.В.** Пелагические и бентопелагические рыбы тихоокеанских вод России (в пределах 200-мильной экономической зоны) : моногр. — М. : ВНИРО, 1998. — 154 с.

**Швыдкий Г.В., Вдовин А.Н.** Физиологические аспекты роста дальневосточной сардины *Sardinops sagax melanosticta* // Вопр. ихтиол. — 1993. — Т. 33, № 2. — С. 314–316 .

**Шунтов В.П.** Биология дальневосточных морей России : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2016. — Т. 2. — 604 с.

**Шунтов В.П.** История одного анкетирования на тему «неверной рыбы иваси» // ТИНРО 80 лет (1925–2005 гг.). Воспоминания о людях, их судьбах и минувших событиях. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2005. — С. 191–194.

**Шунтов В.П.** Об упрощенных трактовках лимитирующих факторов и динамики численности некоторых промысловых рыб дальневосточных вод // Изв. ТИНРО. — 2017. — Т. 189. — С. 35–51.

**Шунтов В.П.** Опыт тотальной количественной оценки ихтио-теутоценозов дальневосточных российских вод // Бюл. № 7 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2012. — С. 84–90.

**Шунтов В.П., Темных О.С.** Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2011. — Т. 2. — 473 с.

**Шунтов В.П., Темных О.С., Шевляков В.А.** Лососевая путина–2015: успехи и неудачи, контрасты «север–юг» // Бюл. № 10 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2015. — С. 3–15.

**Checkley D.M., Asch G.R., Rykaczewski R.R.** Climate, Anchovy, and Sardine // Annu. Rev. Mar. Sci. — 2017. — Vol. 9. — P. 469–493.

**Gong Y., Suh Y.S., Han I.S., Seong K.T.** Year-to-year and interdecadal fluctuations in abundance of pelagic fish populations in relation to climate-induced oceanic conditions // J. Ecol. Field. Biol. — 2008. — Vol. 31, Iss. 1. — P. 45–67.

**Ivanov O.A., Khoruzhiy A.A.** Interannual Dynamics of the Fish Community's Integral Characteristics in the Upper Epipelagic Layer of the Pacific Ocean's Russian Part in June–September 2004–2018 // J. Ichthyol. — 2019. —Vol. 59, № 5. — P. 727–742. DOI: 10.1134/S0032945219050047.

**Kamimura Y., Takahashi M., Yamashita N. et al.** Larval and Juvenile Growth of Chub Mackerel Scomber japonicus in Relation to Recruitment in the Western North Pacific // Fish. Sci. — 2015. — Vol. 81. — P. 505–513. DOI: 10.1007/s12562-015-0869-4.

**Kaneko H., Okunishi T., Seto T. et al.** Dual effects of reversed winter-spring temperatures on year-to-year variation in the recruitment of chub mackerel (*Scomber japonicus*) // Fish. Oceanogr. — 2018. — Vol. 28, Iss. 2. — P. 212–227. DOI: 10.1111/fog.12403.

**Kuwae M., Yamamoto M., Sagawa T. et al.** Multidecadal, centennial, and millennial variability in sardine and anchovy abundances in the western North Pacific and climate–fish linkages during the late Holocene // Prog. Oceanogr. — 2017. — Vol. 159. — P. 86–98. DOI: 10.1016/j.pocean.2017.09.011.

**Nishikawa H.** Relationship between recruitment of Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*) and environment of larval habitat in the low-stock period (1995–2010) // Fish. Oceanogr. — 2019. — Vol. 28(2). — P. 131–142. DOI: 10.1111/fog.12397.

**Nishikawa H., Yasuda I., Komatsu K. et al.** Winter mixed layer depth and spring bloom along the Kuroshio front: Implications for the Japanese sardine stock // Mar. Ecol. Prog. Ser. — 2013. — Vol. 487. — P. 217–229.

**Sogawa S., Hidaka K., Kamimura Y. et al.** Environmental characteristics of spawning and nursery grounds of Japanese sardine and mackerels in the Kuroshio and Kuroshio Extension area // Fish. Oceanogr. — 2019. — Vol. 28(4). — P. 454–467. DOI: 10.1111/fog.12423.

**Taga M., Kamimura Y., Yamashita Y.** Effects of water temperature and prey density on recent growth of chub mackerel *Scomber japonicus* larvae and juveniles along the Pacific coast of Boso–Kashimanada // Fish. Sci. — 2019. — Vol. 85. — P. 931–942. DOI: 10.1007/s12562-019-01354-8.

**Takasuka A., Oozeki Y., Aoki I.** Optimal growth temperature hypothesis: Why do anchovy flourish and sardine collapse or vice versa under the same ocean regime? // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 2007. — Vol. 64(5). — P. 768–776. DOI: 10.1139/F07-052.

**Takasuka A., Yoneda M., Oozeki Y.** Disentangling density-dependent effects on egg production and survival from egg to recruitment in fish // Fish and Fisheries. — 2019. — Vol. 20(5). — P. 870–887. DOI: 10.1111/faf.12381.

**Yatsu A.** Review of population dynamics and management of small pelagic fishes around the Japanese Archipelago // Fish. Sci. — 2019. — Vol. 85. — P. 611–639. DOI: 10.1007/s12562-019-01305-3.

## References

**Belyaev, V.A.,** *Ekosistema zony techeniya Kurosio i yeye dinamika* (Ecosystem of the Kuroshio Current Area and its Dynamics), Khabarovsk: Khabarovskoye knizhnoye izdatel'stvo, 2003.

**Bulatov, O.A., Kotenev, B.N., and Krovnin, A.S.,** On the prospects for a new "Sardine era" in the northwestern Pacific, *Vopr. Rybolov.*, 2016, vol. 17, no. 4, pp. 385–405.

**Velikanov, A.Y.,** Pacific sardine (Sardinops melanostictus) migrations to the shores of Sakhalin Island in the 20th–early 21st centuries, *Vopr. Ikhtiol.*, 2016, vol. 56, no. 5, pp. 715–727, doi 10.1134/S0032945216040147

**Zuenko, Yu.I.,** Shifts of spawning grounds and dates of mass spawning for Japanese sardine in the Japan Sea and their contribution to its reproduction, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2011, vol. 166, pp. 103–122.

**Zuenko, Yu.I. and Pershina, E.A.,** Variations of sea surface temperature and dates of spring bloom at spawning grounds of Japanese sardine in the Japan Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2011, vol. 165, pp. 251–264.

**Ivanov, O.A. and Sukhanov, V.V.,** The species structure of nekton communities in the Russian zone of the Pacific Ocean, *Vestn. Sev.-Vost. Nauch. Tsentra, Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk*, 2013, no. 3, pp. 48–71.

**Klyashtorin, L.B. and Lyubushin, A.A.,** *Tsiklicheskiye izmeneniya klimata i ryboproduktivnosti* (Cyclic Changes in Climate and Fish Capacity), Moscow: VNIRO, 2005.

**Kotenev, B.I., Bulatov, O.A., and Krovnin, A.S.,** Prospects for domestic fisheries until 2035 in a changing climate, *Vopr. Rybolov.*, 2019, vol. 20, no. 4, pp. 395–435.

**Kuznetsov, V.V.,** Retrospective analysis of large-scale changes in the abundance of sardine ivasi, in *Biologicheskiye osnovy dinamiki chislennosti i prognozirovaniya vylova ryb* (Biological bases of dynamics of the abundance and forecasting of fish catch), Moscow: VNIRO, 1989, pp. 84–97.

**Kuznetsov, V.V. and Kuznetsova, E.N.,** Ecological Relations and Prospects for Pelagic Fish Fishing in the Kuroshio Zone, *Rybn. Khoz.*, 1988, no. 4, pp. 51–54.

**Novikov, Yu.V. and Svirsky, V.G.,** Long-term changes in the abundance of the main commercial fish in the northwestern Pacific, in *Biologicheskiye resursy otkrytogo okeana* (Biological resources of the open ocean), Moscow: Nauka, 1987, pp. 189–215.

**Parin, N.V., Evseenko, S.A., and Vasiljeva, E.D.,** *Ryby morei Rossii: annotirovannyi katalog* (Fishes of Russian Seas: Annotated Catalogue), Moscow: KMK, 2014.

**Fyodorov, V.V. and Parin, N.V.,** *Pelagicheskiye i bentopelagicheskiye ryby tikhookeanskikh vod Rossii (v predelakh 200-mil'noi ekonomicheskoi zony)* (Pelagic and Benthopelagic Fishes in Pacific Waters of Russia (within the 200-mile Economic Zone)), Moscow: VNIRO, 1998.

**Shvydkiy, G.V. and Vdovin, A.N.,** Physiological aspects of the growth of the Far Eastern sardine Sardinops sagax melanosticta, *Vopr. Ikhtiol.*, 1993, vol. 33, no. 2, pp. 314–316.

**Shuntov, V.P.,** *Biologiya dal'nevostochnykh morei Rossii* (Biology of the Far Eastern Seas of Russia), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2016, vol. 2.

**Shuntov, V.P.,** The history of a questionnaire survey on the topic of "the wrong Iwashi fish", in *TINRO 80 let (1925–2005 gg.). Vospominaniya o lyudyakh, ikh sud'bakh i minuvshikh sobytiyakh* (TINRO 80 years (1925–2005). Memories of people, their fates and past events), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2005, pp. 191–194.

**Shuntov, V.P.,** On simplified interpretations of limiting factors and dynamics of for abundance for some commercial fishes in the Far Eastern waters, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2017, vol. 189, pp. 35–51.

**Shuntov, V.P.,** The experience of a total quantitative assessment of ichthyo-teutocenoses in Russian Far Eastern waters, in *Byulleten' N 7 izucheniya Tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bulletin No. 7 for the Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2012, pp. 84–90.

**Shuntov, V.P. and Temnykh, O.S.,** *Tikhookeanskie lososi v morskikh i okeanicheskikh ekosistemakh* (Pacific Salmon in Marine and Ocean Ecosystems), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2011, vol. 2.

**Shuntov, V.P., Temnykh, O.S., and Shevlyakov, V.A.,** Salmon fishing season 2015: Success and failures, "north–south" contrasts, in *Byull. N 10 izuch. tikhookean. lososei Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 10 Study Pac. Salmon Far East), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2015, pp. 3–15.

**Checkley, D.M., Asch, G.R., and Rykaczewski, R.R.,** Climate, Anchovy, and Sardine, *Annu. Rev. Mar. Sci.,* 2017, vol. 9, pp. 469–493.

**Gong, Y., Suh, Y.S., Han, I.S., and Seong, K.T.,** Year-to-year and interdecadal fluctuations in abundance of pelagic fish populations in relation to climate-induced oceanic conditions, *J. Ecol. Field. Biol.,* 2008, vol. 31, no. 1, pp. 45–67.

**Ivanov, O.A. and Khoruzhiy, A.A.,** Interannual Dynamics of the Fish Community's Integral Characteristics in the Upper Epipelagic Layer of the Pacific Ocean's Russian Part in June–September 2004–2018, *J. Ichthyol.*, 2019, vol. 59, no 5, pp. 727–742. doi 10.1134/S0032945219050047

**Kamimura, Y., Takahashi, M., Yamashita, N., Watanabe, C., and Kawabata, A.,** Larval and Juvenile Growth of Chub Mackerel Scomber japonicus in Relation to Recruitment in the Western North Pacific, *Fish. Sci.*, 2015, vol. 81, pp. 505–513. doi 10.1007/s12562-015-0869-4

**Kaneko, H., Okunishi, T., Setou, T., Kuroda, H., Itoh, S., Koketsu, S., and** Hasegawa**, D.,** Dual effects of reversed winter-spring temperatures on year-to-year variation in the recruitment of chub mackerel (*Scomber japonicus*), *Fish. Oceanogr.,* 2018, vol. 28, no. 2, pp. 212–227. doi 10.1111/fog.12403

**Kuwae, M., Yamamoto, M., Sagawa, T., Ikehara, K., Irino, T., Takemura, K., Takeoka, H., and Sugimoto, T.,** Multidecadal, centennial, and millennial variability in sardine and anchovy abundances in the western North Pacific and climate–fish linkages during the late Holocene, *Prog. Oceanogr.*, 2017, vol. 159, pp. 86–98. doi 10.1016/j.pocean.2017.09.011

**Nishikawa, H.,** Relationship between recruitment of Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*) and environment of larval habitat in the low-stock period (1995–2010), *Fish. Oceanogr.,* 2019. vol. 28, no. 2, pp. 131–142. doi 10.1111/fog.12397

**Nishikawa, H., Yasuda, I., Komatsu, K., Sasaki, H., Sasai, Y., Setou, T., and Shimizu, M.,** Winter mixed layer depth and spring bloom along the Kuroshio front: Implications for the Japanese sardine stock, *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 2013, vol. 487, pp. 217–229.

**Sogawa**, **S., Hidaka**, **K., Kamimura**, **Y., Takahashi**, **M., Saito**, **H., and Okazaki**, **Y.,** Environmental characteristics of spawning and nursery grounds of Japanese sardine and mackerels in the Kuroshio and Kuroshio Extension area, *Fish. Oceanogr.*, 2019, vol. 28, no. 4, pp. 454–467. doi 10.1111/fog.12423

**Taga, M., Kamimura, Y., and Yamashita, Y.,** Effects of water temperature and prey density on recent growth of chub mackerel *Scomber japonicus* larvae and juveniles along the Pacific coast of Boso–Kashimanada, *Fish. Sci*., 2019, vol. 85, pp. 931–942. doi 10.1007/s12562-019-01354-8

**Takasuka, A., Oozeki, Y., and Aoki, I.,** Optimal growth temperature hypothesis: Why do anchovy flourish and sardine collapse or vice versa under the same ocean regime?, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 2007, vol. 64, no. 5, pp. 768–776. doi 10.1139/F07-052

**Takasuka, A., Yoneda, M., Oozeki, Y.,** Disentangling density-dependent effects on egg production and survival from egg to recruitment in fish, *Fish and Fisheries*, 2019, vol. 20, no. 5, pp. 870–887. doi 10.1111/faf.12381

**Yatsu, A.,** Review of population dynamics and management of small pelagic fishes around the Japanese Archipelago, *Fish. Sci.*, 2019, vol. 85, pp. 611–639. doi 10.1007/s12562-019-01305-3

***Pelagicheskiye ryby (sayra, sardina, skumbriya) — 2018 (putinnyy prognoz)*** (Pelagic fish (saury, sardine, mackerel) — 2018 (Putin's forecast), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2018.

***Pelagicheskiye ryby (sayra, sardina, skumbriya) — 2019 (putinnyy prognoz)*** (Pelagic fish (saury, sardine, mackerel) — 2019 (Putin's forecast), Vladivostok: TINRO, 2019.

***Pelagicheskiye ryby (sayra, sardina, skumbriya) — 2020 (putinnyy prognoz)*** (Pelagic fish (saury, sardine, mackerel) — 2020 (Putin's forecast), Vladivostok: TINRO, 2020.

*Поступила в редакцию 27.01.2021 г.*

*После доработки 16.02.2021 г.*

*Принята к публикации 26.02.2021 г.*