



ВОПРОСЫ РЫБОЛОВСТВА

2022 г. Том 23. №2

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

ВОПРОСЫ РЫБОЛОВСТВА

Том 23 №2 2022

Апрель – июнь

Основан в 2000 г.
Выходит 4 раза в год
ISSN 0234-2774

Главный редактор:
О.А. Булатов

Редакционный совет:
К.В. Колончин (председатель),
А.А. Байталюк, В.А. Беляев, О.И. Бетин, Р. Дж. Бимиш,
Э.В. Бубунец, И.В. Бурлаченко, Г.А. Волошин,
А.В. Долгов, А.В. Жигин, А.М. Каев, А.Н. Котляр
(научный редактор), А.А. Лукин, Д.С. Павлов,
Е.В. Романов, Г.И. Рубан, А.Н. Сёмин, Г.Е. Серветник,
С.Н. Серёгин, А.А. Смирнов, А.С. Труба, Е.Н. Шадрин,
У. Шигехико, В.П. Шунтов

Заведующая редакцией *Е.В. Трегубова*
Адрес редакции: 105187, Москва,
Окружной проезд, д. 19,
тел.: 8 (499) 264-65-33, e-mail: vr@vniro.ru



FEDERAL AGENCY FOR FISHERIES

PROBLEMS OF FISHERIES

Vol. 23 issue 2 2022
April – june

Founded in 2000
Four issues every year
ISSN 0234-2774

Editor-in-chief:
O.A. Bulatov

Editorial Board:

K.V. Kolonchin (Charmain),

A.A. Baitalyuk, V.A. Belyaev, O.I. Betin, R. Beamish,
E.V. Bubunets, I.V. Burlachenko, G.A. Voloshin, A.V. Dolgov,
A.V. Zhigin, A.V. Kaev, A.N. Kotlyar (Scientific Editor)
A.A. Lukin, D.S. Pavlov, E.V. Romanov, G.I. Ruban,
A.N. Semin, G.E. Servetnik, S.N. Seregin, A.A. Smirnov,
A.S. Truba, E.N. Shadrin, U. Shigehiko, V.P. Shuntov



Staff Editor *E.V. Tregubova*
Address of the Editorial Office: Nr. 19,
Okruzhnoy proezd, 105187, Moscow
Phone: 8 (499) 264-65-33, e-mail: vr@vniro.ru

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

Особенности биологии и оценка состояния запаса весенне-нерестующей атлантическо-скандинавской сельди в современный период <i>О.А. Булатов, Д.А. Васильев, А.И. Крысов, М.О. Рыбаков</i>	5
История изучения, распределение, основные черты биологии, состояние запасов и промысел гижигинско-камчатской сельди <i>А.А. Смирнов, О.В. Прикоки</i>	27
Морские мигрирующие сельди Каспийского моря <i>Т.С. Зубкова, В.П. Разинков</i>	51
Биологическая характеристика сельди залива Петра Великого (Японское море) <i>Л.А. Черноиванова</i>	63
Сельди западной части Берингова моря: распределение, основные черты биологии, состояние запасов и промысел <i>А.А. Смирнов, А.В. Датский, Н.П. Антонов</i>	86

ПРОМЫСЕЛ ГИДРОБИОНТОВ

Промысел, динамика запаса и основные биологические показатели нерестовой охотской сельди на современном этапе <i>А.М. Панфилов, А.А. Смирнов</i>	108
Промысел, биологическое состояние и запасы корфо-карагинской сельди в современный период <i>Ю.К. Курбанов, А.И. Варкентин</i>	122
Состояние запасов и перспективы использования беломорской сельди <i>С.Б. Фролов, В.И. Зубов, М.А. Носов</i>	143
Чёшко-печорская сельдь – невостребованный ресурс Арктики <i>А.С. Безбородов</i>	155
Уловы и состояние запаса балтийской сельди на российской акватории Балтийского моря (26 подрайон ИКЕС) <i>И.С. Труфанова</i>	165

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ

Некоторые аспекты структуры промыслового изъятия и параметры популяции черноморско-азовской сельди в период 2004–2020 гг. <i>И.Д. Козоброд, В.А. Шляхов, О.В. Шляхова, М.М. Пятинский</i>	174
О причинах снижения нерестового запаса сельди-черноспинки на Нижней Волге <i>Т.В. Войнова, В.В. Барбанов, В.А. Чаплыгин</i>	189

УСЛОВИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

Распределение нерестилищ тихоокеанской сельди сахалино-хоккайдской и декастринской популяций у западного побережья о. Сахалин (Японское море) <i>Э.Р. Ившина</i>	201
---	-----

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Отработка инструментальных методов учёта площади нерестилищ сельди в Охотском море <i>А.А. Дуленин, В.В. Свиридов</i>	216
--	-----

CONTENTS

BIOLOGY OF COMMERCIAL HYDROBIONTS

Peculiarities of biology and stock assessment spring spawning (atlantic-scandinavian) herring in the present period <i>O.A. Bulatov, D.A. Vasilyev, A.I. Krysov, M.O. Rybakov.</i>	5
The history of the study, distribution, the main features of biology, the state of stocks and fishing of the gizhigin-kamchatka herring <i>A.A. Smirnov, O.V. Prikoki.</i>	27
Marine migrating herring of the Caspian Sea <i>T.S. Zubkova, V.P. Razinkov.</i>	51
Biological characteristic of herring of Peter the Great Bay (Japan Sea) <i>L.A. Chernoiivanova</i>	63
Herring in the western Bering Sea: distribution, main biological features, stock status and fishing <i>A.A. Smirnov, A.V. Datsky, N.P. Antonov</i>	86

AQUATIC ORGANISMS FISHERY

Fishing, stock dynamics and basic biological indicators of spawning Okhotsk herring at the present stage <i>A.M. Panfilov, A.A. Smirnov</i>	108
Fishery, biological status and stocks of the korfo-karaginsk herring in the recent period <i>Yu.K. Kurbanov, A.I. Varkentin.</i>	122
The state of White Sea herring stock and fishing perspective <i>S.B. Frolov, V.I. Zubov, M.A. Nosov.</i>	143
Chosa herring – the unclaimed resource of the Arctic <i>A.S. Bezborodov</i>	155
Stock status and catches of the Baltic herring in the Russian waters of the Baltic Sea (in the 26-th subdivision ICES) <i>I.S. Trufanova</i>	165

DYNAMICS OF ABUNDANCE

Some points of catch structure and population parameters of the Black-Azov Sea pontic shad during the period 2004–2020 <i>I.D. Kozobrod, V.A. Shlyakhov, O.V. Shlyakhova, M.M. Piatinskii.</i>	174
About the reasons for the decrease in the spawning stock of black-backed herring in Volga River <i>T.V. Voynova, V.V. Barabanov, V.A. Chaplygin</i>	189

CONDITIONS FOR REPRODUCTION OF HYDROBIONTS

Distribution of spawning grounds of pacific herring Sakhalin-Hokkaido and Decastri population off the west coast Sakhalin Island (Japan Sea) <i>E.R. Ivshina.</i>	201
--	-----

METHODOLOGICAL ASPECTS OF FISHERY INVESTIGATIONS

Development of instrumental methods for accounting the spawning grounds area of herring in the Sea of Okhotsk <i>A.A. Dulenin, V.V. Sviridov</i>	216
---	-----

ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗАПАСА ВЕСЕННЕ-НЕРЕСТУЮЩЕЙ (АТЛАНТИЧЕСКО- СКАНДИНАВСКОЙ) СЕЛЬДИ В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

© 2022 г. О.А. Булатов¹, Д.А. Васильев¹, А.И. Крысов², М.О. Рыбаков²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства и океанографии (ВНИРО), г. Москва, 107140

²Полярный филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО), г. Мурманск, 183038
E-mail: obulatov@vniro.ru

Поступила в редакцию 7.03.2022 г.

Представлены сведения о распределении, миграциях, состоянии запаса норвежской весенне-нерестующей сельди. Рассмотрены особенности моделей, использующихся для оценки состояния её запаса

Ключевые слова: сельдь, *Clupea harengus*, распределение, миграции, состояние запаса.

ВВЕДЕНИЕ

Термин атлантическо-скандинавская сельдь (*Clupea harengus harengus*) ввёл в 1919 г. А. Иогансен (Johansen, 1919) в качестве общего названия трёх стад: норвежской весенне-нерестующей, исландской летне-нерестующей и исландской весенне-нерестующей сельдей. В данной работе рассматривается норвежская весенне-нерестующая сельдь, которая занимает важное место в экосистеме морей Северо-Восточной Атлантики и имеет большое значение в промысле многих стран. Популяция (стадо, запас) норвежской весенне-нерестующей сельди превосходит других морских сельдей по величине ареала, численности и протяжённости миграций.

Сельдь нерестится на шельфе вдоль Норвежского побережья от 58°00' с.ш. до 70°00' с.ш. Личинки, выклюнувшиеся на Норвежском шельфе, переносятся на северо-восток вдоль норвежского побережья под воздействием прибрежного течения и заносятся в фиорды Норвегии

и Баренцево море (Марти, Юданов, 1962; Селиверстов, Пенин, 1974; Селиверстова, 1983; Крысов, 2008).

С началом полового созревания, в возрасте 3–8 лет, а в основном 3–4 лет (Марти, 1956; Seliverstova, 1977; Крысов, 2008), сельдь возвращается в Норвежское море, пополняя нерестовую часть популяции (рис. 1).

В периоды высокой численности запаса сельдь нагуливалась в открытой части Норвежского и Гренландского морей и зимовала в водах к востоку от Исландии. С уменьшением численности она откармливалась в прибрежных водах Норвегии и зимовала в фиордах (Марти, 1956; Юданов, 1960). После восстановления численности в 90-х гг. прошлого века сельдь стала нагуливаться на обширной акватории Норвежского моря (рис. 1), а затем возвращаться к побережью Норвежского моря на зимовку (Крысов, 2008).

Описания промысла сельди известны с XV в. Величина вылова и пути её

миграции сильно изменялись, очевидно, в соответствии с изменениями величины её запаса (Hjort, 1914; Lea, 1914, 1929).

В XV–XIX вв. в Норвегии, основной стране прибрежного сельдяного рыболовства, были периоды, когда уловы сельди резко сокращались. О.Н. Лоберг (Loberg, 1864) отмечал, что у побережья Норвегии после 1576 г. сельдь вообще не ловилась. Только в начале XVII в. промысел её возобновился. Резкие сокращения уловов сельди были в 1650–1700 гг., 1784–1795 гг., 1808–1833 гг.

Крупномасштабный промысел норвежской весенне-нерестующей сельди судами СССР начался в 1947 г. и, с перерывами, продолжается и в настоящее время. Отечественный вылов сельди в 1950 г. составлял 14,0 тыс. т или около 2% от общего международного вылова, а в начале 1960-х гг. увеличился до 350–490 тыс. т и составил уже 30–57% от общего вылова. В настоящее время промысел сельди квотируется, и российская квота вылова увеличилась с 15–20 тыс. т в конце 1980-х гг. до 150–170 тыс. т в конце 1990-х гг. Кроме взрослой рыбы вылавливали «мелкую» и не достигшую половой зрелости – «жирную» сельдь. Промысел «мелкой» и «жирной» сельди вели только СССР и Норвегия (Марти, Федоров, Юданов, 1960). Советские суда прекратили вылов мелкой сельди в 1962 г., тогда как норвежские продолжали ловить неполовозрелую рыбу в огромных количествах до конца 1960-х гг.

В конце 1960-х гг. чрезмерный пресс промысла на популяцию сельди и появление только одного урожайного поколения 1959 г. привели к катастрофическому падению запаса и вылова (Юданов, 1964; Бенко, Селиверстов, 1969; Бенко, 1973; Dragesund, Ulltang, 1975; Dragesund, 1970). С 1969 г. СССР, Исландия и другие страны, а с 1972 г. Норвегия, прекратили промысел сельди.

В середине 1970-х гг. на фоне благоприятных климатических условий появлялись поколения сельди повышенной численности, однако с ростом их численности она снизилась до бедных.

В конце 1980-х гг. появление урожайного поколения 1983 г. привело к увеличению нерестового запаса до 2,0–2,5 млн. т (Хамре, 1990). В 1987 г., впервые после 20-летнего перерыва, СССР и Норвегия возобновили промысел сельди в Норвежском море. Позднее, в 1994 г., с началом миграций сельди в открытые районы Норвежского моря, к промыслу приступили Исландия, Фареры и промысловые суда стран Европейского сообщества.

До середины XX в. не существовало методов оценки численности и биомассы атлантическо-скандинавской сельди, а о состоянии её запаса судили исключительно по динамике промысла. Любые изменения величины уловов объяснялись колебаниями урожайности поколений и изменениями условий внешней среды, при которых происходило развитие молоди. В результате естественной смертности и возросшей промысловой нагрузки во второй половине XX в. запас сельди стал снижаться. Это негативно сказалось на величине уловов отечественного флота (Марти и др., 1960; Марти, Юданов, 1962; Федоров, 1962; Marty, Fedorov, 1963).

Стали применяться различные методы для определения численности сельди. Норвежскими специалистами были выполнены эксперименты по мечению рыбы (Dragesund, Jakobsson, 1963). Были получены первые оценки величины запаса и коэффициент общей смертности.

В 1975 г. впервые с помощью виртуально-популяционного анализа был оценен запас сельди для ряда лет (Dragesund, Ulltang, 1975). Позднее этот метод стал

использоваться Рабочей группой ИКЕС для оценки состояния популяции сельди на регулярной основе.

В настоящее время расчёты состояния запаса атлантическо-скандинавской сельди ежегодно выполняются на Рабочей группе ИКЕС по широко распределяющимся запасам (WGWIDE). В расчётах используются данные полученные на промысловых судах и в период проведения съёмки. Для расчётов используются индексы численности возрастных классов сельди, получаемые во время международной экосистемной съёмки в Северных морях (IESNS), которую с 1996 г. ежегодно выполняют НИС России, Норвегии, Исландии, Фарерских о-вов и ЕС на всем нагульном ареале её распределения, и данные норвежской съёмки сельди на нерестилищах вдоль побережья Норвегии. Кроме того, используются данные возрастной структуры уловов сельди, которые предоставляются всеми странами-участниками промысла.

В настоящей работе авторы попытались обобщить современные данные о состоянии запаса, распределении миграциях и промысле сельди. Выполнен анализ современных математических методов оценки запаса. Значительное внимание уделено урожайности поколений сельди, которые составляют основу нерестового и промыслового запасов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В работе использованы данные о распределении и биологии атлантическо-скандинавской сельди, а также результаты акустических оценок численности и биомассы, основанные на материалах съёмок пелагических видов рыб в весенний и осенний периоды года. Проанализированы условия среды, влияющие на миграционные процессы и распределение рыбы на акватории Баренцева и Норвежского морей. Для ана-

лиза также использовались данные литературных источников, посвященных изучению жизненного цикла и биологии атлантическо-скандинавской сельди и материалы Рабочих групп ИКЕС.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Состояние запаса, распределение и промысел сельди в современный период

Атлантическо-скандинавская сельдь имеет большое значение для рыболовства стран Северной Европы. Как трансграничный запас, в разные периоды жизненного цикла сельдь совершает протяжённые миграции, проходя через зоны иностранных государств. Результаты международных тралово-акустических съёмок последних лет и международного промысла дают представление о распределении рыбы в современный период (рис. 1). В экономической зоне Российской Федерации в Баренцевом море, круглогодично распределяется молодая, неполовозрелая рыба в основном урожайных и средних по численности поколений, которая затем пополняет нерестовый запас в Норвежском море.

Анализ динамики численности запаса сельди показывает значительные колебания урожайности пополнения. За последние 20 лет было отмечено появление только 3-х урожайных (2002, 2004 и 2016 гг.) и 4-х средних (2003, 2005, 2006 и 2013 гг.) по численности поколений. Влияние урожайности поколений на динамику запаса популяции хорошо видно на ретроспективных данных (рис. 2). Значительное увеличение биомассы нерестовой части популяции сельди произошло в 2007 г. в результате вступления в нерестовое стадо особей урожайных поколений 2002 и 2004 гг. Затем величина запаса уменьшилась из-за отсутствия урожайных по численности поколений. Очередной рост запаса

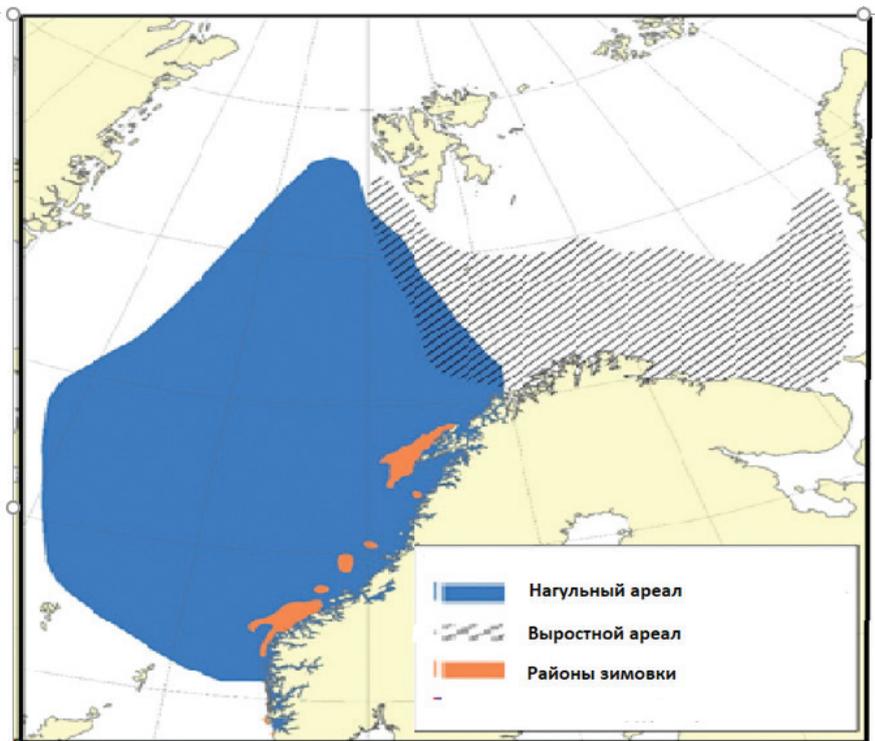


Рис. 1. Схема современного распределения норвежской весенне-нерестующей сельди в разные периоды жизненного цикла (источник – www.imr.no).

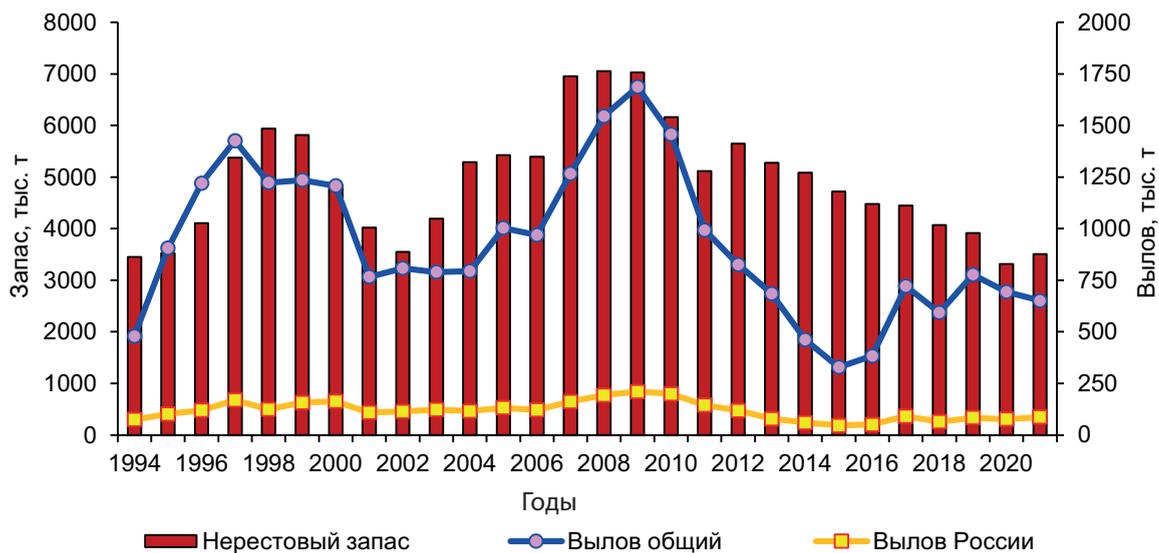


Рис. 2. Нерестовый запас, общий и отечественный вылов сельди в 1994–2021 гг.

сельди начался только в 2021 г. после появления урожайного поколения 2016 г.

Международный промысел сельди проходит круглогодично на всём ареале нагульного и зимнего распределения. В соответствии с изменениями вели-

чины запаса изменялся и вылов сельди (рис. 2). Максимальный её вылов был в 2007–2009 гг., когда нерестовый запас пополнили 2 урожайных поколения 2002 и 2004 гг. По мере промысловой и естественной убыли рыбы этих поколе-

ний наблюдалось снижение запаса и вылова рыбы. В последние годы произошло пополнение нерестового запаса рыбой среднего (2013 г.) и урожайного (2016 г.) поколения.

На рисунке 3 приведено распределение международного промысла сельди по месяцам в 2013–2019 гг. На рисунке видно, что основной международный промысел сельди проходит на западе Норвежского моря в период летнего нагула рыбы и в Норвежской экономической зоне на путях миграции рыбы на зимовку к побережью Норвегии и на её зимовальных концентрациях. Отечественный флот ловит взрослую сельдь, в основном, в норвежской экономической зоне и в международных водах Норвежского моря в августе-ноябре, сохраняя неполовозрелую рыбу, которая нагуливается в исключительной экономической зоне Российской Федерации в Баренцевом море.

Общий допустимый улов (далее ОДУ) сельди устанавливается государствами, прибрежными по отношению к запасу норвежской весенне-нерестующей сельди, на основе научных рекомендаций Международного Совета по исследованию моря (ИКЕС). Российская

квота в последние годы составляет около 100 тыс. т.

Особенности биологии, распределения и численность сельди

Молодь атлантическо-скандинавской сельди обитает на акватории Баренцева моря с момента пассивного заноса её из районов нереста на личиночной стадии и до возраста 3–6 лет. Личинки дрейфуют в водах Норвежского течения вдоль континентального шельфа всего Скандинавского п-ова, распределяются вдоль побережья Норвегии и заносятся в Баренцево море и в Медвежинско-Шпицбергенский район (Марти, Мартинсен, 1969). Далее, по Основной ветви Нордкапского течения они попадают к Гусиной банке и разделяются на два потока. Часть личинок оседает в районе Мурманского мелководья, а также посредством Канинского течения заносится в район п-ова Канин Нос и о. Колгуев. Другая часть дрейфует вдоль побережья Кольского п-ова и заносится в заливы, губы и бухты. Год от года пути дрейфа личинок изменяются в зависимости от изменения интенсивности и направления течений.

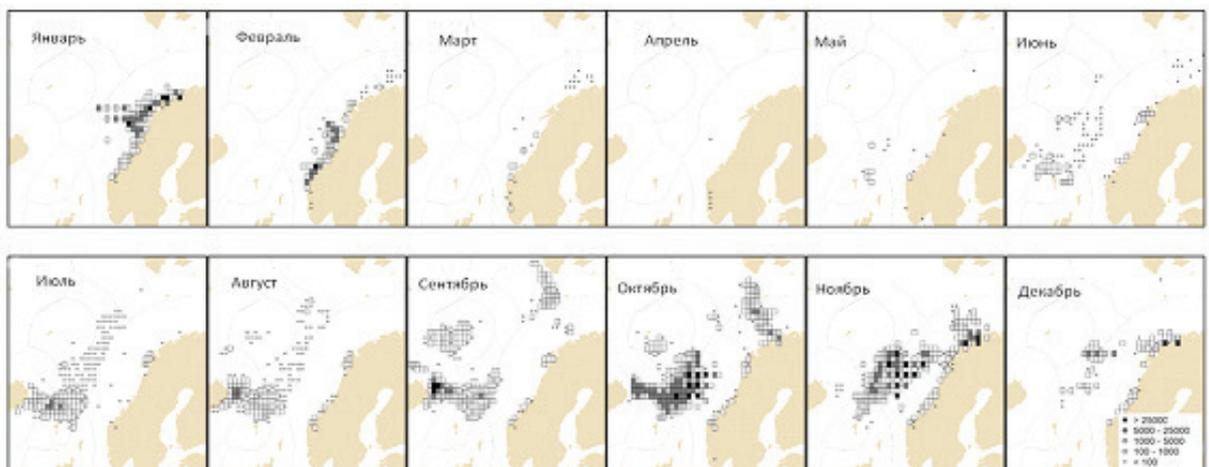


Рис. 3. Распределение международного промысла сельди в тоннах по месяцам за период 2013–2020 гг.

В периоды низкой численности популяции и появления бедных поколений личинки практически не попадают в Баренцево море. В годы же урожайных поколений сельдь в первый год жизни может распределяться на обширной акватории от арх. Шпицберген до о-вов Новая Земля (Пашкова, Селиверстова, 1988).

Численность поколений сельди зависит от величины нерестового запаса и популяционной плодовитости, количества оседающей и выжившей молоди, которое зависит от температурного режима вод, направления преобладающих ветров в весенний период, кормовой базы и множества других факторов. Высокоурожайным считается поколение превышающее в возрасте 3 года 30 млрд экз., урожайным – от 12 до 30 млрд экз., средним – менее 12 млрд экз., и бедным – менее 6 млрд экз. (Крысов, 2000). Флюктуации численности поколений чрезвычайно велики. Урожайные поколения появляются в годы как с высокой величиной нерестового запаса, так и в годы с низкой. За период с начала XXI в. по настоящее время было зарегистрировано всего 4 урожайных поколения, и последнее из них появилось в 2016 г. (табл. 1). На основе оценок, выполненных в период Международной экосистемной съёмки в Северных морях в апреле-мае 2021 г., поколение 2016 года рождения составляет в нерестовом запасе сельди 53% по численности и 46% по биомассе. По данным исследований предыдущее высокоурожайное поколение 2004 г. в возрасте 17 лет до сих пор присутствует в популяции и регистрируется в уловах, несмотря на ведущийся активный промысел и ежегодное превышение рекомендованных объёмов вылова.

Таким образом, особи многочисленных поколений сельди способны более 10 лет после полового созревания со-

ставлять значительную долю в нерестовом запасе.

Различия условий в районах обитания сельди обуславливают формирование в поколении группировок, отличающихся темпом роста и возрастом полового созревания. В зависимости от размера и возраста рыба обладает различной плодовитостью. У впервые созревающих сельдей индивидуальная плодовитость всегда ниже в сравнении с повторно нерестующими особями (Лямин, 1966).

В каждом поколении соотношение группировок неодинаково, а следовательно, и темп пополнения нерестового стада, и количество ежегодно откладываемой икры различны. При уменьшении числа возрастных групп, участвующих в нересте, возрастает значение урожайного поколения. В то же время, при малой численности нерестового стада увеличивается вклад и бедного поколения.

Сельдь, выросшая в прибрежных водах юго-западной Норвегии, имеет наиболее высокий темп роста, а по мере продвижения на север он снижается (Селиверстова, 1990). К концу первого года жизни в южных прибрежных районах рыба достигает длины 11–13 см, в центральных – 9–10 см, в северных – 8–9 см, в Баренцевом море – 6–9 см. В возрасте 3 года на юго-западе Норвежского моря длина сельди составляет 24–25 см, а в Баренцевом море достигает только 13–17 см (Селиверстова, 1969, 1973; Шутова-Корж, 1962; Runnstrom, 1936). Причинами столь значительных различий роста молоди являются факторы внешней среды, в первую очередь, температурные условия, количество корма и длительность вегетационного периода.

Ежегодный период роста у сельди в районе юго-западного побережья Нор-

Таблица 1. Урожайность поколений атлантическо-скандинавской сельди

Поколение	Урожайность	Поколение	Урожайность	Поколение	Урожайность
1947	Урожайное	1972	Бедное	1997	Бедное
1948	Урожайное	1973	Бедное	1998	Высокоурожайное
1949	Среднее	1974	Бедное	1999	Урожайное
1950	Высокоурожайное	1975	Бедное	2000	Среднее
1951	Среднее	1976	Бедное	2001	Бедное
1952	Среднее	1977	Бедное	2002	Урожайное
1953	Среднее	1978	Бедное	2003	Урожайное
1954	Среднее	1979	Бедное	2004	Высокоурожайное
1955	Бедное	1980	Бедное	2005	Бедное
1956	Бедное	1981	Бедное	2006	Среднее
1957	Бедное	1982	Бедное	2007	Бедное
1958	Бедное	1983	Урожайное	2008	Среднее
1959	Высокоурожайное	1984	Бедное	2009	Бедное
1960	Урожайное	1985	Среднее	2010	Бедное
1961	Среднее	1986	Бедное	2011	Бедное
1962	Бедное	1987	Бедное	2012	Бедное
1963	Урожайное	1988	Бедное	2013	Среднее
1964	Среднее	1989	Среднее	2014	Бедное
1965	Бедное	1990	Среднее	2015	Бедное
1966	Среднее	1991	Урожайное	2016	Высокоурожайное
1967	Бедное	1992	Высокоурожайное	2017	Бедное
1968	Бедное	1993	Среднее	2018	Бедное
1969	Бедное	1994	Бедное	2019	Бедное
1970	Бедное	1995	Бедное	2020	Бедное
1971	Бедное	1996	Бедное		

вегии длится с начала апреля до конца октября и составляет 7 мес., а на севере – всего 3,5 мес. с середины мая по конец августа (Lea, 1911; Ottestad, 1934).

Созревает сельдь, в основном, в возрасте 3–8 лет при длине 24–30 см (Марти, 1956; Селиверстова, 1969, 1973). В малочисленных поколениях более 60% особей вступают в нерестовое стадо в возрасте 3–4 года, в средних – 70% в возрасте 4–5 лет, в многочисленных – около 70% в возрасте 5–6 лет, а в наиболее урожай-

ных еще 30% в возрасте 7–8 лет пополняют нерестовую популяцию.

Размерный состав взрослой половозрелой сельди колеблется от 23 до 41 см. При этом основную часть нерестовой популяции составляют особи длиной 31–36 см.

Продолжительность обитания сельди на акватории Баренцева моря зависит от численности поколений и темпов роста. По мере роста и достижения половозрелости в возрасте 3–5 лет мо-

лодь начинает мигрировать и концентрироваться на западе Баренцева моря и в северо-восточной части Норвежского моря, где и зимует до своего первого нереста (Марти, 1956; Бенко и др., 1966; Селиверстова, 1969, 1973; Крысов, 2003).

На рисунке 4 показана схема распределения и миграции молоди сельди в Баренцевом море (Марти, Мартинсен, 1969), созданная на основе исследований 1950–1960-х гг. Наиболее широко распространяются сеголетки. По мере роста протяжённость миграций в восточном направлении сокращается и увеличивается продвижение рыбы на запад.

Периоды, когда неполовозрелая сельдь начинает мигрировать в западном направлении в возрасте 5 и более лет, сменяются годами, когда рыба начинает покидать Баренцево море в более раннем возрасте. Так, если до 80-х годов XX в. молодь в основной массе не мигрировала до достижения возраста 5–6 лет, то после 1986 г. она начала массово выходить на нагул в Норвежское море уже в 3 года (Крысов, 2008).

Откармливается молодь сельди традиционно в период с мая по октябрь, при этом она не совершает продолжительных миграций, как взрослые особи (Мантейфель, 1938, 1941; Шутова-Корж,

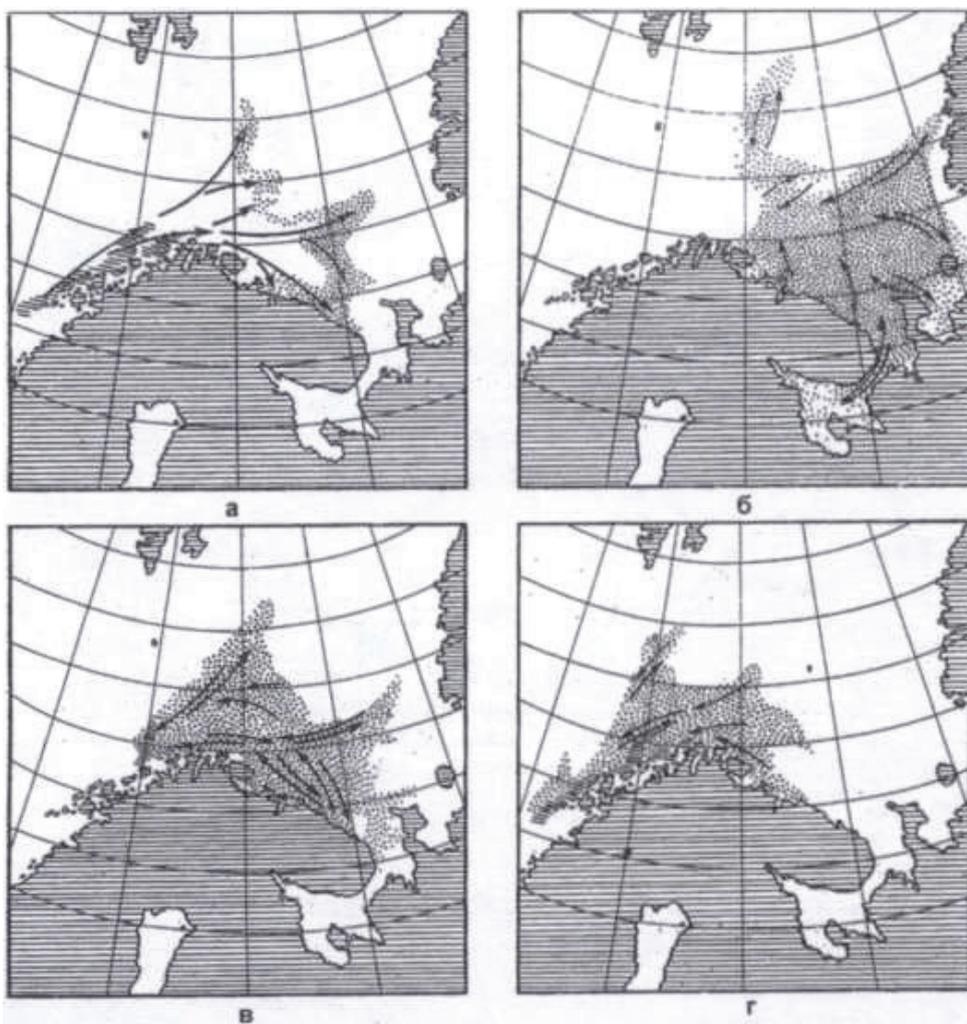


Рис. 4. Схема распределения и миграций атлантическо-скандинавской сельди в Баренцевом море: а – 0-группа; б – в возрасте 2–3 года; в – в возрасте 4–5 лет; г – созревающие особи.

1960, 1962; Марти, 1956). Максимальная интенсивность питания наблюдается в июне-июле и снижается в августе-октябре. В теплые и умеренно-теплые годы откорм сельди начинается раньше (Рудакова, 1966). Взрослая рыба при наличии пищи может питаться в течение всего года, но основной откорм происходит в апреле-июне. Тогда же регистрируется основной рост сельди в длину. Начиная с июля, наблюдается увеличение массы тела, жирности и быстрое развитие гонад. При неблагоприятных гидрологических условиях откорм затягивается до сентября-октября. Хорошие условия нагула способствуют повышению темпа роста, лучшей упитанности, а отложение жира в теле повышает плодовитость. Вес сельди после летнего откорма увеличивается на 10–15%, а после нереста в марте-апреле происходит резкое его снижение на 20–25% (Лямин, 1966). В период зимовки сельдь практически не питается (Болдовский, 1938, 1941, Мантейфель, 1941). Основу рациона составляют копеподы (*Calanus*) и эвфаузииды (*Euphausiacea*).

Вес сельди изменяется в соответствии с увеличением её длины, но неравномерно. В отдельных случаях вес сельди большего размерного класса оказывается меньше предшествующего (Лямин, 1966). В одновозрастных группах вес может различаться в 1,3–2,2 раза, но амплитуда веса с возрастом уменьшается.

В целом, весенненерестующие сельди растут до 17–18 лет. Быстрый рост в длину отмечается в течение первых 5–7 лет. Сельди младшего возраста имеют более высокий темп роста по всем возрастным категориям (Лямин, 1966). Прирост тела на первом году жизни является максимальным. В последующие годы приросты снижаются и в возрасте 14–15 лет не превышают 0,2–0,3 см.

Сравнение динамики роста сельди по районам и поколениям позволяет отметить неодинаковый темп, но в пределах одного района существенных различий не наблюдается.

На акватории Баренцева моря совместные российско-норвежские травило-акустические съёмки пелагических видов рыб выполняются с 1991 г. С 1995 г. на судах Норвегии, России, Исландии и Фарерских о-вов проводятся исследования этих запасов в Норвежском море, а с 1997 г. к участию в них приступили и суда ЕС. Для координации проведения совместных рейсов по оценке запасов пелагических видов рыб в 1995 г. под эгидой ИКЕС была сформирована Рабочая группа по планированию международных пелагических съёмок (PGNAPES, позднее – WGIPS). На данной группе обсуждаются планы проведения предстоящих исследований и обсуждаются результаты выполненных. С 2004 г. совместная съёмка пелагических видов рыб в апреле-мае носит официальное название – Международная экосистемная съёмка в Северных морях (IESNS). Исследования на северо-восточном участке в Баренцевом море ежегодно осуществляются на научно-исследовательских судах России (рис. 5). Во время съёмки собираются данные о распределении и поведении пелагических видов рыб (в том числе сельди) в период нагула и их биологических характеристиках. Для прогноза пополнения нерестового запаса выполняется оценка численности и биомассы половозрелой молоди сельди на акватории Баренцева моря. По окончании съёмки собранные данные анализируются и объединяются. На основе полученных данных строятся карты распределения, и выполняется совместная оценка запасов пелагических видов рыб на всей акватории исследований.

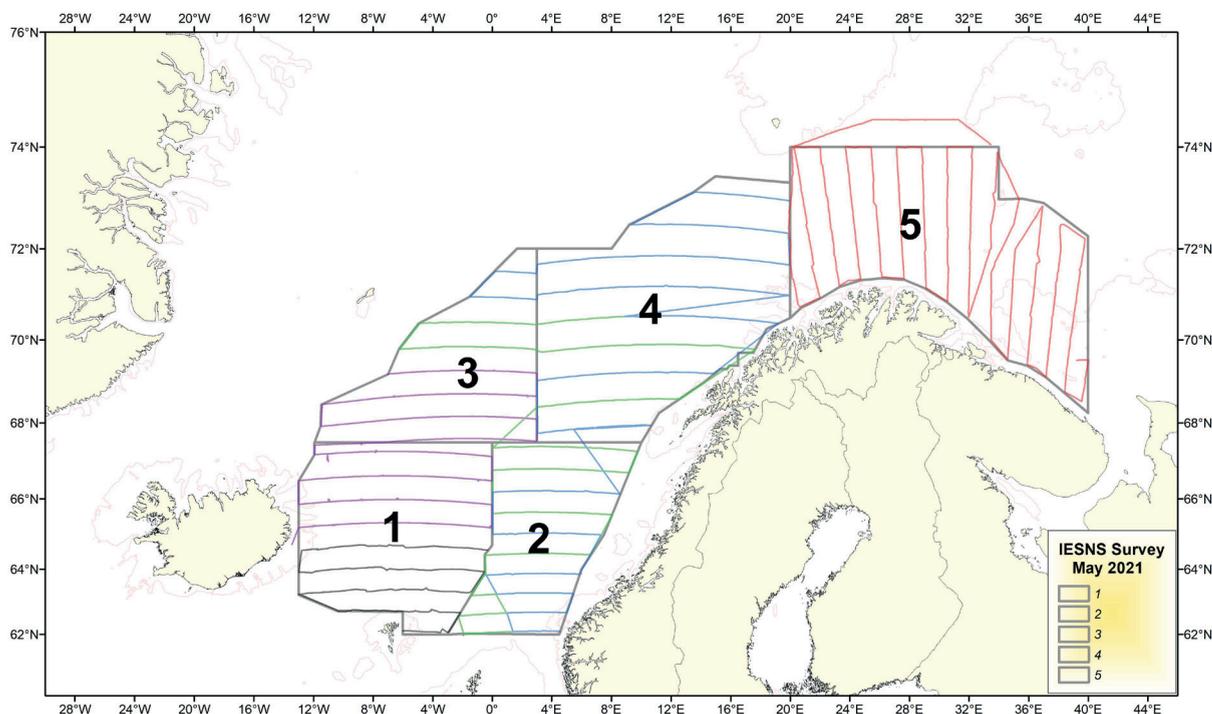


Рис. 5. Схема маршрутов судов при проведении съёмки (IESNS) (источник – www.ices.dk).

Начиная с 1965 г. в осенний период на акватории Баренцева моря начали проводиться съёмки рыб на стадии 0-группы, а с 1972 г. – национальные акустические съёмки пелагических рыб. В 2004 г. они были преобразованы в совместную российско-норвежскую экосистемную съёмку в Баренцевом море (BESS), которая выполняется по единой методике, согласованной между Полярным филиалом ВНИРО (ПИНРО им. Н.М. Книповича) и Бергенским институтом морских исследований (БИМИ). Вся акватория съёмки поделена между судами-участниками морских исследований (рис. 6).

В оценках численности атлантико-скандинавской сельди присутствует довольно большая доля неопределённости, что связано с рядом объективных факторов. Так, значительная доля рыбы, заносимая течением в Баренцево море, оседает в прибрежной зоне, во фьордах, заливах, бухтах, губах и до совершения ею значительных миграций становится

недоступной для акустической оценки в период съёмок, проводимых в открытом море. Это влияет на репрезентативность оценки но, учитывая, что исследования проводятся ежегодно на сопоставимой акватории, то представляется возможным объективно оценивать тренды в биомассе и численности будущего пополнения нерестового запаса сельди.

Особенности моделей, использующихся для оценки состояния запаса норвежской весенне-нерестующей (атлантико-скандинавской) сельди

Как отмечалось выше, для динамики численности норвежской весенне-нерестующей (атлантико-скандинавской) сельди характерно периодическое появление исключительно многочисленных поколений на фоне преобладающего фона сравнительно малочисленных годовых классов. Многочисленные поколения, как правило, характеризуются более медленным вступлением в промысел, что выражается на языке моде-

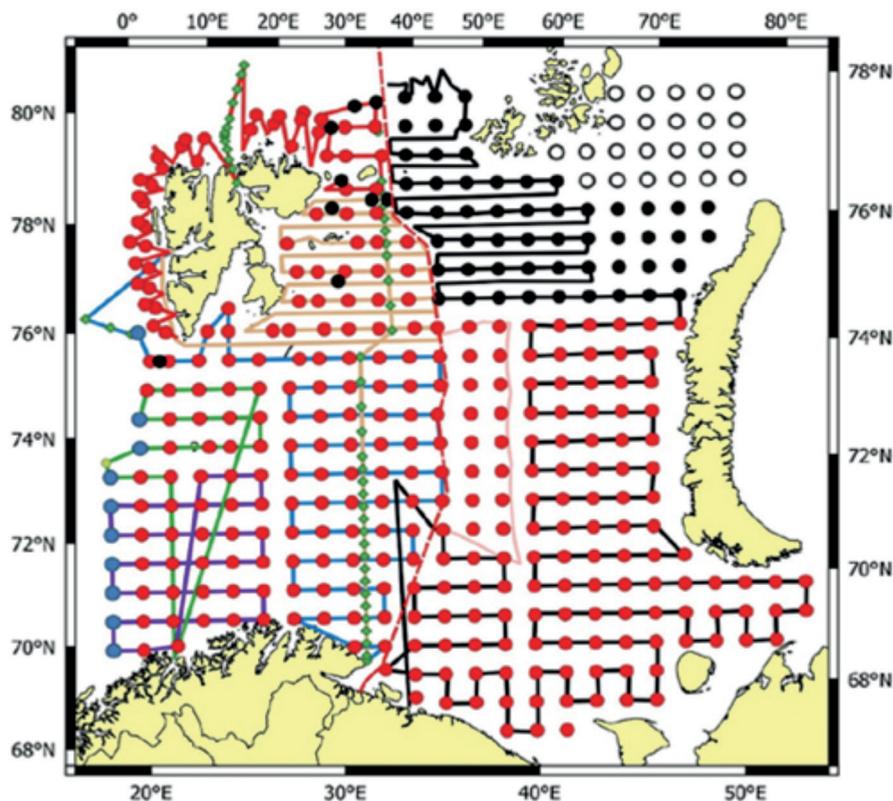


Рис. 6. Схема маршрутов судов при проведении съёмки (BESS) (источник – www.hi.no).

лей систем «запас-промысел» с возрастной структурой в виде отличий в относительной селективности промысла для таких поколений. Поскольку численность пополнения для норвежской весенне-нерестующей (атлантико-скандинавской) сельди может различаться более, чем на четыре порядка, понятно, что различия в их взаимодействии с промыслом могут быть весьма велики.

Первой моделью, в рамках которой было уделено внимание различиям в свойствах многочисленных и малочисленных поколений применительно к сельди, стала норвежская модель SeaStar (Tjelmeland, 2004; Røttingen, Tjelmeland, 2003; Tjelmeland, Lindstrøm, 2005). В своей основе модель SeaStar являлась достаточно традиционной когортной моделью, параметры которой оценивались путём настройки трендов в численности на тренды в рядах наблюдений. Не-

определённость оценивалась с помощью многократных прогонов модели (в каждом прогоне с помощью перевыборок создавались искусственные ряды наблюдений в соответствии с распределением вероятности, принятым для этих данных (бутстреп)). Программа включала в себя всю обычную диагностику, а также элементы, отсутствовавшие в то время в явном виде в других программах, например, анализ чувствительности, проводящийся путём удаления того или иного компонента из функции правдоподобия и новой прогонки модели. Эти процедуры помогали выделить те точки, которые давали наибольший вклад в функцию правдоподобия. Модель наблюдений для съёмок являлась гибкой, т.е. пользователь мог интерактивно задать свою собственную функцию. Была предусмотрена возможность использовать нормальное, логнормаль-

ное и гамма распределения. Настройка модели заключалась в максимизации функции правдоподобия, выражающей вероятность получить имеющиеся наблюдения при условии, что оценки параметров, полученные по когортной модели, абсолютно верны. Этот подход позволял исключить субъективизм в придании взаимных статистических весов наблюдениям. Поскольку пополнение у норвежской весенне-нерестующей сельди исключительно изменчиво, автор рекомендовал, чтобы для съёмок выбиралось распределение, имеющее достаточно «тяжёлые хвосты».

В модели SeaStar внимание уделялось различию в её работе с многочисленными и бедными поколениями. Причиной является то, что в обычных когортных моделях ошибки в данных по возрастному составу уловов для бедных поколений в терминальном году могут вызвать смещение в оценках численности соответствующих когорт, которое может распространиться также и на богатые поколения через вклад тех и других в функцию правдоподобия. Поэтому в модели SeaStar свободными параметрами для настройки выбирались только терминальные значения коэффициентов промысловой смертности (F), относящиеся к многочисленным поколениям. Для более слабых поколений оценки терминальных коэффициентов промысловой смертности получались в результате линейной интерполяции терминальных F, оценённых для многочисленных поколений. В функцию правдоподобия могли включаться также только сильные поколения. Поколения, участвовавшие в настройке, и поколения, включённые в функцию правдоподобия, могли выбираться независимо друг от друга.

В модели SeaStar дополнительные параметры также должны были рассма-

триваться как неизвестные (аналогично терминальным F) и должны были оцениваться вместе с этими величинами. Поскольку съёмки, как правило, могут говорить только о тренде в численности запаса (или поколения), но не об абсолютной величине, коэффициенты пропорциональности между результатами съёмок и оценками запаса по модели также должны были подлежать оценке. Можно было задать и более сложную модель наблюдений для съёмок, например, с учётом возрастной зависимости, что также увеличивало число параметров, подлежащих оценке в процедуре настройки.

Говоря о робастности модели SeaStar, следует отметить, что поскольку параметры модели определялись максимизацией функции правдоподобия, модель могла быть неробастной (т.е. аутлаеры могли приводить к смещённости оценок). Вместо анализа робастности в модели рекомендовалось проверить, являются ли аутлаеры ошибочными наблюдениями или же верными, хотя и экстремальными. В этой связи автором рекомендовалось опасаться систематических трендов в пополнении для отдельных поколений, которые могли проявиться в отдельных съёмках, и проводить тщательную диагностику с целью поиска аутлаеров. Кроме того, понятно, что поскольку малочисленные поколения являлись второстепенным объектом исследований, ошибки в оценке их численности могли оказываться относительно велики.

Другой моделью, использовавшейся для оценки запаса норвежской весенне-нерестующей сельди и непосредственно ориентированной на учёт различий в относительной селективности для различных по численности поколений, стала российская модель TISVPA (Vasilyev, 2005, 2006). Модель ставила своей це-

лью обеспечение робастности анализа и включала в себя ряд подходов, облегчающих использование в анализе информации реального качества, т.е. значительно зашумленные данные, содержащие резко выделяющиеся значения (аутлаеры). Для модели TISVPA было характерно целенаправленное использование принципов робастной статистики в процедурах оценивания параметров модели. Именно это помогало снизить влияние ошибок в данных на результаты анализа и выделять больше информации о системе запас-промысел из имеющихся данных. Теоретические основы робастной статистики сформировались к середине XX в., хотя её начало можно отнести к значительно более ранним работам, в которых рассматривались различные статистические распределения и поведение различных статистических функций. Интерес к робастности, которую в общем виде можно понимать как меру независимости результатов анализа от предположений, лежащих в основе процедур, использованных для этого анализа, был обусловлен ростом понимания того, что часто традиционные статистические гипотезы, такие как нормальность и независимость наблюдений, являются слишком грубой идеализацией действительной ситуации. Все чаще оказывалось, что статистические функции и методы их оценивания, идеальные в «классических» условиях (например, метод наименьших квадратов), для реальных данных, содержащих значительные ошибки, давали неприемлемые результаты. Именно такая ситуация является типичной в оценке состояния запасов рыб. В настоящее время теория робастного оценивания является важнейшим направлением статистики. Модель TISVPA включала в себя различные приёмы, помогающие работать с данными реального (т.е. достаточно низкого)

качества. Среди них: робастные целевые функции, возможность целенаправленного обеспечения несмещенности решения, независимость оценок возрастной зависимости относительной селективности промысла от выбора пользователем её формы, применение различных опций относительно взаимной справедливости предположений о качестве данных по возрастному составу уловов и устойчивости селективных свойств промысла, возможность исключения влияния межгодовых изменений в коэффициентах улавливаемости съёмов на результаты анализа и др.

Особенно важным для оценки запаса сельди было то, что в модели TISVPA коэффициенты промысловой смертности (точнее – коэффициенты эксплуатации) могли быть представлены в виде произведения трёх параметров: $f(\text{год}) * s(\text{возраст}) * g(\text{поколение})$, что давало возможность оценить в рамках модели дополнительный набор параметров, связанных с поколением. Этот дополнительный набор параметров позволял адаптировать традиционное сепарабельное представление промысловой смертности (как произведение зависящего от года компонента и компонента, зависящего от возрастной группы) к ситуациям, когда некоторым поколениям могли иметь особенности в своём взаимодействии с промыслом, вызванные, например, их различным пространственным распределением, большей притягательностью для промысла более многочисленных поколений или отличиями в темпе вступления в промысел. Упомянутые выше зависящие от поколения множители (g -факторы) могли быть оценены и применены не только для всего интервала возрастных групп, включённых в модель, но и для некоторого выбранного возрастного «окна». Это помогало быть ближе к

реальной ситуации (если известно, что только некоторый диапазон возрастных групп может иметь зависящие от численности поколения особенности во взаимодействии с промыслом), а также снизить влияние возрастных групп, данные по возрастному составу уловов для которых имеют более низкое качество (обычно – самые младшие или старшие возрастные группы). Для возрастных групп, не входящих в выбранный диапазон, значения g -факторов принимались равными единице, но в результате общей нормализации всех g -факторов на единицу в среднем, использовавшейся в модели для балансировки процедуры оценки параметров, могли в результате принимать несколько отличные от единицы значения.

Относительно связанных с поколением особенностей в общей возрастной зависимости селективных свойств промысла в модели TISVPA были предусмотрены два варианта: подмодель «внутригодового перераспределения промыслового усилия между возрастными группами» (подмодель 1) и подмодель «общего роста (снижения) селективности для отдельных возрастов» (подмодель 2). В рамках первой подмодели предполагалось, что в каждом году поколения, более «притягательные» для промысла, «заимствуют» некоторое количество промыслового усилия у других поколений за счёт увеличения их коэффициента селективности и снижения коэффициентов селективности других когорт в данном году. Вторая подмодель предполагала, что некоторые поколения имеют более высокие (или низкие) коэффициенты селективности, но это не приводит к непосредственным изменениям коэффициентов селективности для других поколений.

Следует отметить, что наибольшие расхождения между результатами мо-

делей TISVPA и SeaStar наблюдались в оценках пополнения последнего года анализа, т.е. в оценках численности тех поколений, которые только что вышли из Баренцева моря и готовы пополнить промысловый запас в Норвежском море. Для этих поколений данных по уловам в более старших возрастах отсутствуют, что затрудняет для них оценку зависящих от поколения g -факторов. По этой причине было бы важно иметь независимую модель для уловов как функции численности эмигрирующего поколения. Насколько можно судить, такая модель до сих пор отсутствует.

Как сами модели SeaStar и TISVPA, так и результаты их применения для сельди многократно обсуждались на различных Рабочих группах Международного совета по исследованию моря (ИКЕС), а также на Встречах стран, имеющих статус прибрежных относительно запасов сельди, а также на Сессиях Комиссии по рыболовству в Северо-Восточной Атлантике (НЕАФК). В результате Комиссия неоднократно обращалась с запросами к ИКЕС разобраться и вынести суждение о предпочтительности того или иного подхода для оценки запасов сельди. К сожалению, вынести однозначное заключение оказалось непосильной задачей, поскольку оба подхода являются методологически и статистически корректными. Наконец, под давлением промышленности, было рекомендовано разработать новую совместную согласованную модель, которая бы включила в себя наилучшие свойства норвежской и российской моделей. В итоге Россия и Норвегия достигли согласия в необходимости проведения работ по данной тематике в рамках совместного научного проекта. В 2005 и 2006 гг. были проведены встречи российской и норвежской исследовательских групп, работающих в

рамках проекта, на которых были рассмотрены и согласованы подходы к созданию общей структуры совместной модели и определены этапы её разработки. В общих чертах, предполагалось в новой модели объединить сильные стороны моделей SeaStar и TISVPA, а саму процедуру оценки сделать поэтапной. На первом этапе следовало бы выполнить оценку запаса по робастной модели с целью получения надёжного «первого приближения» для дальнейшего анализа данных. На втором этапе предполагалось выполнять «робастную винзоризацию» данных, т.е. выявление и коррекцию «плохих» данных. И, наконец, на третьем этапе расчётов предполагалось реализовать статистически корректное объединение информации из всех видов данных с помощью применения подходящих функций (или квазифункций) правдоподобия. Однако позднее было решено пойти дальше (и несколько в сторону) и создать гибкую расширенную модель, которую можно было бы использовать для оценки и других запасов. Разработанная модель получила название TASACS (A Toolbox for Age-structured Stock Assessment using Catch and Survey data).

Модель TASACS (ICES, 2008), по сути, представляла собой набор программ для проведения аналитической оценки запасов рыбы. Набор программ был интегрирован в единую рабочую среду для облегчения организации работы, представления и учёта результатов. В рамках модели оценка представляла собой преобразование информации об уловах и съёмках за определенный период времени в численность запаса по возрастам и промысловую смертность по возрастам, за рассматриваемый временной диапазон. Были выбраны процедуры оценки параметров, хорошо зарекомендовавшие себя ранее, что по задумке должно бы было охватывать потребно-

сти в оценке большинства запасов, для которых имеется стандартная информация (количество улова по возрасту, вес и половозрелость по возрасту и индексы численности по съёмкам – или, альтернативно, улов на единицу усилия – с разбивкой по возрасту и/или без неё). Хотя разработка модели была вызвана потребностью в унифицированном программном обеспечении для анализа данных по норвежской весенне-нерестующей сельди, программное обеспечение было разработано как общий набор инструментов для удовлетворения потребностей любого запаса, для которого доступны стандартные данные. В модели был предусмотрен набор различных целевых функций, включая некоторые робастные, включая медиану и абсолютное медианное отклонение. Модель стала использоваться для оценки запаса сельди на Рабочей группе ИКЕС по широко распределённым запасам, начиная с 2008 г. Однако модель TASACS не сняла противоречий между различными подходами, а лишь перенесла дискуссии с «межмодельного» на «внутримодельный» уровень. К тому же, трёхпараметрическая версия сепарабельного представления коэффициентов промысловой смертности для выявления и учёта особенностей относительной селективности промысла для различных поколений, что позволяет сделать модель TISVPA, в рамках модели TASACS так и не была реализована из-за технических трудностей. В этой связи модель TISVPA продолжила использоваться Рабочей группой для анализа имеющихся данных в качестве вспомогательной модели.

Начиная с 2016 г. для оценки запаса норвежской весенне-нерестующей сельди стала применяться модель XSAM (Aanes, 2016), относящаяся к так называемым «моделям пространства состояний». Модель XSAM можно рассмае

тривать как модификацию широко применяемой в рамках ИКЕС модели SAM (Nielsen, Berg, 2014). Модификация заключается в том, что стандартные ошибки для всех входных данных определяются заранее на основании разброса во входных данных. Автор модели XSAM считал, что подобная модификация позволяет улучшить ситуацию со сложной структурой остатков модели для таких запасов, как сельдь, для которых свойственен огромный разброс в численности различных поколений. Однако, по всей видимости, это не сняло всех проблем, поскольку при переходе на расчеты по модели XSAM пришлось существенно урезать использовавшиеся ранее массивы информации, так как иначе модель «шла вразнос». При этом модели TISVPA и TASACS продолжили применяться в качестве вспомогательных, поскольку эти модели успешно справляются и с «полными» данными.

В итоге в угоду применимости модели XSAM Рабочая группа в 2016 г. исключила большую часть из имеющихся восьми видов съёмок, а также «отрезала» старшие (старше 12) возрастные группы в данных по возрастному составу уловов. Для сельди, по нашему мнению, это весьма опасно, поскольку способно значительно исказить результаты, т.к. многочисленные поколения массово встречаются в уловах и съёмках и в более старших возрастах. Также выброшены были и данные по уловам и съёмкам для возрастных групп младше 3. Это несколько снизило разброс в текущих оценках, однако резко снизило прогностические возможности, поскольку численность грядущего пополнения оказывается по модели не оцененной. В конечном итоге рабочая группа вернула в расчёты возрастную группу 2, что, по нашему мнению, также недостаточно, поскольку ранее в расчёты успешно

включались группы 0 и 1. Отметим, что на рабочей группе российская делегация резко выступила против таких «обрезаний», представив результаты расчётов по модели TISVPA, показывающие, что при использовании подходов робастной статистики большая часть имеющихся данных дает уверенную и однозначную информацию о состоянии запаса при работе с максимально широким возрастным диапазоном: 0–15+, обеспеченным информацией. Возражениям со стороны российской делегации подверглась также идея перейти от взвешенной по численности оценки средней промысловой смертности к простой средней. Российская делегация напомнила, что для таких запасов, как сельдь, характеризующихся огромной разницей в численности поколений, взвешенная по численности оценка средней промысловой смертности гораздо лучше характеризует промысловую нагрузку. Намерение рабочей группы перейти к простой средней было обусловлено практически исключительно техническими сложностями использования взвешенной средней в рамках программной реализации модели XSAM. Однако позднее удалось доказать важность использования взвешенной по численности средней промысловой смертности и в настоящее время в расчётах используется именно эта величина.

Возможность изменений во времени относительной селективности промысла в модели XSAM обеспечивается тем, что эта величина моделируется как многомерный авторегрессионный процесс 1-го порядка.

В настоящее время модель XSAM остается основным расчётным методом для норвежской весенне-нерестующей сельди, поскольку это согласуется с применением модели SAM для оценки подавляющего большинства других объектов

в рамках ИКЕС. Модель TISVPA применяется в качестве вспомогательной модели для анализа, поскольку обладает достаточной гибкостью для описания изменений в селективности, используя при этом значительно меньшее число параметров по сравнению с другими гибкими моделями (Method, 2013).

Оценки биомассы нерестового запаса (SSB), полученные по моделям XSAM и TISVPA на рабочей группе

ИКЕС по широко распределенным запасам в 2021 г., представлены на рисунке 7. Оценка SSB для 2021 г. по модели TISVPA оказалась заметно выше, чем по модели XSAM, и превзошла 5 млн т. Как можно видеть из рисунка 8, это обусловлено, главным образом, более высокой оценкой численности поколения 2016 г.р. Отметим при этом, что как модель XSAM (рис. 9а), так и TISVPA (рис. 9б) выявили связанные с поколе-

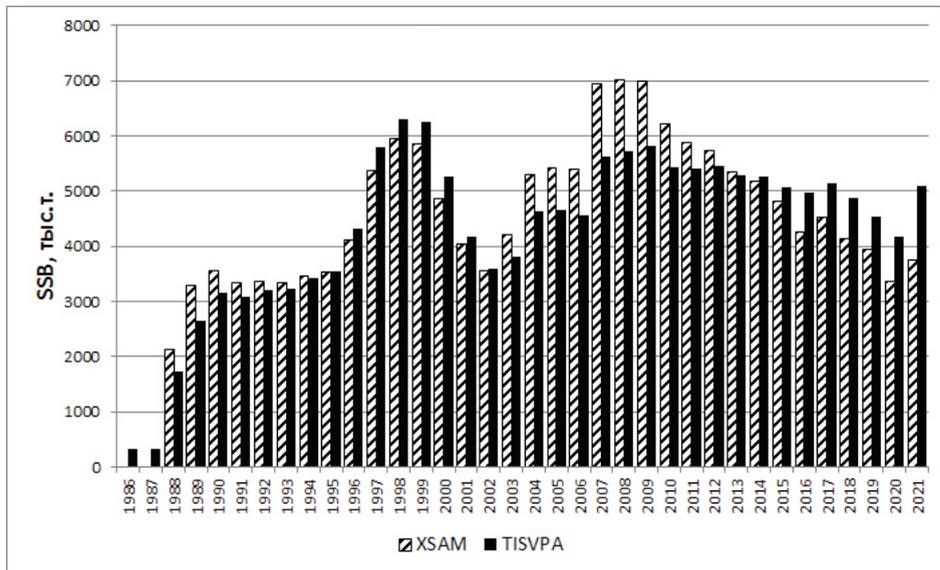


Рис. 7. Оценки биомассы нерестового запаса по моделям XSAM и TISVPA.

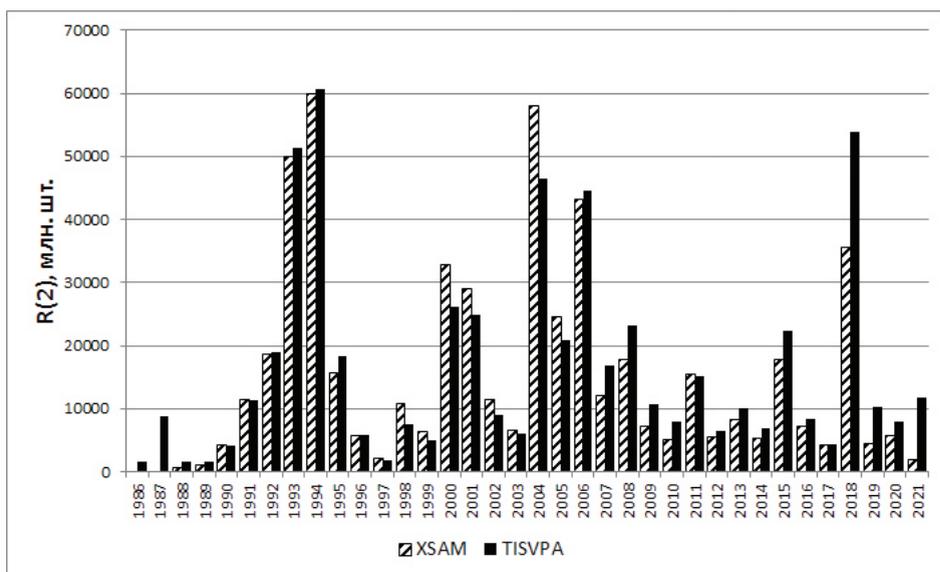


Рис. 8. Оценки численности в возрасте 2 года по моделям XSAM и TISVPA.

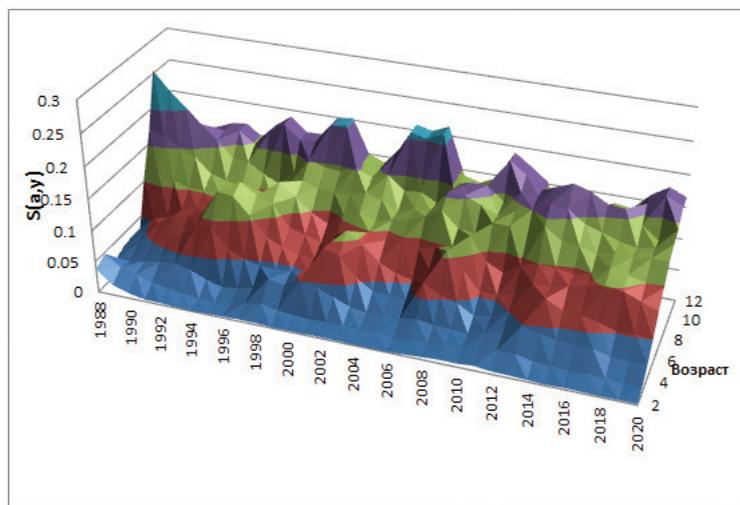


Рис. 9а. Оценки относительной селективности промысла $S(a,y)$, полученные по модели XSAM.

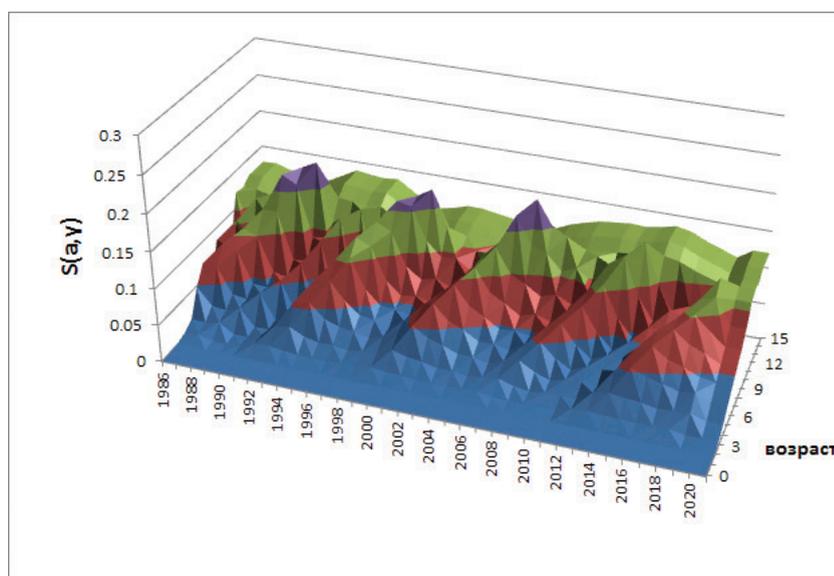


Рис. 9б. Оценки относительной селективности промысла $S(a,y)$, полученные по модели TISVPA.

ниями отличия в оценках относительной селективности промысла $S(a,y)$, однако по модели TISVPA они выглядят более регулярными.

ВЫВОДЫ

Анализируя динамику популяции атлантическо-скандинавской сельди можно прийти к выводу, что в основе этого процесса лежат скачки урожайности годовых классов. Волнообразные изменения численности разных поко-

лений сельди из года в год происходили даже при незначительном промысле этого вида или полном его прекращении. Стабильность запаса в периоды отсутствия урожайных по численности поколений сохраняется только за счёт разновозрастной структуры популяции. Особенности динамики численности заметно осложняют модельный анализ этого запаса, что привело к появлению моделей, свойства которых были

специально ориентированы на учёт его специфических свойств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бенко Ю.К. Об оптимальном режиме эксплуатации стада атлантическо-скандинавской сельди // Труды ПИНРО. 1973. Вып. 33. С. 299–325.

Бенко Ю.К., Селиверстов А.С. О влиянии некоторых факторов на урожайность поколений атлантическо-скандинавской сельди // Труды ПИНРО. 1969. Вып. 25. С. 5–23.

Бенко Ю.К., Селиверстов А.С., Зиланов В.К. О втором районе зимовки и массовом нересте сельди в районе Лофотенского мелководья // Материалы рыбохозяйственных исследований Северного бассейна. 1966. Вып. 7. С. 19–26.

Болдовский Г.В. Питание мурманской сельди в губах // Труды ПИНРО. 1938. Вып. 1. С. 102–119.

Болдовский Г.В. Пища и питание сельдей Баренцева моря // Труды ПИНРО. 1941. Вып. 7. С. 219–286.

Крысов А.И. Динамика численности атлантическо-скандинавской (норвежской весенне-нерестующей) сельди (*Clupea harengus harengus* L.) в раннем онтогенезе: Автореф. дис. канд. биол. наук. 2000. М. 22 с.

Крысов А.И. Роль неполовозрелой атлантическо-скандинавской сельди Баренцева моря в формировании численности популяции // Отчет о НИР. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2003. 25 с.

Крысов А.И. Атлантическо-скандинавская сельдь: биология и промысел. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2008. 189 с.

Лямин К.А. Биологическая характеристика и плодовитость весенне-нерестующей сельди (*Clupea harengus harengus* L.) в Норвежском море // Труды ПИНРО. 1966. Вып. 17. С. 147–191.

Мантейфель Б.П. Краткая характеристика основных закономерностей в изменениях планктона Баренцева моря // Труды ПИНРО. 1938. Вып. 1. С. 134–148.

Мантейфель Б.П. Планктон и сельдь в Баренцевом море // Труды ПИНРО. 1941. Вып. 7. С. 125–218.

Марти Ю.Ю. Основные этапы жизненного цикла атлантическо-скандинавских сельдей // Труды ПИНРО. 1956. Вып. 9. С. 5–61.

Марти Ю.Ю., Мартинсен Г.В. Проблемы формирования и использования биологической продукции Атлантического океана. М.: Пищевая пром-сть, 1969. 266 с.

Марти Ю.Ю., Федоров С.С., Юданов И.Г. К оценке запасов атлантическо-скандинавских сельдей // Советские рыбохоз. исслед. в морях Европейского Севера. М.: Изд-во ВНИРО-ПИНРО. 1960. С. 399–404.

Марти Ю.Ю., Юданов И.Г. Динамика численности, состояние запаса и перспективы промысла атлантическо-скандинавской сельди // Труды ПИНРО. 1962. Вып. 14. С. 151–181.

Пашкова Т.Е., Селиверстова Е.И. Особенности распределения и роста атлантическо-скандинавской сельди в Баренцевом море в 1984–1986 гг. // Биология рыб в морях Европейского Севера: Сб. науч. тр. ПИНРО. Мурманск. 1988. С. 112–124.

Рудакова В.А. Условия и основные закономерности откорма атлантическо-скандинавской сельди (*Clupea harengus harengus* L.) в Норвежском море (1951–1962 гг.) // Труды ПИНРО. 1966. Вып. 17. С. 5–54.

Селиверстов А.С., Пенин В.В. Дрейф и смертность личинок сельди в районе Норвежского мелководья в марте-апреле 1969 г. // Материалы рыбохозяйственных исследований Северного бассейна. 1974. Вып. 21. С. 101–108.

Селиверстова Е.И. К вопросу определения численности баренцевоморской популяции поколения 1950 г. в промысловом стаде атлантическо-скандинавской сельди в Норвежском море (по материалам 1954–1958 гг.) // Труды ПИНРО. 1969. Вып. 25. С. 91–133.

Селиверстова Е.И. Методы выделения баренцевоморских особей в популяции весенне-нерестующей атлантическо-скандинавской сельди и определение их численности // Труды ПИНРО. 1973. Вып. 33. С. 252–282.

Селиверстова Е.И. Эффективность нереста атлантическо-скандинавской сельди в 1973–1977, 1980 гг. // Биология и промысел пелагических рыб Северного бассейна: Сб. науч. тр. Мурманск: Изд-во ПИНРО. 1983. С. 37–51.

Селиверстова Е.И. Рекомендации по рациональной эксплуатации стада атлантическо-скандинавской сельди. Мурманск: Изд-во ПИНРО. 1990. 84 с.

Федоров С.С. Атлантическо-скандинавские сельди и их распределение. М.: ВНИРО, 1962. 62 с.

Хамре Й. Жизненный цикл и промысел норвежской весенненерестующей сельди // Биология и промысел норвежской весенне-нерестующей сельди и путассу Северо-Восточной Атлантики. Сб. докл. 4-го сов.-норв. Симп. Мурманск: Изд-во ПИНРО. 1990. С. 5–60.

Шутова-Корж И.В. Особенности распределения, роста и созревания сельдей отдельных поколений в Баренцевом море // Советские рыбохоз. исслед. в морях Европейского Севера. М.: Изд-во ВНИРО-ПИНРО. 1960. С. 361–369.

Шутова-Корж И.В. Основные итоги изучения мурманской сельди за период 1947–1960 гг. // Труды ПИНРО. 1962. Вып. 14. С. 81–93.

Юданов И.Г. Советские исследования нерестилищ атлантическо-скандинавских сельдей // Советские рыбохоз. исслед. в морях Европейского Севера. М.: Изд-во ВНИРО-ПИНРО. 1960. С. 309–326.

Dragesund O., Jakobsson J. Stock strengths and rates of mortality of Norwegian spring spawners as indicated by tagging experiments in Icelandic waters // Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer. 1963. Vol. 154. P. 83–90.

Юданов И.Г. Урожайность атлантическо-скандинавской сельди в зависимости от вековых климатических изменений // Материалы рыбохоз. исслед. Сев. Бас. 1964. Вып. 4. С. 9–13.

Aanes S.A. Statistical model for estimating fish stock parameters accounting for errors in data: Applications to data for Norwegian Spring-spawning herring, WD4 in ICES. 2016. //

Report of the Benchmark Workshop on Pelagic stocks (WKPELA), 29 February–4 March 2016, ICES Headquarters, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2016/ACOM: 34. 2016. 106pp.

Dragesund O., Jakobsson J. Stock strengths and rates of mortality of Norwegian spring spawners as indicated by tagging experiments in Icelandic waters // Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer. 1963. Vol. 154. P. 83–90.

Dragesund O., Jakobsson J. Stock strengths and rates of mortality of Norwegian spring spawners as indicated by tagging experiments in Icelandic waters // Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer. 1963. Vol. 154. P. 83–90.

Dragesund O. Factors influencing year-class strength of Norwegian spring spawning (*Clupea harengus* Linne) // FiskDir. Skr. ser. HavUnders. 1970. V. 15. P. 381–450.

Dragesund O., Ulltang O. Stock size fluctuations and rate of exploration of the Norwegian spring spawning herring, 1950–1974 // ICES CM. H: 47. 1975. 27 pp.

Hjort J. Fluctuation in the great fisheries in Northern Europe viewed in the light of biological research // Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer. V. 20. 1914. P. 1–128.

Johansen A.C. On the large spring-spawning sea herring (*Clupea harengus* L.) in the North-West European waters. // Medd. Komm. HavUndersog. Ser. Fisk. 1919. V. 5 (8). P. 1–56.

ICES. ICES WGWIDE Rreport 2008. Annex 2: TASACS: A Toolbox for Age-structured Stock Assessment using Catch and Survey data. 2008. pp 655–673

Lea E. A study on the growth of herrings // Publications de Circonstance. 1911. P. 35–50.

Lea E. Mortality in the tribe of Norwegian herring // Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer. 1914. V. 65. P. 100–117.

Lea E. The oceanic stage in the life history of the Norwegian herring // J. Conseil. 1929. V. 4. № 1. P. 3–42.

Loberg O.N. Norges fiskerier (In Norwegian) // Kristiania. 1864

Marty Y., Fedorov S. Features of the population dynamics of Marine Herring as seen from

the Atlanta-Scandian stock // Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer. 1963. V. 154. P. 91–97.

Method R.D. A Generalized Assessment Model to Obtain Consistent Management Advice from Diverse Data. World Conference on Stock Assessment Methods, Boston, MA, USA, 2013. Pp. 103–113.

Nielsen, A., and Berg, C.W. Estimation of time-varying selectivity in stock assessments using state-space models. Fish. Res. 2014. 158: 96–101.

Ottestad P. Statistical analysis of the Norwegian herring population // Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer. 1934. V. 88. 44 p.

Røttingen I., Tjelmeland S. Evaluation of the absolute levels of acoustic estimates of the 1983 year class of Norwegian spring spawning herring. S ICES Jo. of Marine Science. 2003. V. 60. P. 480–485.

Runnstrom S. The pelagic distribution of the herring larvae in the Norwegian waters // Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer. 1934. V. 88. P. 6.

Runnstrom S. A study on the life history and migrations of the Norwegian spring herring based

on the analysis of the winter rings and summer zones of the scale // FiskDir. Ski. ser. HavUnders. 1936. V.5. № 2. P. 55–102.

Seliverstova E.I. The relationship between the growth and maturity rates of the Atlantic-Scandian herring and structure of their year classes // ICES CM /H:8. 1977. 39 p.

Tjelmeland S. SeaStar documentation. www.ices.dk/reports/acfm/2004/wgnpbw/seastar.pdf. 2004. 36 pp.

Tjelmeland, S. and Lindstrøm, An ecosystem element added to the assessment of Norwegian spring spawning herring: implementing predation by minke whales. ICES Journal of Marine Science, 2005. V. 62. P. 285–294.

Vasilyev D. Key aspects of robust fish stock assessment. M: VNIRO Publishing, 2005. 105 p.

Vasilyev D. Change in catchability caused by year class peculiarities: how stock assessment based on separable cohort models is able to take it into account? (Some illustrations for triple-separable case of the ISVPA model – TISVPA). ICES CM 2006/O:18. 2006. 35 p.

BIOLOGY OF COMMERCIAL HYDROBIONTS

**PECULIARITIES OF BIOLOGY AND STOCK ASSESSMENT
SPRING SPAWNING (ATLANTIC-SCANDINAVIAN)
HERRING IN THE PRESENT PERIOD**

© 2022 г. О.А. Bulatov¹, D.A. Vasilyev¹, A.I. Krysov², M.O. Rybakov²

¹*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO),
Moscow, 107140*

²*Polar branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries
and Oceanography (PINRO), Murmansk, 183038*

Information on the distribution, migrations, stock status of the Norwegian spring-spawning herring is presented. The features of the models used to assess the state of its stock are considered.

Keywords: herring, *Clupea harengus*, distribution, migration, stock status.

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ БИОЛОГИИ, СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ И ПРОМЫСЕЛ ГИЖИГИНСКО-КАМЧАТСКОЙ СЕЛЬДИ

© 2022 г. А.А. Смирнов^{1,2}, О.В. Прикоки³

¹Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства и океанографии (ВНИРО), г. Москва, 107140

²Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан, 685000

³Магаданский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (МагаданНИРО), г. Магадан, 685000
E-mail: andrsmir@mail.ru

Поступила в редакцию 21.02.2022 г.

Представлены сведения о возрастной, размерно-весовой структуре, плодовитости, соотношении полов, питании, паразитофауне гижигинско-камчатской сельди, обитающей в северо-восточной части Охотского моря. Приведены данные о её распределении и особенностях воспроизводства. Отражена динамика численности и биомассы этой сельди. Показана история изучения и промысла этого объекта. Даны рекомендации по рациональному использованию.

Ключевые слова: сельдь, *Clupea pallasii*, распределение, размер, масса тела, возрастная структура, плодовитость, запас, промысел.

ВВЕДЕНИЕ

Область обитания гижигинско-камчатской сельди – северо-восточная и восточная части Охотского моря, по промысловому районированию эта акватория относится к Западно-Камчатской промысловой подзоне. Основные нерестилища гижигинско-камчатской сельди находятся на побережье – в зал. Шелихова и по берегам Западной Камчатки (Науменко, 2001; Правоторова, 1965а; Смирнов, 2009а). Нагул гижигинско-камчатской сельди происходит в северо-восточной части моря (Смирнов, 2014а).

Первое упоминание о гижигинско-камчатской сельди встречается в работе В.К. Арсеньева (1925). Сведения о расположении её нерестилищ, сроках и ус-

ловиях нереста, биологических характеристиках впервые приведены в работах А.Г. Кагановского и И.А. Полутова (1950), а также И.А. Пискунова (1954).

По требованиям к солёности в период икрометания, гижигинско-камчатскую сельдь можно отнести к эвригаллиным видам: диапазон солёности при развитии её икры варьировал от совершенно пресной воды до 24,07‰, причем икра развивалась нормально (Пискунов, 1954). Было установлено, что вначале на нерестилища подходят более крупные особи гижигинско-камчатской сельди, половые продукты которых созревают раньше (Кагановский, Полутов, 1950; Пискунов, 1954).

В 1957 г. Л.А. Галкина (1959) изучила особенности эмбриогенеза гижигинско-

камчатской сельди и его зависимость от условий среды. Материалы о нерестовом субстрате и особенностях его обьекта этой сельдью впервые были приведены Л.А. Душкиной (1988).

Регулярные исследования гижигинско-камчатской сельди учёными Магаданского отделения ТИНРО (сейчас – Магаданский филиал ВНИРО (МагаданНИРО)) были начаты в 1959 г. Впервые обобщение материалов по исследованиям сельди в 50-60-е гг. XX в. было выполнено Е.П. Правоторовой (1965а). В 1988 г. В.А. Вышегородцевым и А.А. Смирновым была проведена первая масштабная водолазная съёмка нерестилищ гижигинско-камчатской сельди, продолжены исследования особенностей её нереста и развития икры (Вышегородцев, 1994а; 1997). Затем работы в этом направлении были расширены и углублены другими сотрудниками МагаданНИРО (Смирнов, Васильева, 2001; Смирнов, Белый, 2004; Белый, 2008а).

В.Г. Прохоров (1967) на примере корфо-карагинской сельди выделил три типа нерестилищ по условиям развития икры и ранней молоди: лагунные, береговые закрытые и береговые открытые (морские). По этой классификации, нерестилища гижигинско-камчатской сельди относятся ко второму и третьему типам. Основной нерестовый субстрат сельди – водоросли: ламинарии, фукусы и др. Возможен нерест на валуны и гальку (Пискунов, 1954; Душкина, 1988).

Следующий этап изучения гижигинско-камчатской сельди был направлен на активное изучение её биологии и экологии в период нагула, с целью подготовки рекомендаций для судового промысла (Правоторова, 1965б; Вышегородцев, 1994б).

Анализ стабильных продуктивных зон позволил Е.П. Правоторовой (1963) выделить ряд участков моря, где присут-

ствие нагульной сельди наиболее вероятно.

Для наблюдения за перемещениями сельди и организации эффективного промысла, были разработаны методики использования авиационной разведки. Для гижигинско-камчатской сельди это были методики определения численности скоплений и наведения судов на косяки сельди в прибрежной зоне с использованием самолётов различных типов (Смирнов, 2008, 2013а; Смирнов и др., 2016а).

При изучении воспроизводства гижигинско-камчатской сельди были выявлены некоторые отклонения в строении её репродуктивной системы (Микодина и др., 2005).

Были выявлены изменения морфометрических признаков гижигинско-камчатской сельди при дефростации и рассчитаны поправочные коэффициенты для каждого признака (Смирнов и др., 2001).

В результате интенсивного лова гижигинско-камчатской сельди к началу 70-х годов XX в. её запасы были подорваны, наступила депрессия. С 1974 г. был введён запрет на промышленный лов этой сельди. Разработка мер регулирования промысла стала актуальной для сохранения запасов сельди. Одной из мер регулирования и контроля промысла стало обоснование и принятие минимальной промысловой меры (Смирнов 1994, 2006; Смирнов и др., 2016б).

К началу 90-х гг. XX в., благодаря принятым мерам, запас гижигинско-камчатской сельди увеличился в несколько раз, по сравнению с периодом депрессии, хотя и не достиг уровня 50-х гг. (Смирнов, 2001). С 1988 г., ввиду роста запаса сельди, был разрешён промысел сельди в нагульный период, а с 2002 г. – и нерестовой сельди (Смирнов, Трофимов, 2010).

Однако до 2012 г. годовое освоение гижигинско-камчатской сельди составляло всего 5–6% от рекомендованных объёмов.

В связи со стабильным состоянием запаса сельди, обитающей в Западно-Камчатской промысловой подзоне и ежегодным незначительным освоением, МагаданНИРО в 2011 г. обосновал её исключение из перечня объектов, на которые устанавливается общий допустимый улов (ОДУ), и перевод в категорию видов, промысел которых происходит в режиме РВ (ранее – ВВ), т.е. рекомендуемого (возможного) вылова (Смирнов, 2011а). Биологическое обоснование о переводе этого объекта из одной категории промысла в другую было одобрено Росрыболовством, и с 2012 г. её добыча осуществлялась по заявительному принципу, в режиме РВ, что привело к активизации промысла, и в отдельные годы освоение рекомендованных объёмов добычи достигало более 100% (Смирнов, 2013б; Смирнов и др., 2021).

С 2020 г. эта сельдь была возвращена в список видов водных биоресурсов, для которых устанавливается ОДУ. Это не оказало существенного влияния на эффективность освоения этого объекта: вылов в 2020–2021 гг. был более 90% от рекомендованных для вылова объёмов.

В целом степень изученности гижигинско-камчатской сельди удовлетворительна. В последнее десятилетие опубликовано значительное количество работ, посвященных различным сторонам её жизненного цикла и особенностям промысла (Антонов и др., 2016; Асеева и др., 2012; Овчинников и др., 2018а; Смирнов, 2005а, 2011б; Смирнов, Панфилов, 2013; Семёнова и др., 2014, 2018; Горбачев, Смирнов, 2018, 2019; Smirnov, 2012 и др.), в том числе 3 монографии автора настоящей статьи (Смирнов, 2009а, 2014а; Овчинников и др., 2018б).

Цель настоящей публикации – привести и проанализировать имеющиеся данные по истории изучения, распределению, основным чертам биологии, состоянию запасов и промыслу гижигинско-камчатской сельди в 1971–2021 гг.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Сбор данных по гижигинско-камчатской сельди авторы и сотрудники МагаданНИРО проводили ежегодно во время научно-исследовательских работ и мониторинговых исследований на промысловых судах: в нерестовый период (май-начало июня) – на нерестилищах Гижигинской губы, в нагульный (сентябрь-декабрь), зимовальный (январь-март) и преднерестовый (апрель) периоды – в зал. Шелихова в период с 1971 по 2021 гг.

В мае-июне материалы собирали из уловов ставных и обкидных неводов, расположенных в прибрежной зоне, и малых кошельковых неводов, облавливающих косяки подходящей на нерест и отходящей на нагул сельди в прибрежной зоне Гижигинской губы зал. Шелихова.

В другие месяцы анализировались данные промысловых уловов разноглубинных тралов средне- и крупнотоннажных судов, ведущих морской промысел.

Сбор и обработка материалов проводились в соответствии с общепринятыми методиками (Плохинский, 1961; Правдин, 1966).

Авиаучет нерестовых скоплений гижигинско-камчатской сельди выполняли в прибрежной зоне Гижигинской губы зал. Шелихова, на высоте от 400 до 2500 м, при удалении от линии берега до 20 км на самолетах Ан-2, Ан-3, Ан-28, самолете-амфибии Л42м «Альбатрос».

Икорные водолазные съёмки нерестилищ были выполнены в 1988–1990, 1993 и 1999 гг.

Промысловая статистика взята из архивных данных МагаданНИРО, а также из ежедневных сводок о суточном вылове, количестве тралений либо замётов, координатах работы флота, числе и расположении неводов на береговых рыбопромысловых участках. Эти данные по запросам МагаданНИРО предоставляли отделы организации рыболовства Охотского территориального управления Росрыболовства и Северо-Восточного территориального управления Росрыболовства, а также ФГБУ «Охотское бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов» («Охотскрыбвод») и ФГБУ «Северо-восточное бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов» («Севвострыбвод») (ранее – «Камчатрыбвод»). Используются также данные судовых суточных донесений (ССД).

Статистическую обработку данных выполняли с помощью программы Statistica разных версий для персонального компьютера (PC). Объёмы статистических выборок репрезентативны.

Всего собрано и обработано на ПБА – 68 606 экз.; на МП – 200 976 экз.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Распределение. Основной район обитания гижигинско-камчатской сельди – зал. Шелихова. В годы высокой численности район распространения расширяется на юг, до м. Лопатка п-ова Камчатка, и на запад – в Притауйский и Ионо-Кашеваровский районы.

Нерестилища гижигинско-камчатской сельди находятся в северо-восточной части моря: основные расположены в Гижигинской губе зал. Шелихова, локальные – по западному побережью Камчатки, самые крупные – у пп. Усть-Хайрюзово и Октябрьский (Правоторова, 1965а; Науменко, 2001; Трофимов,

2004; Смирнов, 2005б). Район нагула – восточная часть Охотского моря (Правоторова, 1963; Четвергов и др., 2001; Смирнов, 2014а).

В период высокой численности (1950-е гг.) гижигинско-камчатская сельдь совершала нагульные миграции далеко на юг, вплоть до северных Курильских островов. Есть мнение, что в отдельные годы она доходила до Кроноцкого залива на восточном побережье Камчатки (Науменко, 2001).

В 1958–1968 гг. сотрудниками МагаданНИРО было проведено мечение гижигинско-камчатской сельди с целью изучения её миграций. Выяснено, что особи, помеченные весной в Гижигинской губе, в различные периоды (с июня по декабрь), обнаруживались как в районе мечения, придя на нерест повторно, так и в Притауйском районе южнее п-ова Кони. Также меченые особи вылавливались в восточной части Охотского моря и даже с океанской стороны о. Парамушир и в Кроноцком заливе (Смирнов, 2009а).

В 1978–1987 гг. (период депрессии) область обитания этой сельди сократилась до границ зал. Шелихова.

В период восстановления численности (с 1988 г. по настоящее время) ареал расширился к югу и западу. Сельдь начала встречаться в качестве прилова при промысле лосося дрефтерными сетями в юго-восточной части Охотского моря, с охотморской стороны северных Курильских островов (Ковтун, 1998) и в районе северо-западнее м. Лопатка (Смирнов, 2002а).

В начале 2000-х гг. при расширении нагульной части ареала на запад, гижигинско-камчатская сельдь образовывала смешанные скопления с охотской и тауйской сельдью (Семенистых, Смирнов, 2002; Мельников, 2005; Смирнов, Марченко, 2008). Доля гижигинско-камчат-

ской сельди в этих скоплениях, в среднем, варьировала от 22% в ИONO-Каше-варовском до 45% в Притауйском районе (Radchenko, Melnikov, 2001; Чернышев и др., 2002). В 2008 г. в восточной части Северо-Охотоморской промышленной подзоны, в районе, ограниченном координатами 55°05'–55°51' с.ш. и 148°49'–150°44' в.д. доля гижигинско-камчатской сельди в смешанных скоплениях составила не менее 32% (Смирнов и др., 2009а). Есть предположение о наличии гижигинско-камчатской сельди у берегов северо-восточного Сахалина (Пушников, Ившина, 1998).

Места зимовки гижигинско-камчатской сельди расположены в устье зал. Шелихова, над северными и северо-восточными склонами впадины ТИНРО (Вышегородцев, 1994б). Там осенью сельдь держится в придонных слоях на глубинах 120–170 м, зимой (декабрь–март) смещается на глубины 220–270 м (Фигуркин, Смирнов, 2008а).

В середине апреля – начале мая половозрелая гижигинско-камчатская сельдь совершает миграцию из мест зимовки к нерестилищам в Гижигинской губе.

После нереста и весеннего откорма в прибрежье взрослая сельдь отходит от берегов для нагула, при этом устойчивых скоплений она не образует.

Со второй половины 90-х гг. XX в. миграционное поведение нерестовой сельди изменилось. Ранее сельдь в Гижигинской губе образовывала большие малоподвижные скопления, которые могли продолжительное время (до 2-х недель) перед нерестом и после него отстаиваться в прибрежной зоне. С начала 2000-х гг. скопления сельди, в основном, состоят из мелких подвижных косяков, которые, быстро подойдя к берегу и отнерестившись, сразу же отходят в море (Смирнов, 2005б, 2009б).

Особенности воспроизводства. Основные многолетние ежегодно заполняемые нерестилища гижигинско-камчатской сельди находятся на северном побережье Гижигинской губы зал. Шелихова, в районе от м. Вилигинский до м. Тайгонос (Смирнов, 2014а).

Эти нерестилища условно делятся на три части (рис. 1): западный район – от м. Вилигинский до м. Опасный, центральный – от м. Опасный до р. Чайбуха и восточный – от р. Чайбуха до м. Тайгонос (Смирнов, 2013в).

При высокой численности производителей в Гижигинской губе протяженность заполненных нерестилищ достигала 240 морских миль, а в период исторического минимума (1973 г.) – всего 3 мили (Правоторова, 1965а).

Сельдь подходит к побережью в период, когда в основном заканчивается разрушение и вынос льда из прибрежной зоны, а температура воды быстро возрастает. Существует мнение, что подходы сельди к берегам Гижигинской губы начинаются после очищения прибрежных участков от ледового покрова (Галкина, 1959), но в некоторые годы нерестовая сельдь подходила к берегам даже тогда, когда отдельные нерестилища были заполнены битым льдом и нерестовала в малопригодных участках.

Подходы гижигинско-камчатской сельди к берегу для нереста в период 1960–2021 гг., по нашим и архивным данным, начинались 11–30 мая, самые ранние из них заканчивались 25 мая, самые поздние – 30 июня (рис. 2).

Нерест на каждом отдельном нерестилище идет от нескольких суток до двух недель. Температура воды, при этом варьирует в широких пределах – от 0,3 до 9,3°C.

По литературным данным (Правоторова, 1965), наиболее ранние подходы отмечались 7 мая (1957 г.), наиболее



Рис. 1. Основные нерестилища гижигинско-камчатской сельди.

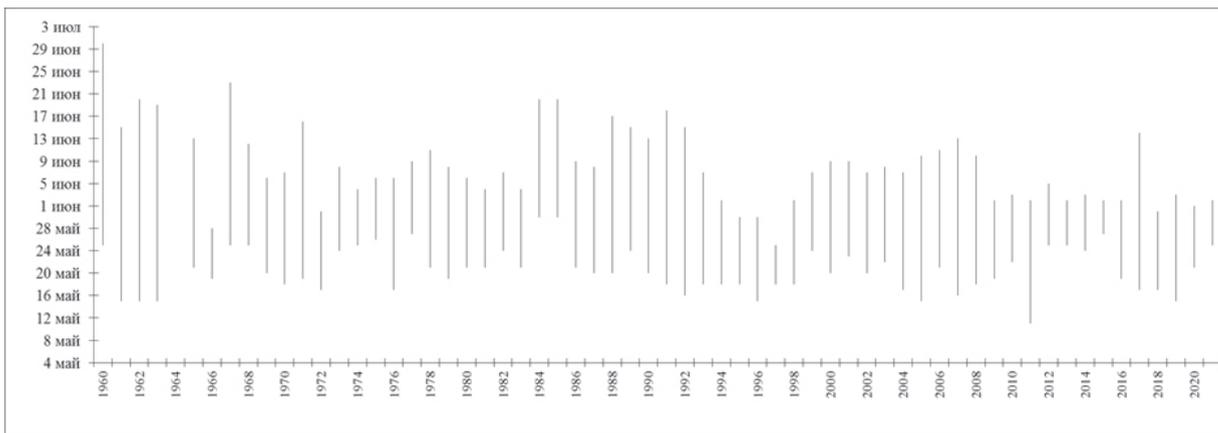


Рис. 2. Сроки начала и окончания нерестовых подходов гижигинско-камчатской сельди в 1960–2021 гг.

поздние – 6 июня (1947 г.), а чаще всего косяки подходили к нерестилищам 15–25 мая, при температуре воды от 1,5–2,0°C до близкой к 0°C.

Показано, что сроки нереста гижигинско-камчатской сельди зависят от времени очищения зал. Шелихова ото льда (Правоторова, 1965), биомассы популяции (Трофимов, Смирнов, 2001) и темпе-

ратуры придонного слоя в районе зимовки сельди (Фигуркин, Смирнов, 2008б).

Дальневосточные сельди обычно подходят на нерестилища волнами, от двух до четырех (Науменко, 2001). У гижигинско-камчатской сельди таких волн бывает две, но в последние годы чаще наблюдается только одна (Овчинников и др., 2018б).

Последовательное заполнение нерестилищ обычно происходит с запада на восток (Смирнов, 2004), но наблюдались случаи и одновременных подходов к различным нерестилищам (Смирнов, 2001б).

С течением нереста размеры подходящих на нерестилища особей уменьшаются: самые крупные особи подходят первыми, последними – мелкоразмерные, зачастую впервые созревшие рыбы.

Мелкая сельдь длиной 16–21 см иногда подходит на нерест значительно позже (в конце июня – начале июля) и штучно вылавливается как прилов ставными лососёвыми неводами (Смирнов, 2013в).

По данным водолазных икорных съёмок, в 1950-е гг. плотность обикрения составляла 1,413 млн. икр./м² (Галкина, 1959), в 1988 г. на центральных нерестилищах (у п. Эвенск) она была равна 1,642 млн. икр./м² (Вышегородцев, 1994а), в 1999 г. – 2,469 млн икр./м² (Смирнов, 2000), в 2002 г. – 1,786 млн икр./м² (Смирнов, Белый, 2004). По плотности отложенной икры гижигинско-камчатская сельдь занимает промежуточное положение между охотской и корфо-карагинской популяциями (Вышегородцев, 1997).

Количество икры, отложенной на разные нерестилища, варьирует по годам: в июне 1988 г. на западных нерестилищах было отложено минимальное количество икры, а максимальное – на восточных (Вышегородцев, 1997), а в 2003 г., по данным М.Н. Белого, основное количество икры было отложено на центральных нерестилищах – в Наяханской губе (Смирнов, 2009).

Колебания солёности воды не оказывают значительного влияния на развитие икры сельди. Продолжительность инкубационного периода развития икры гижигинско-камчатской сельди

в среднем составляет 14 дней (Пискунов, 1954). Кладки икры располагаются до глубины 10–11 м, с наибольшей концентрацией на глубине 2–7 м (Смирнов, 2016а).

Большая часть нерестилищ гижигинско-камчатской сельди регулярно осушается, что приводит к длительному (более 8 ч в сутки) нахождению икры вне воды, в таких условиях верхний слой отложенной икры часто погибает под влиянием атмосферных условий, особенно солнечных лучей. Толщина кладки (количество отложенных слоев икры) и геометрия поверхности нерестового субстрата также влияют на выживаемость икры. М.Н. Белым (2008б) показано, что для максимально эффективного развития икры сельди наиболее ценны субстраты, на которых характерно формирование радиальных кладок икры вокруг центрального цилиндрического или конического стержня. Такими субстратами преимущественно являются макрофиты, слоевища которых представляют собой шнуры или разветвленные кусты, например, цистозира толстоногая *Cystoseira crassipies*.

В качестве нерестового субстрата сельдь Гижигинской губы предпочитает водную растительность (Галкина, 1959; Вышегородцев, 1994а). Водорослевый пояс в Гижигинской губе образует локальные, незначительные по площади и запасу, скопления водорослей в восточных и кутовых частях отдельных бухт на глубинах до 15 м. Основу таких скоплений составляют следующие виды: ламинария Гурьяновой *Laminaria gurjanovae*, ламинария прижатая *L. appressirhisa*, фукус исчезающий *Fucus evanescens*, лессония ламинариевидная *Lessonia laminarioides*, цистозира толстоногая *Cystoseira crassipies*. В отдельных районах, особенно в восточной части губы, значительное место в фитоценозах за-

нимают красные водоросли Rodophyta (Овчинников и др., 2018б).

Склонность сельди к нересту на полузакрытых акваториях с глубинами 2–7 м, при отсутствии избирательности к определённым видам макрофитов, определяет более значимую роль доминирующих видов водорослей. Одним из таких видов на акватории Гижигинской губы является лессония ламинариевидная (по данным последних исследований – псевдолессония ламинариевидная) (Белый, 2013), занимающая 42,7% площади обследованных нерестилищ. Ламинария Гурьяновой, для которой более типичен горизонт 8–10 м, где она часто образует монодоминантные заросли, занимает лишь 16,7% площадей нерестилищ (Смирнов, Белый, 2004).

На грунт гижигинско-камчатской сельдью откладывается от 3 до 15% икры, при этом в значительных объёмах она заносится песком и илом, что, видимо, приводит к её гибели (Смирнов, Белый, 2004).

Основные биологические показатели. По данным за 1971–2021 гг., нерестовая гижигинско-камчатская сельдь была представлена рыбами длиной тела 16,0–37,2 см, массой 35–585 г и возрастом 3–16 полных лет (табл. 1, 2, 3). Доля самок по возрастам колебалась от 43,7 до 64% и в среднем составила 51,1% (табл. 4).

Средние значения длины тела по годам изменялись от 24,3 до 30,4 (среднее многолетнее – 27,5) см, массы – от 141 до 322 (среднее – 231) г, возраста – от 3 до 16 (среднее – 8,2) лет (табл. 1, 2, 3). Средние значения длины и массы тела изменяются в зависимости от возрастного состава нерестового стада и заметно снижаются в случае увеличения доли младших возрастных групп (3–4 года). В разные годы основу нерестового стада составляли рыбы от 3 до 6 возрастных групп.

Характерной особенностью сельди является тот факт, что самцы и самки одного возраста практически не отличаются размерами тела (Овчинников и др., 2018б).

Установлено, что усиление интенсивности освоения запаса, происходящее с 2012 г., в настоящее время не оказало на структуру популяции и биологические показатели гижигинско-камчатской сельди значительного негативного влияния (Смирнов, 2014б, 2015, 2019, 2021). Видимо, интенсивность промысла гижигинско-камчатской сельди в эти годы ещё не достигла такого уровня, чтобы привести к нарушениям биологической структуры её популяции.

Плодовитость. По литературным и авторским (Смирнов, 2013г, 2014а) данным, индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) гижигинско-камчатской сельди в 1971–2010 гг. колебалась от 3,6 тыс. икр. (у особи с длиной тела 24,4 см, массой тела 135 г, в возрасте 4 лет) до 123 тыс. икр. (соответственно 35,3 см, 335 г, 14 лет), и в среднем составила 44,5 тыс. икр. (табл. 5).

С увеличением возраста, размеров и массы тела самок ИАП гижигинско-камчатской сельди возрастает (Правоторова, 1983), хотя у самых крупных особей наблюдалось некоторое снижение приростов плодовитости, что объясняется, видимо, замедлением их темпа роста и затуханием репродуктивных способностей (Смирнов, 2014а, 2016б).

ИАП в пределах размерных и весовых групп у гижигинско-камчатской сельди изменялась неодинаково: у более крупных особей она была более устойчива, а размах колебаний невелик. В целом характер степенных зависимостей описывается уравнениями:

Для длины тела: $y = 0,0006x^{3,3475}$ при $R^2 = 0,754$, где y – ИАП, x – длина тела самок.

Таблица 1. Вариационные ряды длины тела по Смитту гижигинско-камчатской сельди в нерестовый период, %

Годы	Длина по Смитту, в см																N, экз.	Среднее значение						
	15,6-16,5	16,6-17,5	17,6-18,5	18,6-19,5	19,6-20,5	20,6-21,5	21,6-22,5	22,6-23,5	23,6-24,5	24,6-25,5	25,6-26,5	26,6-27,5	27,6-28,5	28,6-29,5	29,6-30,5	30,6-31,5			31,6-32,5	32,6-33,5	33,6-34,5	34,6-35,5	35,6-36,5	36,6-37,5
1971-2021	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,6	1,3	2	4	6,6	9,9	13,1	14,8	14,2	12,8	9,7	6,2	2,7	1	0,3	0,1	0,1	200976	27,5

Таблица 2. Вариационные ряды массы тела гижигинско-камчатской сельди в нерестовый период, %

Годы	Масса рыбы, г																N, экз.	Среднее значение														
	21-40	41-60	61-80	81-100	101-120	121-140	141-160	161-180	181-200	201-220	221-240	241-260	261-280	281-300	301-320	321-340			341-360	361-380	381-400	401-420	421-440	441-460	461-480	481-500	501-520	521-540	541-560	561-580	581-600	
1971-2021	0,1	0,1	0,3	1,3	2,6	3,9	5,6	7,5	8,5	8,9	9,6	10,4	9,4	8,4	7,2	4,7	3,5	2,4	1,7	1,3	0,9	0,6	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	68606	231

Таблица 3. Возрастной состав гижигинско-камчатской сельди в нерестовый период, %

Годы	Возраст, лет																Экз.	Средний возраст
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
1971-2021	1,2	5,2	7,8	12,1	13,1	14,9	15,3	13,9	9,2	4,6	1,8	0,6	0,2	0,1	162656	8,2		

Таблица 4. Доля самок гижигинско-камчатской сельди по возрастным группам в нерестовый период, %

Годы	Возраст, лет																Общее число самок и самцов, экз.	Средний показатель, %
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
1971–2021	47,7	43,7	48,8	49,1	50,4	50,1	48,3	53,1	55,8	58,7	61,3	61,1	59,4	64,0	49 386	51,1		

Таблица 5. Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) гижигинско-камчатской сельди по возрастным группам в нерестовый период, тыс. икр.

Годы	Возраст, лет																Экз.	Средняя ИАП, тыс. икр.
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
1971–2010	16,1	22,5	27,6	32,2	39,8	43,1	50,8	56,1	60,9	70,0	71,1	78,3	76,4	78,6	2 527	44,5		

Для массы тела: $y = 0,2527x^{0,9742}$ при $R^2 = 0,715$, где y – ИАП, x – масса тела самок.

Общая зависимость между ИАП и возрастом выражалась уравнением:

$y = 5,5831x^{0,9835}$ при $R^2 = 0,734$, где y – ИАП, x – возраст самок (Овчинников и др., 2018б).

Диаметр одной икринки гижигинско-камчатской сельди (по данным анализа 80 ястыков на IV стадии зрелости, взятых в мае 2005 г.), составил в среднем 1,5 мм, с колебаниями от 1,2 до 1,7 мм (Смирнов и др., 2006).

Питание. По питанию гижигинско-камчатской сельди публикации немногочисленны. По данным О.Г. Золотова и др. (1990), личинки сельди, имевшие размер тела 18–21 мм, на западнокамчатском шельфе в 1961–1987 гг. питались преимущественно велигерами двустворчатых моллюсков *Bivalvia*.

В Охотском море в питании крупноразмерной сельди существенную роль играют *Neocalanus plumchrus*, *N. flemingeri*, *Metridia okhotensis*, *M. pacifica*, *Calanus glacialis*, *C. marshallae*, *Bradyidius pacificus*, среди эвфаузиид наиболее важными в рационе сельди являются *Thysanoessa raschii* и *Th. longipes*. Крупная сельдь поедает также крылоногих моллюсков (преимущественно *Limacina helicina*) и гипериид (*Themisto japonica* и *Th. libellula*), в незначительном количестве – щетинкочелюстных Chaetognatha, ойкоплевр *Oikopleura*, мизид, личинок рыб и крабов, двустворчатых моллюсков, баянусов *Balanus*, кумовых раков *Сumasea* (Чучукало, 2006; Чучукало и др., 1995, 1999; Кузнецова, 1997, 2005; Смирнов, 2014а).

По данным К.М. Горбатенко с соавторами (2004), в весенний период, до нереста, интенсивность питания сельди гижигинского стада зависит не столько от состояния кормовой базы, сколько

от физиологического состояния рыбы. У молоди (13–20 см) и взрослой нагульной сельди с увеличением жирности интенсивность питания падает. У преднерестовых рыб, мигрирующих к местам нереста, несмотря на минимальную упитанность, интенсивность питания невелика. Увеличение накормленности крупной сельди связывается с интенсивным питанием после нереста, а у неполовозрелой сельди, образующей зимовальные скопления, с нагулом после зимовки.

В целом, максимальная пищевая активность сельди в Охотском море отмечается в июле, несколько снижается в августе-октябре и значительно падает в ноябре-декабре, когда сельдь образует предзимовальные скопления (Смирнов, 2014а).

Основным фактором, лимитирующим пищевую активность, у преднерестовых особей считается зрелость гонад: преднерестовые особи, мигрирующие в места нереста, несмотря на минимальную упитанность (жирность), практически не питаются (Пискунов, 1954; Горбатенко и др., 2004), но по авторским данным (Метелев, Смирнов, 2003; Смирнов, 2007б), часть сельди продолжала питаться вплоть до начала нереста. Возможно, это связано с неблагоприятными условиями нагула и зимовки в предшествующий период, которые привели к нехватке энергетических ресурсов, необходимых для завершения созревания гонад (Смирнов, 2007а).

Паразиты. Важным фактором, влияющим на биологическое состояние рыб, является их заражённость паразитами. У тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* в пределах ареала в настоящее время зарегистрировано 27 видов паразитов (Асеева и др., 2013).

Нами были исследованы различия в заражённости паразитами у гижинско-камчатской, охотской и тауйской сельдей. Проанализированы дан-

ные, собранные на нерестилищах и в нагульных, предположительно смешанных, скоплениях сельди в северной части Охотского моря (Асеева, Смирнов, 2010, 2013; Асеева и др., 2012).

У тихоокеанской сельди, собранной на нерестилищах, обнаружено 13 видов паразитов, среди которых доминировали трематоды Trematoda и скребни Acanthocephala (3 вида). В количественном отношении больше всего встречались нематоды *Anisakis simplex* и трематоды *Brachyphallus crenatus* (Смирнов, 2014а).

В смешанных скоплениях у сельди в северной части Охотского моря обнаружено 16 видов паразитов, среди которых преобладали трематоды (4 вида) и скребни (4 вида). Многочисленны были также нематоды Anisakidae (2 вида) и микроспоридии Muxosporidia (3 вида). Видовое разнообразие паразитов у нагульной сельди из смешанных скоплений, по сравнению с сельдью, собранной на нерестилищах, увеличилось на 4 вида: трематоды *Podocotyle atomon*, *Bacciger petrowi*, скребни *Echinorhynchus cotti*, *E. lottelae* и микроспоридии *Ortholinea clupeidae*, но при этом не было обнаружено скребней *Corynosoma strumosum* и простейших *Eimeria clupearum*, которые были зарегистрированы у нерестовой сельди (Овчинников и др., 2018б).

Заражённость сельди на нерестилищах у различных стад сельдей сильно различалась. Сравнительный анализ заражённости по районам исследования выявил места с наиболее высокими и самыми низкими показателями заражённости этим паразитом. Высокая степень инвазии сельди личинками *Anisakis simplex* отмечена у нерестовой сельди в районе п. Охотск. Там заражённость рыб составила 86%, при интенсивности инвазии 1–39 экз., а индекс обилия равнялся 2,7 экз. Более низкие показатели

заражённости имела сельдь из района зал. Шелихова (п. Эвенск). Там экстенсивность заражённости рыб составила 55,8%, при интенсивности инвазии 1–9 экз., а индекс обилия равнялся 0,8 экз. (Смирнов, 2014а).

Известно, что некоторые виды эвфаузиид являются промежуточными хозяевами нематод. Дефинитивными хозяевами *A. simplex* являются сивучи, полосатые киты, кашалоты, дельфины. Эти морские млекопитающие имеют высокую численность в западной части Охотского моря (Дорошенко, 2011; Бурканов и др., 2008, 2012) и, вероятно, способствуют сохранению полной пищевой цепи, необходимой для реализации жизненного цикла нематод, тем самым вызывая высокую степень инвазии личинками *A. simplex* охотской сельди (Смирнов, 2014б).

Общая заражённость нерестовой сельди нематодами убывала так: охотская сельдь (76%), гижигинско-камчатская (66%), тауйская (40%).

Особенностью сельди с нерестилища Тауйской губы стала её заражённость микроспоридиями *Ceratomyxa orientalis*. Также обнаружен этот вид у сельди из смешанных нагульных скоплений.

Скребни родов *Echinorhynchus* и *Bolbosoma* были отмечены только у нерестовой охотской сельди и в нагульных скоплениях.

Таким образом, данные паразитологических исследований показывают, что гижигинско-камчатская, охотская и тауйская сельди различаются по составу паразитов, а нагульные скопления в осенний период имеют смешанный характер, т.е. образованы особями различных группировок (Овчинников и др., 2018б).

Динамика численности и биомассы (состояние запасов). Известно, что численность обитающей в морях Дальнего Востока сельди подвержена значи-

тельным колебаниям, одной из причин которых может быть различное выживание её эмбрионов (Науменко, 2001). В 3–5-ти слойных кладках гижигинско-камчатской сельди икринки четвертого и пятого слоев отставали в развитии от лежащих выше, на 5–6 дней, а третьего слоя – на 2–3 дня. При большем количестве слоев икры в кладке эмбриональное развитие глубинных слоев останавливалось на ранних стадиях (Галкина, 1959).

Наивысшей биомассы гижигинско-камчатская сельдь достигала в 1955–1963 гг., составляя около 500 тыс. т (Науменко, 2012).

Период депрессии, как уже упоминалось ранее, начался в 1974 г., когда биомасса достигла исторического минимума, и продолжался до 1987 г.

В 1988 г., впервые после многолетнего перерыва, были найдены нагульные скопления гижигинско-камчатской сельди (Вышегородцев, 1994б). Это позволило говорить о начале периода восстановления запасов и рекомендовать к вылову объём в 12% от запаса, а не 2–3%, как это было до 1988 г.

К середине 1990-х гг. биомасса этой сельди достигла 300–350 тыс. т (Гаврилов, Болдырев, 2000), что позволило говорить о стабилизации запасов на более высоком уровне и с 1998 г. рекомендовать к ежегодному вылову 20,7% от биомассы промыслового запаса (Малкин, 1995).

На этапе депрессии численность производителей составляла в среднем 530 млн экз. в год, в период восстановления (1988–1997 гг.) нерестовый запас в среднем составлял 880 млн экз. (Смирнов, 2013д).

С 1998 г. по настоящее время популяция гижигинско-камчатской сельди находится на стадии стабилизации и роста запаса. В период 1998–2021 гг. годовая численность производителей была на уровне 1037 млн экз. (рис. 3).

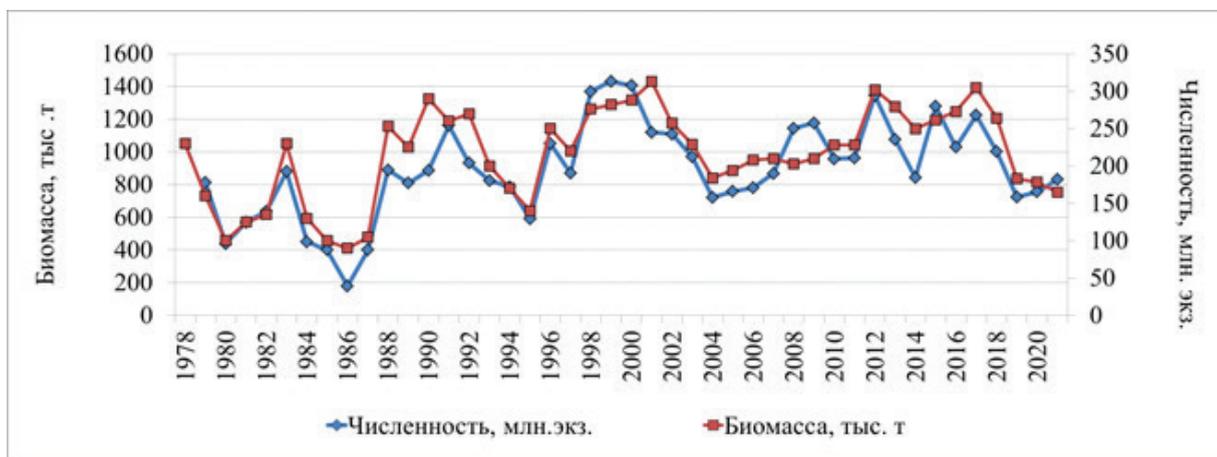


Рис. 3. Многолетняя динамика биомассы и численности нерестовой части популяции гижигинско-камчатской сельди.

По данным рисунка 3 видно, как в 2017–2019 гг. численность и биомасса производителей гижигинско-камчатской сельди снижались, что, видимо, было вызвано отсутствием урожайных поколений в пополнении, а затем эти показатели стабилизировались.

Известно, что у сельдевых в значительной степени возможны флуктуации численности поколений, что, обуславливает появление урожайных (высокочисленных) и неурожайных (малочисленных) генераций, и сказывается на общей численности и биомассе их стад (Науменко, 2001).

Для гижигинско-камчатской сельди нами применяется условная оценка численности поколений: высокоурожайные – свыше 300 млн особей в возрасте наступления максимальной численности, среднеурожайные – 100–300 млн особей, неурожайные – менее 100 млн (Смирнов, 2005а).

В настоящее время мощность урожайных поколений гижигинско-камчатской сельди после депрессии пока остается на порядок ниже, чем до нее. В анализируемый нами период высокоурожайными было 6 поколений, среднеурожайными – 22, неурожайными – 16 (табл. 6).

Таблица 6. Урожайность поколений гижигинско-камчатской сельди

Урожайность поколений	Годы рождения
Высокая	1971, 1973, 1993, 1994, 2004, 2005
Средняя	1975, 1978, 1983, 1986, 1988, 1990, 1991, 1992, 1995, 1997, 2000, 2001, 2002, 2003, 2006, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014
Низкая	1972, 1974, 1976, 1977, 1979, 1980, 1981, 1982, 1984, 1985, 1987, 1989, 1996, 1998, 1999, 2007

Количество родившихся поколений различной урожайности у гижигинско-камчатской сельди варьировало в зависимости от периода численности. Так, в период депрессии, который начался с 1974 г. и продолжался до 1987 гг., высокоурожайных поколений не появилось; среднеурожайными были 4 поколения, неурожайными – 10. На этапе восстановления (1988–1997 гг.) проявилось 2 высокоурожайных поколения, среднеурожайных – 6, неурожайных – 2. В пери-

од стабилизации и роста (1998–2021 гг.) отмечено 2 высокоурожайных поколения, среднеурожайных – 12, неурожайных – 3.

История и современное состояние промысла. В историческом аспекте освоение запасов гижигинско-камчатской сельди имеет несколько этапов.

Первый этап (становления промысла) проходил с первой половины 1920-х гг. и до 1954 г. В этот период в зал. Шелихова вели береговой лов нерестовой сельди ставными и закидными неводами (Кагановский, Полутов, 1950; Бацаев, 2006). Средний вылов в эти годы составлял 8,1 тыс. т.

На втором этапе, с 1955 до начала 1970-х гг., кроме берегового лова, начал развиваться и морской промысел (кошельковыми неводами с борта сейнеров), при этом усилилась эксплуатация запасов. Средний годовой вылов – 45,5 тыс. т.

На третьем этапе (период депрессии запасов), с 1974 по 1987 гг., промысел сельди был запрещён. Значительное сокращение запасов гижигинско-камчатской сельди, наступившее к началу 1970-х гг., было вызвано чрезмерным выловом и появлением нескольких малочисленных поколений подряд. Лов вёлся в этот период только в Гижигинской губе в период нереста сельди в режиме контрольного лова для научных целей. Средний годовой вылов – 1,6 тыс. т.

Четвертый этап начался с 1988 г., когда, в связи с тем, что запасы сельди стали расти, был разрешен промысел нагульной сельди, а с 2002 г. – и нерестовой сельди (Смирнов, Трофимов, 2010). Этот этап продолжался до 2011 г. При этом среднегодовой вылов в нерестовой период в 2002–2006 гг. составлял 4,2 тыс. т (Смирнов, 2009в), в 2007–2011 гг. этот показатель снизился до 0,3 тыс. т.

Такое снижение произошло потому, что береговые рыбокомбинаты, построенные в 1950–1960-х гг. в расположенных вблизи нерестилищ сельди поселках Таватум, Эвенск, Чайбуха, пришли в негодность и запустение. Поэтому вся выловленная сельдь передавалась на рыбоперерабатывающие суда, арендованные на период путины в других дальневосточных регионах. Суда часто подходили в район лова с опозданием, когда «пик» промысла уже был пройден. Все вместе это и привело к катастрофическому уменьшению вылова. В 2010 г. промысла нерестовой сельди в зал. Шелихова не было, лов проводило только местное население для личных нужд в рамках спортивно-любительского рыболовства (Смирнов, 2011а).

Специализированный морской лов в этот период проходил не каждый год, но некоторое количество сельди ежегодно вылавливалось как прилов при промысле минтая. Средний годовой вылов в этот период составлял 11,3 тыс. т. При этом годовое освоение гижигинско-камчатской сельди в два последних десятилетия периода (1993–2011 гг.) составляло всего 5–6% от рекомендованных объёмов. (Овчинников и др., 2018а).

Ввиду роста запасов гижигинско-камчатской сельди и ежегодного незначительного освоения, МагаданНИРО было подготовлено обоснование о возможности изменения режима эксплуатации этого объекта промысла (Смирнов, 2011а). Обоснование было принято Росрыболовством и с 2012 г. добыча этой сельди стала осуществляться по заявительному принципу, в режиме РВ, что привело к значительному росту годового вылова (Смирнов, 2013б; Смирнов и др., 2021).

Таким образом, *пятый этап* освоения запасов гижигинско-камчатской сельди начался с 2012 г. и длится по настоящее время. Особенность промысла

на этом этапе состоит в том, что основное изъятие (более 90%) происходит в преднерестовый период, в марте-апреле (Смирнов и др., 2020).

В 2012 г., после разрешения ловить по заявительному принципу, вылов, по сравнению с 2011 г., вырос в несколько раз и составил 45% от рекомендованного, против 6% в 2011 г. Основной вылов (21,78 тыс. т) был осуществлён весной, а осенью было поймано 0,76 тыс. т. Неполное освоение рекомендованных к вылову объёмов было вызвано тем, что это был первый опыт масштабного специализированного лова преднерестовой гижигинско-камчатской сельди после нескольких десятилетий отсутствия промысла. Судам было необходимо найти скопления сельди и отработать методы лова. Кроме того, в 2012 г. на весенний морской промысел гижигинско-камчатской сельди было выставлено недостаточное количество судов для полного освоения рекомендованных объёмов.

В 2013–2019 гг. освоение рекомендованных годовых объёмов колебалось от 69 (2015 г.) до 113% (2013 г.). При этом в

нагульный период (осенью) лов проводился не каждый год и освоение составляло 0,1–3,9%, а в основном промысле в апреле ежегодно участвовало от 16 (2016 г.) до 47 (2017 г.) судов. Переловы, имевшие место в отдельные годы, были вызваны тем, что при промысле в режиме РВ оперативно остановить промысел невозможно. Относительно значимые недоловы произошли в 2015 и 2016 гг. (69 и 73,2% соответственно). Мы их связываем со сложной ледовой обстановкой в эти годы в апреле в районе горла зал. Шелихова, где концентрировались основные скопления сельди.

В 2020 г. гижигинско-камчатскую сельдь вернули в перечень видов водных биоресурсов, в отношении которых устанавливается ОДУ. Это не повлияло на эффективное освоение рекомендованных для вылова объёмов (в 2020 г. оно составило 91,1%, в 2021 г. – 93,3%), но позволило избежать переловов. Средний годовой вылов в этот период составлял 51,1 тыс. т.

Вылов гижигинско-камчатской сельди в 1937–2021 гг. приведен на рисунке 4.



Рис. 4. Вылов гижигинско-камчатской сельди в 1937–2021 гг.

Промысловая мера. Для любой популяции особое значение приобретает мониторинг её биологического состояния. Одной из мер регулирования промысла для рыб является предельно допустимая минимальная длина тела по АД (промысловый размер или промысловая мера), которую в соответствии с «Правилами рыболовства...» необходимо соблюдать.

Впервые биологическое обоснование минимального промыслового размера гижигинско-камчатской сельди, основанное на данных 1988–1992 гг., было выполнено в 1994 г. (Смирнов, 1994). Для расчётов использовалось соотношение половозрелых и неполовозрелых рыб, естественная смертность, динамика биомассы по возрастным группам. Минимальный промысловый размер гижигинско-камчатской сельди был определен в 24 см.

В 1993–2002 гг. были получены новые данные о темпах роста и созревания гижигинско-камчатской сельди, вследствие чего вопрос о минимальном промысловом размере был рассмотрен заново. Проведёнными исследованиями было показано, что при отсутствии масштабного промысла значительно снизилось количество зрелых особей в младшевозрастных группах, а возраст массового полового созревания увеличился. Учитывая все обстоятельства, было рекомендовано минимальную промысловую меру на гижигинско-камчатскую сельдь оставить без изменений (Смирнов, 2006).

Возобновление с 2012 г. крупномасштабного промысла гижигинско-камчатской сельди вызвало необходимость вновь рассмотреть промысловую меру гижигинско-камчатской сельди. Исходя из расчётов на основе новых данных, минимальный промысловый размер на сельдь Западно-Камчатской подзоны,

т.е. гижигинско-камчатскую, рекомендовано оставить без изменения (Смирнов и др., 2016б).

Оценка запаса, определение ОДУ. Нерестовый запас гижигинско-камчатской сельди рассчитывается ежегодно следующими способами:

- по авиаучёту площадей нерестовых и нагульных скоплений,
- по итогам выполнения икорной водолазной съёмки нерестилищ.

Общий запас сельди определяется по итогам морских траловых съёмок, выполняемых научно-исследовательскими судами в нагульный период.

В настоящее время для гижигинско-камчатской сельди коэффициент изъятия определяется в соответствии с концепцией репродуктивной изменчивости, согласно которой допустимая доля изъятия объекта зависит от возраста массового полового созревания самок. У гижигинско-камчатской сельди он составляет 6 лет (Смирнов, 2006). Для этого возраста промысловое изъятие, согласно концепции репродуктивной изменчивости (Малкин, 1995), рекомендуется в размере 20,7% от биомассы запаса.

Рекомендации по рациональному использованию. С целью рациональной эксплуатации промыслового запаса популяции гижигинско-камчатской сельди следует дифференцировать промысел, который с 2012 г. ведётся в преобладающей степени только в апреле на скоплениях преднерестовой сельди, и действовать по нескольким направлениям:

возобновить береговой промысел в районах нерестовых подходов путём:

- применения авиации для поиска промысловых скоплений и наведения на них судов с активными орудиями лова (Смирнов, 2008). Наиболее эффективны для проведения таких работ суда типа РС-300, оснащённые кошельковыми не-

водами. В последние годы в северной части Охотского моря осталось только одно действующее рыболовное судно такого типа, поэтому необходимы государственные меры, направленные на поддержку их строительства;

– равномерного размещения ставных неводов на тех нерестилищах, где в последние годы наблюдаются стабильные подходы сельди; восстановления береговых перерабатывающих предприятий в посёлках Эвенск, Чайбуха, Таватум;

– организации глубокой переработки сельди-сырца (Смирнов, 2014а) с целью выпуска продукции, пользующейся повышенным спросом как на внутреннем, так и на внешних рынках (икры в ястыках и т.п.);

– расширить активный морской промысел в осенний период.

Применяя эти рекомендации, вполне возможно достичь полного освоения выделяемых для вылова объёмов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные нерестилища гижигинско-камчатской сельди находятся на северном побережье Гижигинской губы зал. Шелихова, в районе от м. Вилигинский до м. Тайгонос. Нерест происходит в конце мая-начале июня, на водную растительность. Кладки икры располагаются до глубины 10–11 м, с наибольшей концентрацией на глубине 2–7 м.

Гижигинско-камчатская сельдь доживает до 16 лет, достигая при этом размера 37 см и массы тела 585 г. Доля самок в среднем составляет 51,1%. Индивидуальная абсолютная плодовитость колебалась от 3,6 тыс. икр. до 123 тыс. икр., и в среднем составляла 44,5 тыс. икр.

В питании крупноразмерной сельди существенную роль играют *Neocalanus plumchrus*, *N. flemingeri*, *Metridia okhotensis*, *M. pacifica*, *Calanus glacialis*,

C. marshallae, *Bradyidius pacificus*, среди эвфаузиид – *Thysanoessa raschii* и *Th. longipes*. Сельдь поедает также крылоногих моллюсков (преимущественно *Limacina helicina*) и гиперид (*Themisto japonica* и *Th. libellula*), в незначительном количестве – щетинкочелюстных *Chaetognatha*, ойкоплевр *Oikopleura*, мизид, личинок рыб и крабов, двустворчатых моллюсков, баянусов *Balanus*, кумовых раков *Cumacea*.

У нерестовой сельди обнаружено 13 видов паразитов, среди которых доминировали трематоды *Trematoda* и скребни *Acanthocephala* (3 вида). В количественном отношении больше всего встречались нематоды *Anisakis simplex* и трематоды *Brachyphallus crenatus*.

Динамика численности и биомассы в 1974–2021 гг. прошла через несколько этапов: период депрессии (1974–1987 гг.), этап восстановления запасов (1988–1997 гг.), период стабилизации и постепенного роста запаса (с 1998 г. по настоящее время).

Промысел гижигинско-камчатской сельди в историческом аспекте имеет несколько этапов. Первый этап – становление промысла (первая половина 1920-х годов – 1954 г.). В этот период в зал. Шелихова вели береговой лов нерестовой сельди ставными и закидными неводами, средний годовой вылов – 8,1 тыс. т.

Второй этап (с 1955 г. до начала 1970-х гг.). Кроме берегового лова, начал развиваться и морской промысел (кошельковыми неводами с борта сейнеров), средний годовой вылов – 45,5 тыс. т.

На третьем этапе (период депрессии запасов), с 1974 г. по 1987 гг., промысел сельди был запрещён. Лов в этот период велся только в Гижигинской губе в период нереста сельди в режиме контрольного лова для научных целей. Средний годовой вылов – 1,6 тыс. т.

Четвертый этап начался с 1988 г., когда был разрешён промысел нагульной сельди, а с 2002 г. – и нерестовой сельди. Этот этап продолжался до 2011 г. При этом среднегодовой вылов в нерестовый период в 2002–2006 гг. составлял 4,2 тыс. т, в 2007–2011 гг. этот показатель снизился до 0,3 тыс. т.

Пятый этап начался с 2012 г. и длится по настоящее время. В ходе этого этапа режим освоения в 2012–2019 гг. был изменен с ОДУ на РВ, что привело к значительному увеличению освоения рекомендованных для вылова объёмов. С 2020 г. гижигинско-камчатская сельдь вернули в список ВБР, для которых устанавливается ОДУ, что не повлияло на эффективность промысла и позволило избежать переловов. Особенность промысла на этом этапе состоит в том, что основное изъятие (более 90%) происходит в преднерестовый период, в марте-апреле. Средний годовой вылов – 51,1 тыс. т.

С целью рациональной эксплуатации гижигинско-камчатской сельди следует действовать по нескольким направлениям: возобновить судовой береговой промысел в районах нерестовых подходов путём применения авиации для поиска промысловых скоплений и наведения на них судов с активными орудиями лова, при этом необходимы государственные меры, направленные на поддержку строительства таких судов: возродить береговой лов ставными неводами и восстановить береговые перерабатывающие предприятия в посёлках Эвенск, Чайбуха, Таватум; организовать глубокую переработку сельди-сырца, с целью выпуска продукции, пользующейся повышенным спросом как на внутреннем, так и на внешнем рынках (икры в ястыках и т.п.); расширить активный морской промысел в осенний период.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Антонов Н.П., Датский А.В., Мазникова О.А., Митенкова Л.В. Современное состояние промысла тихоокеанской сельди в дальневосточных морях // Рыбн. хозяйство. 2016. № 1. С. 54–58.

Арсеньев В.К. Гижигинский промысловый район // Экономическая жизнь Дальнего Востока. 1925. № 5. С. 17–37.

Асеева Н.Л., Мотора З.И., Лобода С.В. Паразитофауна тихоокеанской сельди северной части Охотского моря // Вопр. рыболовства. Т. 14. 2013. № 1 (53). С. 130–136.

Асеева Н.Л., Смирнов А.А. Особенности заражённости тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) личинками нематод в Охотском море // Мат-лы межд. науч. конф. «Теоретические и практические проблемы паразитологии». 2010. Москва. С. 37–40.

Асеева Н.Л., Смирнов А.А. Паразитофауна тихоокеанских сельдей, обитающих в северной части Охотского моря // Мат-лы Всерос. конф. «Чтения памяти академика К.В. Симакова». 2013. Магадан: СВНЦ ДВО РАН. С. 116–118.

Асеева Н.Л., Смирнов А.А., Сергеев А.С., Овчаренко Л.В. Заражённость тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) личинками нематод *Anisakis* в Охотском море // Мат-лы V Всерос. конф. с межд. участием по теор. и морской паразитологии. Светлогорск 23–27 апреля 2012 г. С. 25–26.

Бацаев И.Д. История развития рыбных промыслов и рыбной промышленности При-тауйского района Магаданской области // Ландшафты, климат и природные ресурсы Тауйской губы Охотского моря. 2006. Владивосток: Дальнаука. С. 204–225.

Белый М.Н. Водоросли-макрофиты северной части Охотского моря и их значение как нерестового субстрата сельди. Магадан: Новая полиграфия. 2013. 194 с.

Белый М.Н. Некоторые особенности использования нерестовых субстратов сельдью в северной части Охотского моря // Вопр. рыболовства. Т. 9. 2008а. № 2 (34). С. 355–372.

- Белый М.Н. Некоторые особенности распределения икры сельди на поверхности нерестовых субстратов // Изв. ТИНРО. Т. 153. 2008б. С. 243–253.
- Бурканов В.Н., Алтухов А.В., Андрюс Р. и др. Краткие результаты учётов сивуча (*Eumetopias juatus*) в водах России в 2006–2007 гг. // Морские млекопитающие Голарктики. 2008. Одесса: Астропринт. С. 116–122.
- Бурканов В.Н., Эндрюс Р.Д., Хаттори К. и др. Краткие результаты учёта сивуча (*Eumetopias jubatus*) в северной части Охотского моря и у побережья о. Сахалин в 2011 г. // Морские млекопитающие Голарктики: Суздаль. 2012. С. 134–139.
- Вышегородцев В.А. О размножении гижигинско-камчатской сельди // Первый конгресс ихтиологов России, Астрахань. Тез. докл. М.: ВНИРО. 1997. С. 143–144.
- Вышегородцев В.А. Особенности обыкновения нерестового субстрата гижигинско-камчатской сельди // Изв. ТИНРО. Т. 115. 1994а. С. 137–141.
- Вышегородцев В.А. Поиск предзимовальных скоплений гижигинско-камчатской сельди // Рыбн. хозяйство. № 6. 1994б. С. 24–25.
- Гаврилов Г.М., Болдырев В.З. Сельдь дальневосточных морей России // Вопр. рыболовства. № 2–3. 2000. Т. 1. С. 89–91.
- Галкина Л.А. О размножении сельди Гижигинской губы // Изв. ТИНРО. 1959. Т. 47. С. 86–99.
- Горбатенко К.М., Лажнецов А.Е., Лобода С.В. Распределение, питание и некоторые физиологические показатели тихоокеанской сельди гижигинского и охотского стад в северной части Охотского моря в весенний период // Биология моря. 2004. Т. 30. С. 352–358.
- Горбачёв В.В., Смирнов А.А. Влияние некоторых экологических факторов на поток генов и популяционную структуру тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) // Рыбн. хозяйство. № 1. 2018. С. 23–27.
- Горбачёв В.В., Смирнов А.А. Влияние эколого-биологических и генетических факторов на внутривидовую структуру тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) // Вестник КамчатГТУ. 2019. Вып. 48. С. 59–70.
- Дорошенко Н.В. Результаты исследования китообразных Охотского моря в 2001 г. // Морские млекопитающие Голарктики: Суздаль. 2012. С. 234–236.
- Душкина Л.А. Биология морских сельдей в раннем онтогенезе. М.: Наука. 1988. 192 с.
- Золотов О.Г., Максименков В.В., Николотова Л.А. Состав личинок рыб в восточной части Охотского моря и их питание // Известия ТИНРО. Владивосток. 1990. Т. 111. С. 58–66.
- Кагановский А.Г. Полутов И.А. Сельдь Пенжинского залива // Изв. ТИНРО. 1950. Т. 32. С. 37–53.
- Ковтун А.А. Встречаемость нагульной сельди в период учёта лососей в июле 1995 г. в Охотском море // Изв. ТИНРО. 1998. Т. 124. С. 517–518.
- Кузнецова Н.А. Питание и пищевые отношения nekтона в эпипелагиали северной части Охотского моря. 2005. Владивосток: Изд-во ТИНРО-Центра. 235 с.
- Кузнецова Н.А. Питание некоторых планктоноядных рыб в Охотском море в летний период // Известия ТИНРО. Владивосток. 1997. Т. 122. С. 255–275.
- Малкин Е.М. Принцип регулирования промысла на основе концепции репродуктивной изменчивости популяций // Вопр. ихтиологии. 1995. Т. 35. № 4. С. 537–540.
- Мельников И.В. Тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii* (Val.): некоторые итоги и перспективы исследований // Изв. ТИНРО. 2005. Т. 141. С. 135–145.
- Метелёв Е.А., Смирнов А.А. Питание преднерестовой гижигинско-камчатской сельди весной 2002 г. // Комплексные исследования и переработка морских и пресноводных гидробионтов. Тез. докл. Всероссийской конференции молодых ученых. 2003. Владивосток. ТИНРО-центр. 2003. С. 62–63.
- Микодина Е.В., Седова М.А., Смирнов А.А. Об аномальных гонадах гижигинско-

камчатской сельди *Clupea pallasii* (Clupeidae) // Вопр. ихтиологии. 2005. Т. 45. № 2. С. 251–259.

Науменко Н.И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. 2001. 330 с.

Науменко Н.И. О численной депрессии в некоторых популяциях тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* Val. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Сб. науч. тр. КамчатНИРО. 2012. Вып. 24. С. 68–74.

Овчинников В.В., Волобуев В.В., Голованов И.С., Коршукова А.М., Панфилов А.М., Прикоки О.В., Смирнов А.А. Динамика запасов и вылова основных промысловых рыб Магаданской области // Вопр. рыболовства. 2018а. Т. 19. №1. С. 5–19.

Овчинников В.В., Смирнов А.А., Волобуев В.В., Голованов И.С., Коршукова А.М., Панфилов А.М., Прикоки О.В. Основные промысловые рыбы Магаданской области: биология, экология, запасы и их освоение // Владивосток: Дальпресс. 2018б. 156 с.

Пискунов И.А. Материалы по биологии сельди Гижигинской губы // Изв. ТИНРО. 1954. Т. 39. С. 59–72.

Плохинский В.А. Биометрия. Новосибирск. Со АН СССР. 1961. 364 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищепромиздат. 1966. 376 с.

Правоторова Е.П. Некоторые данные по биологии гижигинско-камчатской сельди в связи с колебаниями её численности и изменением ареала нагула // Изв. ТИНРО. 1965а. Т. 59. С. 102128.

Правоторова Е.П. О районах нагула гижигинско-камчатского стада сельди // Рыбн. хозяйство. 1963. № 12. С. 7–8.

Правоторова Е.П. Результаты поиска нагульной сельди гижигинско-камчатского стада // Рыбн. хозяйство. 1965б. № 1. С. 12–15.

Правоторова Е.П. Связь плодовитости с основными биологическими параметрами гижигинско-камчатской сельди // Биологические проблемы Севера. тез. докл. X всесоюз-

ного симпозиума. Ч. 2. Животный мир. Магадан. 1983. С. 434–435.

Прохоров В.Г. О типах нерестилищ тихоокеанской сельди // Изв. ТИНРО. 1967. Т. 61. С. 328–330.

Пушникова Г.М., Ившина Э.Р. Нерестовая сельдь заливов северо-восточного Сахалина // Рыбн. хозяйство. 1998. № 2. С. 38–41.

Семенистых Ю.Г., Смирнов А.А. Особенности распределения и промысла охотской и гижигинско-камчатской сельди в смешанных нагульных скоплениях осенью 2001 г. в Притауйском районе Охотского моря // Тез. докл. Всерос. конф. «Пути решения проблем изучения, освоения и сохранения биоресурсов Мирового океана в свете морской доктрины Российской Федерации на период до 2020 года». 2002. С. 167–168.

Семёнова А.В., Строганов А.Н., Афанасьев К.И., Рубцова Г.А., Жукова К.А., Смирнов А.А. Микросателлитная изменчивость тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* (Vallenciennes, 1847) Охотского и Берингова морей // Генетика. 2018. Том 54. № 3. С. 349–360.

Семёнова А.В., Строганов А.Н., Смирнов А.А., Афанасьев К.И., Рубцова Г.А. Генетическая изменчивость сельди *Clupea pallasii* Охотского моря по микросателлитным маркерам // Генетика. 2014. Том 50. № 2. С. 197–202.

Смирнов А.А. Аэровизуальный учёт и наведение судов на скопления нерестовой гижигинско-камчатской сельди // Рыбн. хозяйство. 2008. № 3. С. 48–49.

Смирнов А.А. Биологическая характеристика нерестовой гижигинско-камчатской сельди, оценка её запасов и перспектив промысла // Сб. науч. трудов Магаданского НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. 2004. Вып. 2. С. 189–200.

Смирнов А.А. Биологические показатели гижигинско-камчатской сельди в Гижигинской губе зал. Шелихова в период возобновления масштабного промысла (2012–2018 гг.) // Материалы XX международной научной конференции «Сохранение биоразнообразия

Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 2019. С. 270–275.

Смирнов А.А. Биологические показатели, состояние запасов и промышленное освоение нерестовой гижигинско-камчатской сельди в 2002–2006 гг. // Сб. науч. трудов Магаданского НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. 2009в. Вып. 3. С. 268–279.

Смирнов А.А. Биология, распределение и состояние запасов гижигинско-камчатской сельди. Магадан: МагаданНИРО. 2014а. 170 с.

Смирнов А.А. Васильева О.В. Некоторые результаты икорной водолазной съёмки нерестилиц гижигинско-камчатской сельди в июне 1999 г. // Тез. докл. Всерос. конф. молодых учёных. Владивосток: ТИПРО-Центр. 2001. С. 46–47.

Смирнов А.А. Возрастные и размерно-весовые показатели преднерестовых скоплений гижигинско-камчатской сельди в период возобновления масштабного промысла в 2012–2014 гг. // Материалы XV международной научной конф.: «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 2014б. С. 205–208.

Смирнов А.А. Гижигинско-камчатская сельдь – возобновление крупномасштабного промысла // Рыбн. хозяйство. 2013б. № 6. С. 69–71.

Смирнов А.А. Гижигинско-камчатская сельдь – резерв развития рыболовства северо-восточной части Охотского моря // Тез. докл. научно-технич. симпозиума «Современные средства воспроизводства и использования водных биоресурсов «ИНРЫБПРОМ – 2000». Санкт-Петербург. 2000. Т. 1. С. 105–107.

Смирнов А.А. Гижигинско-камчатская сельдь. Магадан: МагаданНИРО. 2009а. 149 с.

Смирнов А.А. Динамика основных биологических показателей и численности поколений гижигинско-камчатской сельди // Вестник СВНЦ ДВО РАН 2005а. № 3. С. 66–73.

Смирнов А.А. Изменение районов нереста и посленерестового нагула гижигинско-

камчатской сельди (Охотское море) по данным авиаучёта в июне 2013 г. // Материалы международной научно-практической конференции «Современные тенденции в образовании и науке». Мин-во обр. и науки РФ. Тамбов. 2013а. Ч. 16. С. 124.

Смирнов А.А. Изменения биологических показателей преднерестовых скоплений гижигинско-камчатской сельди в условиях возобновления масштабного промысла в 2013–2015 гг. // Фундаментальные исследования. 2015. № 2–20. С. 4426–4429.

Смирнов А.А. Изменения основных биологических показателей нерестовой гижигинско-камчатской сельди при различном уровне численности стада // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. 2011б. Вып. 20. С. 29–33.

Смирнов А.А. История промысла и современный ресурсный потенциал гижигинско-камчатской сельди // Вторая всероссийская научно-практическая конференция «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование». КГТУ. Петропавловск-Камчатский. 2011а. С. 209–211.

Смирнов А.А. К вопросу популяционной принадлежности сельди, пойманной дрейферными сетями в юго-восточной части Охотского моря в июне 2000 г. // Изв. ТИПРО. 2002а. Т. 130. С. 1212–1214.

Смирнов А.А. Масса тела по возрастным группам различных по урожайности поколений гижигинско-камчатской сельди в зависимости от уровня численности популяции // Материалы XIV международной научной конф.: «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей» – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 2013д. С. 285–288.

Смирнов А.А. Минимальная промысловая мера гижигинско-камчатской сельди // Рыбн. хозяйство. 1994. № 6. С. 25–27.

Смирнов А.А. Некоторые особенности распределения и биологии гижигинско-кам-

чатской сельди в современный период // Мат-лы Всерос. конф. «Наука Северо-Востока России – начало века». Магадан: СВНЦ ДВО РАН. 2005б. С. 421–423.

Смирнов А.А. Некоторые особенности распределения, биологических показателей и экологии гижигинско-камчатской сельди (северо-восточная часть Охотского моря). Материалы докладов XXV-XXVII чтений имени эколога и зоолога, профессора В.А. Попова. Казань. ООО «Фолиант». 2016а. С. 109–114.

Смирнов А.А. Некоторые особенности репродуктивной биологии гижигинско-камчатской сельди *CLUPEA PALLASII* (Охотское море) // Вопр. рыболовства. 2009б. Т. 10. № 2 (38) С. 238–254.

Смирнов А.А. Некоторые черты биологии нерестовой гижигинско-камчатской сельди (северо-восточная часть Охотского моря) // Учен. зап. Казан. гос. ун-та. Серия: Естественные науки. Т. 149, кн. 3. 2007а. С. 262–267.

Смирнов А.А. Новые данные о массовом половом созревании и промысловой мере гижигинско-камчатской сельди // Методические аспекты исследования рыб морей Дальнего Востока. Тр. ВНИРО. 2006. Т. 146. С. 241–244.

Смирнов А.А. Основные биологические показатели нерестовой сельди Гижигинской губы зал. Шелихова в 2002–2006 гг. // Чтения памяти академика К.В. Симакова: Тез. докл. Всерос. науч. конф. // РАН ДВО, Сев.-Вост. науч. центр. Магадан. 2007б. С. 168–170.

Смирнов А.А. Основные результаты исследований гижигинско-камчатской сельди в 2000 г., состояние запасов и перспективы промысла // Сб. науч. тр. Магаданского НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. 2001б. Вып. 1. С. 116–122.

Смирнов А.А. Плодовитость гижигинско-камчатской сельди (северо-восточная часть Охотского моря) // Материалы междунар. научно-практ. конф. «Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности». М-во обр. и науки РФ. Тамбов. 2013г. Ч. 9. С. 125–126.

Смирнов А.А. Плодовитость и стадии зрелости рыб: учебное пособие // Магадан. Изд. СВГУ. 2016б. 57 с.

Смирнов А.А. Современное состояние запасов и перспективы промысла гижигинско-камчатской сельди // Вопр. рыболовства. 2001а. Т. 2 (6). С. 287–298.

Смирнов А.А. Условия воспроизводства гижигинско-камчатской сельди и их взаимосвязь с различными факторами окружающей среды // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. 2013в. Вып. 29. С. 110–115.

Смирнов А.А., Белый М.Н. Некоторые данные о нерестовом субстрате сельди Гижигинской губы Охотского моря // Тез. докл. IV науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 2004. С. 310–313.

Смирнов А.А., Марченко С.Л. О смешиваемости североохотоморских сельдей в нагульный период в северной части Охотского моря // Тез. докл. науч. конф., посвящённой 70-летию С.М. Коновалова. Владивосток. 2008. С. 259–261.

Смирнов А.А., Марченко С.Л., Меркулов Т.Ю. Изменение морфометрических признаков гижигинско-камчатской сельди при дефростации // Сб. науч. тр. МагаданНИРО. 2001. Вып. 1. С. 333–342.

Смирнов А.А., Овчинников В.В., Данилов В.С. Авиационный мониторинг нерестового запаса гижигинско-камчатской сельди в 2016 г. // Мат-лы XVII межд. науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 2016а. С. 244–246.

Смирнов А.А., Овчинников В.В., Елатинцева Ю.А. Возраст наступления массового полового созревания и промысловая мера гижигинско-камчатской сельди в условиях возобновления масштабного промысла // Изв. ТИНРО. 2016б. Т. 187. С. 110–115.

Смирнов А.А., Омельченко Ю.В., Семёнов Ю.К., Елатинцева Ю.А. Особенности промысла тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) в январе-апреле 2021 г. в северной части Охотского моря // Рыбн. хозяйство. 2021. № 4. С. 38–43.

Смирнов А.А., Панфилов А.М. Зависимость от ледовых условий объёмов вылова, урожайности поколений и сроков начала нерестовых подходов североохотоморских сельдей // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2013. № 2. С. 57–60.

Смирнов А.А., Панфилов А.М., Дурнева К.С. К определению степени смешиваемости сельди охотского и гижигинско-камчатского стад в нагульных скоплениях северной части Охотского моря // Материалы X междунар. научной конф.: «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2009а. С. 379–381.

Смирнов А.А., Семёнов Ю.К., Елатинцева Ю.А., Ткаченко А.А., Горбачев В.В. Особенности промысла, возрастные и размерные показатели скоплений тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) в марте-апреле 2012–2019 гг. в Западно-Камчатской промысловой подзоне Охотского моря // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 3. С. 18–21.

Смирнов А.А., Трофимов И.К. Краткая характеристика промысла гижигинско-камчатской сельди // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2010. № 3. С. 99–102.

Трофимов И.К. Озёрные сельди Камчатки: Автореф. дис. канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО-Центр. 2004. 250 с.

Трофимов И.К., Смирнов А.А. Сроки нереста гижигинско-камчатской сельди в связи с биомассой стада // Мат-лы Всерос. конф. «Ранние этапы развития гидробионтов как основа формирования биопродуктивности и запасов промысловых видов в мировом океане». 2001. С. 272–274.

Фигуркин А.Л., Смирнов А.А. Влияние фоновых условий на сроки нереста и пло-

витость гижигинско-камчатской сельди // Тез. докл. XIV конф. по промысловой океанологии и промысловому прогнозированию. Калининград. 2008б. С. 180–182.

Фигуркин А.Л., Смирнов А.А. Фоновые условия в районах зимовки и нереста гижигинско-камчатской сельди // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2008а. № 3. С. 46–54.

Чернышев Д.Ю., Смирнов А.А., Марченко С.Л. Распределение сельди в смешанных скоплениях северной части Охотского моря в осенний период // Тез. докл. «V регион. конф. по актуальным проблемам экологии, морской биологии и биотехнологии студентов, аспирантов и молодых учёных Дальнего Востока России». Владивосток: Изд-во Дальневост. унта. 2002. С. 124.

Четвергов А.В., Винников А.В., Куцак О.С. Динамика биомассы и некоторые особенности распределения сельди на западнокамчатском шельфе Тез. докл. всерос. конф. молодых учёных «Рыбохозяйственная наука на пути в XXI век». Владивосток: ТИНРО-центр, 2001. С. 58–60.

Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в дальневосточных морях. Владивосток: ТИНРО-Центр. 2006. 484 с.

Чучукало В.И., Ефимкин А.Я., Лапко В.В. Питание некоторых планктоноядных рыб в Охотском море в летний период // Биология моря. Владивосток. 1995. Т. 21. С. 132–136.

Чучукало В.И., Лапко В.В., Кузнецова Н.А., Слабинский А.М., Напазаков В.В., Надточий В.А., Кобликов В.Н., Пущина О.И. Питание донных рыб на шельфе и материковом склоне северной части Охотского моря летом 1997 г. // Изв. ТИНРО. 1999. Т. 126. С. 24–57.

Radchenko V.I., Melnikov I.V. Present state of Okhotsk herring population after large-scale fishery resumption // Proceedings of the Symposium Herring 2000: Expectations for a New Millenium, February, 2000, Anchorage, Alaska, USA, University of Alaska Sea Grant College Program. 2001. P. 689–702.

Smirnov A. Correlation of pollack and herring yield broods inhabiting the northern part of the Sea of Okhotsk // Abstracts and internat. symp. «North Pacific Marine Science Organization Fourteenth annual meeting» (PICES). 2012. P. 77.

BIOLOGY OF COMMERCIAL HYDROBIONTS

**THE HISTORY OF THE STUDY, DISTRIBUTION,
THE MAIN FEATURES OF BIOLOGY, THE STATE OF STOCKS
AND FISHING OF THE GIZHIGIN-KAMCHATKA HERRING**

© 2021 г. А.А. Smirnov^{1,2}, О.В. Prikoki³

¹*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, 107140*

²*North-Eastern State University, Magadan, 685000*

³*Magadan Branch of Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography Magadan, 685000*

The data on the age, size and weight structure, fertility, sex ratio, nutrition, and parasitofauna of the gizhigin-kamchatka herring living in the northeastern part of the Sea of Okhotsk are presented. Data on its distribution and reproduction features are presented. The dynamics of the number and biomass of this herring is reflected. The history of the study and fishing of this object is shown. Recommendations for rational use are given.

Keywords: herring, distribution, size, body weight, age structure, fertility, stock, fishery.

МОРСКИЕ МИГРИРУЮЩИЕ СЕЛЬДИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

© 2022 г. Т.С. Зубкова, В.П. Разинков

Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского
института рыбного хозяйства и океанографии (КаспНИРХ), Астрахань, 414056
E-mail: z4039@yandex.ru

Поступила в редакцию 21.02.2022 г.

В российской акватории Каспийского моря после длительного периода запрета морского сетного промысла наблюдается наращивание интенсивности вылова морских мигрирующих сельдей. Многолетние мониторинговые исследования подтверждают, что три вида наиболее массовых сельдей (долгинская сельдь, каспийский пузанок, большеглазый пузанок) характеризуются стабильностью биомассы запаса, структуры популяций по возрастному и размерно-весовому составу, распределения концентраций на нерестилищах, урожайности новых поколений. Морские сельди являются одним из недоиспользуемых ресурсов Каспийского моря. Рассматриваются возможные пути решения проблемы освоения промысловых резервов. Современное состояние запасов позволяет увеличить ежегодное промышленное изъятие морских сельдей до 15,4 тыс. т.

Ключевые слова: морские мигрирующие сельди, долгинская сельдь *Alosa braschnikowii braschnikowii*, большеглазый пузанок *Alosa saposchikowii*, каспийский пузанок *Alosa caspia caspia*, Каспийское море, история изучения, биология, промысел, резервы освоения ресурсов.

ВВЕДЕНИЕ

Сельди Каспийского моря, стайные пелагические рыбы, относятся к широко распространенному роду *Alosa*, представлены 17 видами и подвидами. Встречаются по всей акватории моря, преимущественно в прибрежных водах. Среди каспийских сельдей различают проходных, зимующих в южной части моря и для икрометания идущих на север в реки Волгу и Урал, и морских, которые, в свою очередь, подразделяются на мигрирующих, совершающих протяженные миграции по всему морю, и обитающих на ограниченном ареале.

Группа морских мигрирующих сельдей объединяет виды, нерест которых проходит в мелководной северной части Каспийского моря в период с апре-

ля по июнь. Нагул и зимовка этих видов приурочены к глубоководным средней и южной частям моря. К ним относятся как хищные виды – долгинская сельдь *Alosa braschnikowii braschnikowii* (Borodin, 1904) и большеглазый пузанок *Alosa saposchikowii* (Grimm, 1887), так и зоопланктофаг – каспийский пузанок *Alosa caspia caspia* (Eichwald, 1838). Также к морским мигрирующим сельдям Каспийского моря относятся аграханская сельдь и круглоголовый пузанок, но эти виды почти не имеют промыслового значения.

Целью настоящей работы является ретроспективный обзор истории изучения и промысла каспийских сельдей, также представлена современная структура популяций морских мигрирующих сельдей и дана оценка состояния обще-

го и промыслового запасов, рассмотрена перспектива их использования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В основу статьи положены литературные сведения по исследованиям морских сельдей, начавшимся в конце XIX в. Эти данные относятся преимущественно к периоду масштабного промысла.

Современные исследования охватывают последнее десятилетие с 2012 по 2021 гг. Материал собран в период проведения научно-исследовательских работ в Северо-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне: во время весенней сетной съёмки по распределению концентраций (кг/сеть) и биологическому состоянию производителей на нерестовом ареале, и летне-осенней траловой съёмки по оценке численности и биологических показателей молоди. Применялись ставные сети с набором ячеи 22, 28, 32, 36, 40, 45 мм, также 4,5 и 9-метровый донные тралы.

Привлечены также материалы, собранные на промысловых участках в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне, где проводились наблюдения за интенсивностью миграции производителей на нерест и оценка их состояния в преднерестовый период.

Сбор и обработка ихтиологических данных выполнялись в соответствии с «Инструкцией по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания» (2011), а также общепринятыми методиками.

Для расчёта запаса использовался комбинированный метод, сочетающий прямой траловый учет численности сеголетков с последующим расчётом биомассы слагающего запасы поколений на основе оценки мгновенной естественной смертности.

Метод расчёта численности поколений сельдей в последующих возрастных группах исходит из уравнений теории динамики стада рыб (Баранов, 1971; Засосов, 1976). С целью установления коэффициента мгновенной естественной смертности сельди использовалась формула зависимости от возраста массового полового созревания, полученная В.А. Рихтером и В.Н. Ефановым (1977). Данный коэффициент имеет универсальное значение, потому что в отсутствии промысловой нагрузки оценивает структуру популяции как полностью необлавливаемой в течение длительного периода.

Объём рекомендованного вылова долгинской сельди, каспийского и большеглазого пузанков базируется на основе предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами рыб (Бабаян, 2000).

Распределение квот по прикаспийским государствам осуществляется в соответствии с принятой методической разработкой «Научные основы регионального распределения промысловых объектов Каспийского моря» (1992). Доля изъятия промыслового запаса рассчитана в соответствии с рекомендациями Е.Н. Малкина (1999).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

История изучения

За более чем двухсотлетний период изучения каспийских сельдевых опубликовано свыше 400 работ, значительная часть которых посвящена изучению их систематики. Начало изучения сельдей Каспийского моря относится к концу XVIII в., когда на Волге и берегах Каспия работали экспедиции Российской Академии наук. В.К. Бражников впервые обнаружил чисто морские формы сельдей, которые не мигрировали

для нереста в русла рек, осенью 1897 г. у побережья Мангышлака в Северном Каспии. Н.А. Бородин в 1903 г. отнес всех морских сельдей Каспия к одному виду *Clupea caspiorontica*, включающему три разновидности: северную – *Cl. caspia* var. *saposhnikovi*, мангышлакскую или долгинскую – *Cl. c. p. var. brashnikovi* и южную (астрабадскую) – *Cl. c. p. var. grimmi*. Однако, Е.К. Суворов посчитал возможным поднять систематический статус каждой из указанных разновидностей до самостоятельных видов: *Cl. saposhnikovi*, *Cl. brashnikovi* и *Cl. grimmi* (Бородин, Суворов, 1908).

Начало глубокого и всестороннего изучения биологии и систематики рода *Caspialosa* было положено Второй Каспийской научно-промысловой экспедицией 1912–1913 гг. под руководством Н.М. Книповича. В результате появились работы профессора Л.С. Берга, давшего каспийским сельдям родовое название *Caspialosa* (Берг, 1915). Благодаря длительным исследованиям К.А. Киселевича каспийских сельдей северо-восточного района Каспия, вышел в свет обстоятельный труд, посвященный систематике, а отчасти и вопросу происхождения каспийских сельдей (Киселевич, 1923).

Систематические признаки каспийских сельдей исследовались и на ранних этапах онтогенеза от икринок и личинок (Расс, 1972) до сеголетков (Дехтерева, 1940). По материалам 1934–1937 гг. Т.А. Перцева - Остроумова (1963) дала описание мест и условий нереста каспийских сельдей в северной части моря.

Итоговой работой о миграциях, половых циклах, плодовитости, росте, возрасте и состоянии запасов бражниковских сельдей стала монография А.Н. Смирнова (1952). Исследования П.К. Дорошкова и А.А. Махмудбекова

(1956) в середине XX в. дали подробное представление о миграционном пути сельдей вдоль западного побережья. Е.Н. Казанчев (1955, 1959, 1963, 1976) обстоятельно изучил воспроизводство морских сельдей: условия среды, влияющие на сроки нерестового хода, расположение ходовых путей, динамику созревания половых желез, качественный состав нерестовых популяций.

Существенные изменения в систему сельдей были внесены А.Н. Световидовым в его монографии «Сельдевые» (1952) из серии «Фауна СССР». По его мнению, нет оснований выделять каспийских сельдей в отдельный род *Caspialosa*, поскольку различия между ними и весьма близкими сельдями из рода *Alosa* незначительны, и поэтому каспийские сельди отнесены им к роду *Alosa*.

В настоящее время систематика морских мигрирующих сельдей приводится по классификации Ю.С. Решетникова (Аннотированный каталог..., 1998):

Alosa braschnikowii braschnikowii (Borodin, 1904) – долгинская сельдь

Alosa saposchnikowii (Grimm, 1887) – большеглазый пузанок

Alosa caspia caspia (Eichwald, 1838) – каспийский пузанок

В конце XX–начале XXI вв. изданы работы, посвященные изучению биологии большеглазого пузанка (Андрианова, Седов, 2002; Андрианова, 2004), каспийского пузанка (Шубина, Зыков, 2003), долгинской сельди (Седов и др., 1997, 2000, 2001; Зубкова, 2007).

История промысла

Начало промысла каспийских сельдей относится к середине XIX в., основными промысловыми объектами были проходные виды (черноспинка *Alosa kessleri kessleri* (Grimm, 1887), волжская многотычинковая сельдь *Alosa kessleri*

volgensis (Berg, 1913)) и каспийский пузанок. До начала 60-х гг. прошлого века промысел сельдей на Каспии имел важное хозяйственное значение. В период ведения активного морского рыболовства на Каспии в отдельные годы (1913–1917) добывалось до 288,1–365,1 тыс. т сельдей (Махмудбеков, Дорошков, 1956). В Северном Каспии вылавливалось до 120 тыс. т сельдей, из которых на долю морских мигрирующих видов (долгинскую сельдь, большеглазого и каспийского пузанков) приходилось до 50% улова (55,0–60,0 тыс. т). В 1950–1955 гг. вылов сельдей достигал 49–58 тыс. т, но значение хищных сельдей (большеглазого пузанка и долгинской сельди) в общем улове было небольшим, варьируя по годам от 10,8 до 20,9%.

Промысел морских мигрирующих сельдей в Северном Каспии до начала 1960-х гг. велся ставнями сетями и неводами, в период с марта по июнь. Лов сельдей, в основном, осуществлялся сетями в шельфовой зоне Северного Каспия на глубинах 2,5–5,0 м. У дагестанского побережья каспийские морские сельди добывались морскими береговыми закидными неводами и сетями. В период ведения активного морского рыболовства здесь вылавливалось до 37,5 тыс. т сельдей.

Дальнейшее изменение состояния запасов промысловых видов сельдей было обусловлено зарегулированием волжского стока и уменьшением водности бассейна, колебаниями уровня моря. Волжская многотычинковая сельдь практически полностью исчезла из уловов (Казанчеев, 1975). В конце 50-х гг. XX в. наступил упадок сельдяного промысла. Годовые уловы снизились до 1–2 тыс. т, что было вызвано не только сокращением численности сельдей, но и прекращением морского промысла. В 1962 г. были введены новые правила

рыболовства, которыми был запрещен сетной лов в Каспийском море. Морской промысел оказывал негативное влияние на формирование запасов осетровых, уничтожая огромное количество молоди (Ходоревская и др., 2007). Были оставлены лишь пять тоней у западного побережья Среднего Каспия в районе Азербайджана (Ялама-5, Ялама-6, Худат) и Дагестана (Каякент, Первомайская), как контрольные для наблюдений за изменениями в состоянии запасов сельдей.

Низкие запасы мигрирующих хищных сельдей в 50-е гг. прошлого века были обусловлены, с одной стороны, неблагоприятными условиями воспроизводства, связанными с падением уровня Каспийского моря, с другой – интенсивным промыслом, изымавшим до 20% нерестового стада (Седов, Парицкий, 2001). В последующие годы запасы восстановились, что произошло благодаря улучшению условий воспроизводства в связи с подъёмом уровня Каспия и условий питания, вследствие сокращения интенсивности промысла килек (Зубкова, Канатъев, 2016).

В 1980 г. у дагестанского побережья начали проводить экспериментальный лов сельди закидными неводами, который поначалу показал свою перспективность. Средний сезонный улов на одной тоне достигал 92,5 т. В 2010–2013 гг. уловы сельди снизились до 1,4–19,3 т за сезон лова (Абдусаматов и др., 2015). Наблюдалось резкое снижение всех показателей, характеризующих интенсивность прибрежного рыболовства – уменьшались сроки лова, количество задействованных тоневых участков и сделанных замётов, что привело к сокращению объёма вылова.

Биология

Морские мигрирующие сельди характеризуются большим ареалом и

протяжёнными миграционными путями. Зимовка сельдей проходит в Южном Каспии. С наступлением весны по мере прогрева воды начинаются миграции рыб на север вдоль западного и восточного побережий. Взрослые особи движутся в Северный Каспий на нерест, молодые совершают нагульные миграции. Первыми мигрируют холодолюбивые виды: долгинская сельдь и большеглазый пузанок. На нерестилищах они появляются в конце марта – начале апреля при температуре воды 5–7 °С. Теплолюбивый каспийский пузанок мигрирует в Северный Каспий позже, в конце апреля – начале мая, при повышении температуры воды до 12–14 °С. Хищниками являются долгинская сельдь и большеглазый пузанок, основу их питания составляет килька и атерина. Каспийский пузанок – зоопланктофаг.

Долгинская сельдь. Современная нерестовая популяция долгинской сельди представлена шестью возрастными генерациями от 2 до 7- годовиков, основная часть (до 85%) приходится на 4–6-годовиков. Средний возраст производителей колеблется от 4,5 до 5,0 лет. Доля пополнения невысокая, стабильная, в пределах 15–18%. В уловах отмечаются повторно нерестящиеся особи, в том числе пришедшие на нерест в пятый раз. В половом составе доминируют самки – 65–77%. Длина долгинской сельди в исследовательских уловах изменяется от 16 до 40 см, масса от 50 до 970 г. Средние линейно-весовые показатели сельди за период 2016–2020 гг. – 31,3 см и 392,8 г.

Особенностью биологии молодежи долгинской сельди является приуроченность основных её скоплений к восточным районам Северного Каспия, и быстрый скат сеголетков с нерестового ареала в Средний Каспий.

По возрастному, половому и линейно-весовому составу нерестового стада и плотности скоплений производителей на нерестилищах структура популяции долгинской сельди находится в стабильном состоянии.

Большеглазый пузанок по своим размерно-весовым характеристикам относится к группе некрупных сельдей (пузанкам). В нерестовой популяции большеглазого пузанка встречаются рыбы в возрасте от 2 до 9- годовиков. Преобладающими возрастными генерациями являются 4–6- годовики (более 70%). В последние годы средний возраст производителей находится на уровне 5,2 лет. Многолетняя динамика возрастного состава показывает рост доли старшевозрастных групп. В уловах отмечаются производители, нерестящиеся до 6 раз за жизненный цикл. В популяции доля самок превышает долю самцов, составляя 70–80%.

Линейно-весовые показатели большеглазого пузанка в уловах варьируют по длине от 16 до 36 см, по массе от 45 до 650 г. Средние значения в ряду колебаний последних лет – 23,7 см и 186,7 г.

В целом, состояние производителей большеглазого пузанка удовлетворительное. Средний возраст, размерно-весовые показатели, соотношение полов и динамика созревания половых продуктов рыб в нерестовой популяции находятся в диапазоне межгодовых колебаний.

Каспийский пузанок – некрупная сельдь, питающаяся зоопланктоном. Возрастная структура нерестовой популяции каспийского пузанка состоит из шести возрастных групп от 2 до 7-годовиков. Около 30% возрастного состава представлено 2–3-годовиками, средний возраст составляет 3,9 лет.

Линейные показатели производителей каспийского пузанка варьируют от

14 до 28 см, составляя в среднем 19,7 см. Весовые показатели при колебаниях от 40 до 250 г в среднем достигали 108,7 г. Изменения длины и массы одновозрастных особей в последние годы незначительны. В нерестовой популяции каспийского пузанка доминируют самки – более 70%.

Состояние производителей каспийского пузанка оценивается как удовлетворительное и стабильное.

Таким образом, у всех трех исследуемых видов морских сельдей в результате низкой промысловой нагрузки в популяциях произошло накопление старшевозрастных рыб. По сравнению с периодом интенсивного промысла возросла роль повторно нерестующих производителей, так называемого «остатка». Преобладают производители, пришедшие на нерест во второй и третий раз. Возрастная структура популяций хищных сельдей устойчива в многолетнем аспекте, средний возраст колеблется в узком ряду межгодовых колебаний. В популяции каспийского пузанка наблюдается увеличение доли пополнения за счёт высокоурожайных поколений, отмечаемых в последние годы, что в целом понижает уровень среднего возраста производителей.

Современное состояние запасов

Формирование численности морских мигрирующих сельдей определяется условиями в период их воспроизводства и нагула. Северный Каспий играет важнейшую роль в жизненном цикле морских сельдей, оказывая влияние на биологию и процесс формирования численности в течение всего вегетационного периода с марта по октябрь. Решающими факторами динамики численности и состояния их запасов является уровень моря, определяющий величину и направленность абиотиче-

ских факторов среды в условиях отсутствия промысла. В последние годы площадь Северного Каспия уменьшилась с 45 тыс. км² в 1990-х гг. до 38 тыс. км² в 2017–2019 гг. (Водный баланс..., 2016), вследствие чего сократился нерестовый ареал морских сельдей. В то же время длительный запрет морского промысла (с 60-х гг.) оказал положительное действие на сохранение запасов морских сельдей. Также к воздействующим факторам внешней среды относятся: волжский объём стока, температура, солёность, обеспеченность кормовыми организмами.

Ретроспективный анализ основных биологических показателей морских мигрирующих сельдей (промысловый улов на усилие, размерно-весовой и возрастной состав популяций, соотношение пополнения и остатка, урожайность новых поколений) свидетельствуют об удовлетворительном состоянии запасов видов (Седов, Зубкова, 2011).

В современный период состояние популяций морских сельдей можно охарактеризовать как стабильное, с минимальными колебаниями численности и биомассы (табл. 1).

Лидирующее положение по численности среди сельдей занимает каспийский пузанок, на втором месте большеглазый пузанок, наименьшая численность у долгинской сельди. У морских сельдей не наблюдаются резкие скачки численности, а биомассы промысловых запасов изменяются в узком диапазоне межгодовых колебаний. По промысловой биомассе большеглазый и каспийский пузанки значительно уступают долгинской сельди.

Общая промысловая биомасса трёх видов сельдей в 2021 г. составила 97,9 тыс. т, что является большим резервным запасом Каспийского моря. Так как изъятие промысловых запасов сель-

Таблица 1. Численность и биомасса морских сельдей в 2021 г.

Виды	Численность, млн экз.		Биомасса, тыс. т	
	Общая	Промысловая	Общая	Промысловая
Долгинская сельдь	633,2	125,8	72,8	51,2
Каспийский пузанок	2839,2	232,0	78,4	25,7
Большеглазый пузанок	878,5	179,8	34,7	21,0

дей крайне низкое, то можно сделать вывод, что более полувека их биоресурсы формировались вне воздействия специализируемого промысла. Наблюдаемые преобразования в популяциях морских сельдей закономерны и подтверждают возможность увеличения их промыслового использования.

При прогнозе динамики численности популяций хищных видов – долгинской сельди и большеглазого пузанка – учитывался благоприятный прогноз по состоянию запасов обыкновенной кильки. Так как нерестовые ареалы сельдей и кильки совпадают, то на протяжении нагульного периода формирующееся новое поколение сельдей будет полноценно обеспечено кормовой базой. Молодь этих видов рано переходит на хищный образ питания, употребляя в Северном Каспии в большей степени молодь обыкновенной кильки. Однако, значительного увеличения численности популяций хищных сельдей в ближайшие годы не ожидается. Вероятно, будут незначительные колебания общей численности в зависимости от ежегодной урожайности.

Перспективный рост численности популяции каспийского пузанка следует из гидрологического прогноза по расширению опреснённых зон в Северном Каспии, что благоприятно отразится на развитии пресноводного и слабосоленоводного планктона, являющегося кормовой базой пузанка-зоопланктофага.

Современное состояние промысла сельдей и перспективы освоения резервов

Согласно Правилам рыболовства в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне промысел сельдей разрешён:

с 1 марта по 20 мая ставными сетями с размером ячеи 40–45 мм;

с 1 марта по 20 мая – закидными неводами на тоневых участках от г. Дербент (42°06'00» с.ш. – 48°18'00» в.д.) до п. Каякент (42°25'00» с.ш. – 48°00'00» в.д.);

с 1 марта по 30 апреля – ставными сетями с размером ячеи 32–45 мм у побережья Среднего Каспия от границы 3 км от устья р. Самур (41°55'00» с.ш. – 48°29'00» в.д.) до пос. Каякент (42°25'00» с.ш. – 48°00'00» в.д.) и до изобаты 15 м.

Современный промысел базируется на трёх видах морских мигрирующих сельдей (долгинская сельдь, каспийский и большеглазый пузанки) и ведётся в период их нерестовой миграции вдоль дагестанского побережья Северного и Среднего Каспия. Видовой состав сетных промысловых уловов в весовом отношении на 60% состоит из долгинской сельди, и примерно по 20% приходится на каспийского и большеглазого пузанков.

В последние годы происходит интенсивное наращивание объёмов сетевого промысла (табл. 2). Общий вылов морских сельдей в 2021 г. составил 1342,0 т. Освоение запасов не превышает 8,8% от рекомендованного вылова, однако наблюдается его рост (в 2013 г. освоение не превышало 1%).

Таблица 2. Динамика промысловых уловов морских сельдей

Годы	Рекомендованный вылов, тыс. т	Вылов закидными неводами, т	Вылов сетями, т	Общий вылов морских сельдей, т	Освоение рекомендованного вылова, %
2012	12,1	2,46	130,04	132,5	1,1
2013	11,8	5,52	108,13	113,65	1,0
2014	11,9	-	251,6	251,6	2,1
2015	12,0	-	381,5	381,5	3,2
2016	14,2	-	945,4	945,4	6,9
2017	14,4	2,709	986,0	988,7	6,9
2018	14,0	-	707,0	707,0	5,3
2019	13,2	-	1100,6	1100,6	8,3
2020	13,6	-	1064,8	1064,8	8,0
2021	15,2	-	1342,0	1342,0	8,8

Закидной невод не используется на промысле сельдей с 2017 г. Интенсивность неводного лова была незначительной – улов на замёт составлял 0,219 т. Всего за сезон лова в 2017 г. закидным неводом было выловлено 2,709 т сельдей. На долю долгинской сельди в неводе приходилось 52%, каспийского пузанка 26%, большеглазого пузанка 22%. С 2018 г. сельдяной промысел осуществлялся только ставными сетями. Значение организационного фактора сильно возросло в последние годы и стало определяющим в неводном и сетном лове сельди у побережья, несмотря на то, что запасы морских сельдей находятся в удовлетворительном состоянии.

Основой промысловых уловов является долгинская сельдь. Вылов этого вида в течение последних десяти лет увеличился с 51,8 т (2012 г.) до 1170,5 т (2021 г.). Современное освоение рекомендованного вылова долгинской сельди находится на уровне 16,3%. В используемых на промысле крупноячеистых сетях (ячей от 36 до 45 мм) преимущественно попадает долгинская сельдь длиной 32–37 см, в среднем 33,6 см и массой 552 г. Размерно-весовые пока-

затели большеглазого пузанка в сетях – 26,9 см и 178 г. Каспийский пузанок при средней длине 22,6 см имеет массу 108 г. Уловы сетей состоят в основном из рыб старших возрастов – четырех–пятигодовиков, которые идут на нерест повторно. Значительная доля в уловах старшевозрастных особей указывает на слабую промысловую нагрузку и устойчивое благополучное состояние популяций морских сельдей.

Возврат к морскому промыслу возможен только на новой совершенной основе, базирующейся на селективных способах лова рыб. Исследователи предлагали разные пути решения проблемы освоения малоиспользуемых запасов сельдей (Кушнаренко, 1986; Седов, Зубкова, 2007). Один из вариантов – сетной лов сельди в пелагиали. Преимущество такого лова в низкой вероятности поимки других видов рыб. Но с точки зрения вылова сельди, этот лов является малоэффективным. Другой вариант – применение воздушно-пузырьковой завесы (ВПЗ), использование которой как физического раздражителя показало высокую эффективность и позволяло решать проблему

селективного рыболовства (Инжеватов, Медведев, 1978).

Однако, самые мощные скопления каспийские морские сельди образуют в нерестовый период на мелководьях Северного Каспия, где отмечается наибольший прилов осетровых рыб, что исключает возможность лова сельдей традиционными орудиями лова.

Единственным оптимальным районом морского сельдяного промысла можно считать прибрежную зону Республики Дагестан в Среднем Каспии и в Кизлярском заливе в марте-мае на путях нерестовых миграций сельдей.

В настоящее время имеются все предпосылки для успешного развития рыболовства у побережья Дагестана и, прежде всего, достаточная сырьевая база. Увеличение освоения резервов промысловых запасов морских сельдей возможно по нескольким направлениям:

а) возобновление и наращивание прибрежного лова закидными неводами вдоль побережья Дагестана;

б) расширение лова ставными сетями в прибрежной зоне Среднего Каспия с применением мелкочейных пузанковых сетей в период массового подхода сельдей;

в) разработка селективных орудий и способов лова, обеспечивающих отсутствие прилова осетровых (в частности облов косяков сельдей обкидными сетями, лов морскими перемётами);

г) обеспечение сохранности улова или его переработки непосредственно на местах лова;

д) привлечение маломерного флота в качестве добывающих, приёмных и транспортных единиц для освоения отдалённых районов промысла;

е) развитие береговой инфраструктуры рыбопромышленного комплекса.

Величина возможного промыслового изъятия морских сельдей на 2022 г. прогнозируется в объёме 15,5 тыс. т, в т. ч. 7,1 тыс. т долгинской сельди, 5,7 тыс. т каспийского пузанка и 2,7 тыс. т большеглазого пузанка.

Таким образом, обобщённый многолетний литературный материал и проведённые исследования позволяют сделать вывод, что в последние годы состояние популяций морских мигрирующих сельдей в целом стабильное. Литературный обзор, охватывающий 225 лет всестороннего изучения различных аспектов биологии каспийских сельдей, иллюстрирует постоянный научный интерес к этим видам, вызванный перспективами возможного использования значительных запасов рыб. Каспийские сельди составляют существенный резерв промысла, и поэтому мониторинг биологических показателей и условий формирования численности популяций остается актуальным. При стабильном пополнении промыслового запаса популяций и при вступлении в промысел поколений средней и высокой урожайности, снижение запасов морских сельдей не ожидается.

Результаты современных исследований дополняют представления о резервных возможностях рыбного хозяйства Каспийского бассейна и позволяют ориентировать промышленность на то, какой объём продукции морских сельдей может быть получен в случае возобновления морского промысла на Каспии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абдусаматов А.С., Бархалов Р.М., Таубов П.С. Состояние рыболовства Республики Дагестан и предложения по её развитию // Материалы XVII Международной научной конференции «Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России»: (г. Нальчик, 5–6 ноя-

бря 2015 г.). Махачкала: Типография ИПЭ РД, 2015. С. 432–440.

Андрианова С.Б. Биология и особенности формирования численности большеглазого пузанка *Alosa saposhnikowii* (Grimm) в Каспийском море // Автореф. дис... М.: ВНИРО, 2004. 23 с.

Андрианова С.Б., Седов С.И. Многолетняя динамика видового состава каспийских сельдей в период промысла и его запуска. // Современные проблемы Каспия. Материалы международной конференции, посвященной 105-летию КаспНИРХ, 2002. С. 28–33.

Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России / под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 1998. 220 с.

Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ): Анализ и рекомендации по применению. М.: Изд-во ВНИРО, 2000. 192 с.

Баранов Ф.И. Избранные труды. Т. 3. Теория рыболовства. М.: Пищ. пром., 1971. 304 с.

Научные основы регионального распределения промысловых объектов Каспийского моря / под ред. Беляевой В.Н., Власенко А.Д., Иванова В.П. Астрахань, 1992. 112 с.

Берг Л.С. Предварительный отчет о сельдях, собранных в Каспийском море Каспийской экспедицией 1913 года. // Материалы к познанию русского рыболовства. 1915. Т. 4. Вып. 6. С. 3.

Бородин Н., Суворов Е. Каспийские сельди и их промысел // Тр. Каспийской экспедиции, 1908. Т. 2.

Водный баланс и колебания уровня Каспийского моря. Моделирование и прогноз (научно-методическое пособие) / под ред. Е.С. Нестерова. М.: Триада ЛТД, 2016. 378 с.

Дехтерева А.И. Опознавательные признаки сеголетков сельдей Северного Каспия // Тр. ВНИРО. 1940. Т. 14. С. 47–76.

Засосов А.В. Динамика численности промысловых рыб. М.: Пищепром, 1976. 312 с.

Зубкова Т.С. Биологические особенности воспроизводства долгинской сельди *Alosa braschnikowii braschnikowii* (Borodin) в север-

ной части Каспийского моря: Автореф. дис... Астрахань: АГТУ, 2007. 24 с.

Зубкова Т.С., Канатьев С.В. Каспийские сельди – перспективные объекты промысла // Рыбн. хозяйство. 2016. № 3. С. 67–71.

Инжеватов А.В., Медведев А.В. Эксперименты по избирательному лову каспийской сельди с помощью воздушной завесы // Тр. ВНИРО. 1978. Т. 135. С. 79–82.

Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания / под ред. г.А. Судакова. Астрахань: КаспНИРХ, 2011. 193 с.

Казанчиев Е.Н. Некоторые данные о биологии и промысле долгинской сельди *Alosa brashnikovi brashnikovi* (Borodin) в Северном Каспии // Вопр. ихтиологии. 1955. Вып. 5. С. 95–117.

Казанчиев Е.Н. Весенняя миграция каспийских сельдей в водах Северного Дагестана // Вопр. ихтиологии. 1959. Вып. 12. С. 75–84.

Казанчиев Е.Н. Миграционные пути сельдей в Северном Каспии при современном положении уровня моря // Материалы Всесоюзного совещания по проблеме Каспийского моря, 1963. С. 155–157.

Казанчиев Е.Н. Сельди Каспийского моря, современное состояние их запасов и перспективы // Тр. ВНИРО. 1975. Т. 88. С. 135–143.

Казанчиев Е.Н. Характерные особенности весеннего распределения промысловых рыб в Северном Каспии // Вопр. ихтиологии. 1976. Т. 16. Вып. 4 (99). С. 634–643.

Киселевич К.А. Каспийско-волжские сельди. Систематика. Ч. 1. 1923. 314 с.

Кушнарченко А.И. Экологические основы морского промысла каспийских сельдей и пути его развития // Вопр. ихтиологии. 1986. Т. 26. Вып. 1. С. 48–55.

Малкин Е.М. Репродуктивная и численная изменчивость промысловых популяций рыб. М.: Изд-во ВНИРО, 1999. 146 с.

Махмудбеков А.А., Дорошков П.К. Сельди Каспия (науч.-попул. очерк) / М-во рыбной

пром-сти СССР. Азерб. отд-ние Касп. филиала ВНИРО. Баку: Б. изд-во, 1956. 76 с.

Перцева-Остроумова Т.А. Места и условия нереста сельдей рода *Alosa* в Северном Каспии в 1934–1937 гг. (по данным распределения икринок и предличинок). Биологические исследования моря (рыбы) // Тр. института океанологии. 1963. Т. 62. С. 28–48.

Расс Т.С. Систематика плавучих икринок и личинок морских рыб (ихтиопланктон) // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1972. № 5. С. 5–18.

Рихтер В.А., Ефанов В.Н. Об одном из подходов к оценке естественной смертности рыбных популяций // Тр. АтлантНИРО. 1977. Вып. LXXIII. С. 75–77.

Световидов А.Н. Фауна СССР. Рыбы. Сельдевые. М.-Л.: изд-во АН СССР. 1952. Т. 2. Вып. 1. С. 258–263.

Седов С.И., Зубкова Т.С. Развитие морского промысла на Каспии // Вопр. рыболовства. 2007. Т. 8. № 4 (32). С. 599–607.

Седов С.И., Зубкова Т.С. Формирование численности морских мигрирующих сельдей в современных экологических условиях Каспийского моря на примере долгинской сельди *Alosa braschnikowi braschnikowi* (Borodin) и каспийского пузанка *Alosa caspia caspia* (Eichwald) // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов. Мат-лы докладов I Всероссийской конференции с междунар. участием (12–16 сентября 2011 г.), Борок, Россия. В двух томах. М.: АКВАРОС. 2011. Т. 2. С. 704–709.

Седов С.И., Зыков Л.А., Парицкий Ю.А. и др. Итоги научных исследований и перспективы развития каспийского морского промысла // Рыбн. хозяйство. 1997. № 5. С. 25–26.

Седов С.И., Парицкий Ю.А. Биология и промысел морских рыб // Состояние запасов промысловых объектов на Каспии и их использование. Астрахань: изд-во КаспНИРХ, 2001. С. 186–205.

Седов С.И., Парицкий Ю.А., Колосюк Г.Г. и др. Биология, запасы, промысел и освоение резервов морских рыб // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 1999 год. Астрахань: изд-во КаспНИРХ, 2000. С. 97–103.

Седов С.И., Парицкий Ю.А., Колосюк Г.Г. и др. О состоянии запасов и промысла морских рыб // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2000 год. Астрахань: изд-во КаспНИРХ, 2001. С. 247–254.

Смирнов А.Н. Бражниковские сельди Каспийского моря. Баку: изд-во АН АЗ ССР, 1952. С. 195–203.

Ходоревская Р.П., Рубан г.И., Павлов Д.С. Поведение, миграции, распределение и запасы осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2007, 242 с.

Шубина Л.И., Зыков Л.А. Биология и запасы каспийского пузанка // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2002 г. Астрахань: изд-во КаспНИРХ, 2003. С. 173–175.

MARINE MIGRATING HERRING OF THE CASPIAN SEA

© 2022 г. Т.С. Zubkova, V.P. Razinkov

*Volga-Caspian Branch of the Russian Federal Research Institute
of Fisheries and oceanography, Astrakhan, 414056*

In the Russian water area of the Caspian Sea, after a long period of prohibition of marine net fishing, there is an increase in the intensity of catching marine migratory herring. Long-term monitoring studies confirm that the three species of the most massive herring (Dolginsky herring, Caspian puzanok, Big-eyed puzanok) are characterized by the stability of the biomass of the stock, the structure of populations by age and size-weight composition, the distribution of concentrations on spawning grounds, the yield of new generations. Sea herring is one of the underutilized resources of the Caspian Sea. Possible ways of solving the problem of development of fishing reserves are considered. The current state of reserves makes it possible to increase the annual industrial withdrawal of sea herring to 15,4 thousand tons.

Keywords: marine migrating herring, Dolginsky herring *Alosa braschnikowii braschnikowii*, Big-eyed puzanok *Alosa saposchikowii*, Caspian puzanok *Alosa caspia caspia*, Caspian Sea, history of study, biology, fishing, reserves of resource development.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЛЬДИ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

© 2022 г. Л.А. Черноиванова

Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО), г. Владивосток, 690091
E-mail: chlas27@yandex.ru

Поступила в редакцию 22.02.2022 г.

Сельдь зал. Петра Великого (*Clupea pallasii*) обитает на южной окраине ареала вида, значительно уступает другим дальневосточным популяциям морских сельдей по уровню запасов, но периодически способна формировать относительно высокую численность. Многолетний анализ размерно-возрастного состава показал наличие в этой популяции группировок рыб, различающихся длительностью жизненного цикла, временем полового созревания, динамикой численности. Уровень запасов и успех репродуктивной стратегии сельди зал. Петра Великого определяют совпадение внутривидовых факторов и благоприятных особенностей текущей климатической фазы. В каждых новых фоновых условиях популяция проходит начальный этап становления соответствующей репродуктивной организации, предшествующий нарастанию численности.

Ключевые слова: сельдь, численность, поколение, возраст, плодовитость, условия размножения

ВВЕДЕНИЕ

В водах материкового побережья Японского моря известны следующие популяции тихоокеанской сельди *Clupea pallasii*: в Татарском проливе – декастринская, в водах северного Приморья – пластуно-нельминская, на юге Приморья – зал. Петра Великого, у берегов Корейского полуострова обитает сельдь корейского стада.

Нерест декастринской сельди приурочен к материковому и сахалинскому побережьям Татарского пролива: в водах западной части Татарского пролива нерестилища располагаются от м. Лазарева до зал. Советская Гавань, у сахалинского побережья – от м. Погиби до м. Корсакова (Пробатов, 1954; Пушников, Ившина, 2006, 2008). Районами нереста пластуно-нельминской популяции являются бухты приморского побережья от зал. Рында до бух. Нельма (Ам-

броз, 1931; Кагановский, 1938). Нерест сельди зал. Петра Великого проходит в прибрежной зоне залива от м. Сулова до м. Поворотного, за пределами залива нерестилища распространяются до м. Мраморного (зал. Ольги) (Амброз, 1931; Посадова, 1985а). Корейская сельдь до конца 70-х гг. XIX в. массово нерестовала у западных берегов п-ова Корея, к 1920-м гг., постепенно смещаясь в период нереста к южным и юго-восточным берегам, основные нерестовые подходы стали концентрироваться у восточных берегов Кореи и севернее, в Корейском заливе, где заметно повысилась её численность (Пробатов, 1954; Гаврилов, Посадова, 1982).

Обитающие в российских водах северо-западного побережья Японского моря популяции сельди являются относительно небольшими, с запасами, не превышающими 100 тыс. т. Наиболее

высокая их численность наблюдалась в конце XIX – начале XX вв., с середины 1950–х гг. происходило снижение уловов; в 1990-е гг. среднегодовой вылов для сельдей зал. Петра Великого, декастринской и пластуно-нельминской популяций сократился до уровня, близкого к 1 тыс. т в каждой (Амброз, 1931; Гаврилов, 1998; Науменко, 2001). В современный период биомасса сельди в подзоне Приморье находится на низком уровне и этот объект слабо используется промыслом. Несмотря на то, что данные популяции располагают нерестилищами в определенных прибрежных районах, они связаны миграциями и совместно функционируют как метапопуляция. Смешиваясь в нагульный период, часть производителей может подходить на соседние нерестилища. Пластуно-нельминская сельдь испытывает наибольшее влияние мигрантов, проявляющееся в периодическом исчезновении и возобновлении этого стада; источниками восстановления являются как соседние популяции сельди – зал. Петра Великого и декастринская, так и сахалино-хокайдская. Существующий уровень миграций все же позволяет сельдям зал. Петра Великого и декастринской популяции сохранять свойственную им динамику численности (Черноиванова и др., 2017). Причем, географическое положение зал. Петра Великого на юге ареала морских сельдей дополнительно способствовало формированию некоторых биологических и экологических особенностей обитающей здесь популяции, таких как наиболее высокий темп роста рыб, начало нерестового сезона еще подо льдом в феврале-марте и продолжающегося до конца мая, длительный эмбриональный период (Науменко, 2001, 2002).

Цель данной работы – осветить историю промысла и изучения сельди

зал. Петра Великого, основные черты её биологии, состояние запасов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Сбор материалов по размерно-возрастному составу сельди в зал. Петра Великого в нерестовые сезоны был начат с середины 1920–х гг. и проводится до настоящего времени. Исходные биостатистические материалы были получены из литературных источников (Амброз, 1931; Посадова, 1985а), архивных материалов ТИНРО, на основании авторских наблюдений (1998–2020 гг.). В привлекаемых для анализа материалах использовали длину рыб по Смитту (*FL*); в качестве структуры, регистрирующей возраст, просматривали чешую.

Материалы и методы, которые применяли для характеристики индивидуальной плодовитости самок, формирования популяционной плодовитости, особенностей воспроизводства, динамики темпа роста сельди в зал. Петра Великого, подробно приводятся в соответствующих публикациях (Черноиванова, 2005, 2011, 2013, 2020).

В период 1964–2003 гг. запас рассчитывался по результатам контрольного лова в нерестовый период методами виртуальной популяции (VPA) (Бородин, 1982). В 2004–2016, 2019 гг. оценку состояния запасов осуществляли по результатам учётных донных траловых съёмов на НИС ТИНРО в нагульные сезоны (Состояние промысловых ресурсов ..., 2019). Расчёт запаса выполняли «методом площадей» (Аксютин, 1968). Величины коэффициента уловистости приняты с дифференцировкой по размеру и, соответственно, весовому составу сельди: при среднем весе рыб в улове 100 г и более коэффициент уловистости принимался равным 0,3, при весе от 30 до 100 г его величина снижалась

до 0,2, при весе менее 30 г – до 0,1 (Измятинский, 2005).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

История промысла

Данные о добыче нерестовой сельди в зал. Петра Великого известны с начала организации русского промысла с 1910 г. (рис. 1). Численность сельди в этом районе постепенно увеличивалась от 1913 г. к 1919 г., достигнув максимума в первой половине 1920-х гг., когда её уловы достигали 25 тыс. т, а количество промысловых участков доходило до 180. Начиная с 1929 г. запасы стали снижаться, и в 1933 г. общий улов нерестовой сельди составил менее 1 тыс. т, несмотря на большое количество выставленных неводов. Заметный подъём уловов, наблюдавшийся в середине 1950-х гг., не был длительным, уловы вскоре упали. Более мощная вспышка численности сельди произошла в конце 1970-х гг., но уже к середине 1980-х гг. запасы сельди в зал. Петра Великого многократно сократились и находились на низком уровне до 2000–2010 гг.

Уже в середине 1930-х гг. и в последующие годы промысел был фактически прекращен за исключением контрольного лова или жёстко лимитированной добычи. Длительный отрезок времени 1964–2008 гг. сельдь вылавливали в рамках контрольного лова.

Подконтрольные участки располагались в районах традиционных нерестилищ сельди: в заливах второго порядка – Амурском, Уссурийском, Славянском, Стрелок, Восток, Посыета. Контрольные невода выставались силами рыбопромысловых предприятий на период с февраля до конца мая, их количество варьировало от 23 (1982 г.) до 2 (2001 г.). В 1960-х и 1970-х гг. объёмы вылова контролировались количеством ставных неводов и районов лова. С 1983 г. устанавливалась величина вылова, которая не превышала годовой уровень естественной смертности (от 0,27 до 0,33). Начиная с 1993 г., учитывая низкий уровень численности сельди, возможный годовой вылов определялся в объёме половины коэффициента годовой смертности, или 10–15% от общего запаса (рис. 2).

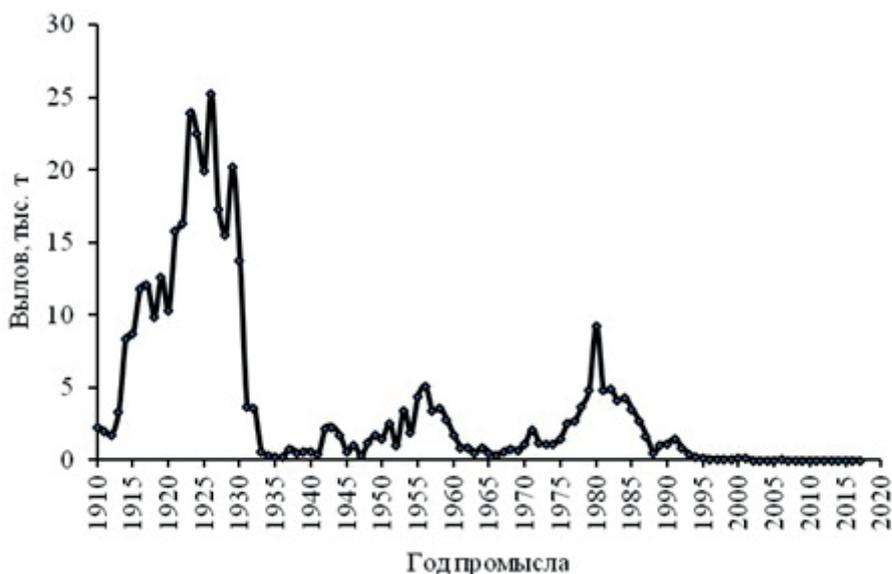


Рис. 1. Вылов сельди в зал. Петра Великого в 1910–2017 гг.

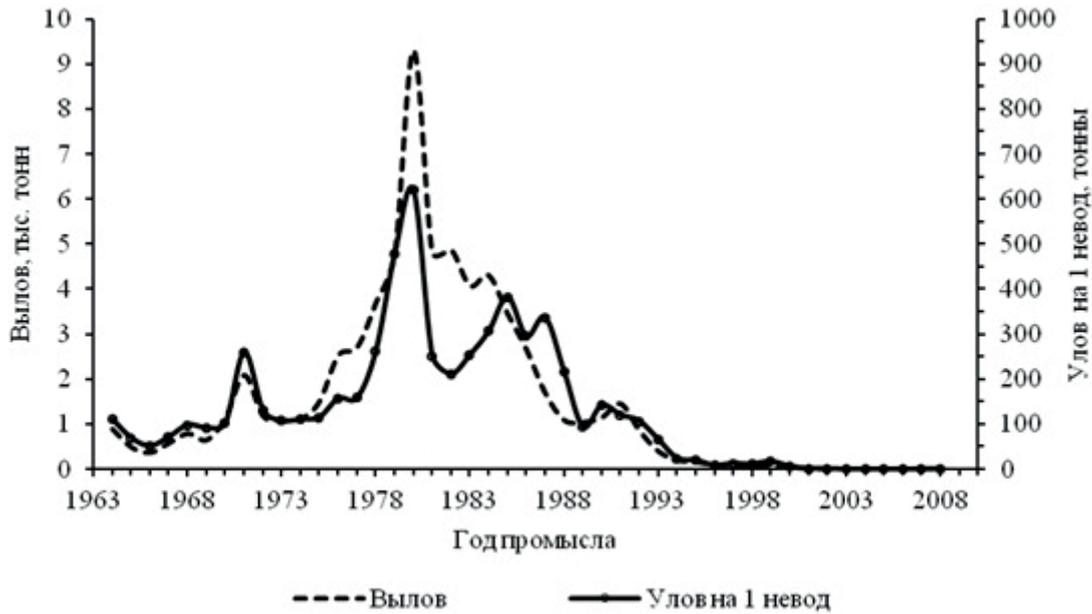


Рис. 2. Вылов сельди в зал. Петра Великого ставными неводами в период проведения контрольного лова в 1964–2008 гг.

В 1995–2008 гг. вылов контрольными орудиями лова не достигал рекомендованных объёмов. После 2008 г. ввиду низкого уровня запасов и незаинтересованности рыбаков контрольный лов не проводился.

В 2011–2016 гг. данные учётных съёмов показали тенденцию роста численности и биомассы сельди в подзоне Приморье, наиболее заметную в Татарском проливе и в зал. Петра Великого, в связи с чем в 2017–2021 гг. была установлена величина общедопустимого улова (ОДУ) не только для научно-исследовательских целей, но и для промышленного освоения. В 2017–2020 гг., по причине небольшого объёма ОДУ, квоты вылова не распределялись между пользователями, промысел сельди не проводился. Режим эксплуатации данной единицы запаса осуществлялся только в рамках НИР. В 2021 г. ОДУ составил 120 т, при работе промыслового судна БМРТ «Ахтиар» в осенний период было выловлено 108,7 т сельди.

По нашим наблюдениям и по сообщениям рыбаков в последние годы заметно повысилась интенсивность подходов сельди по всем прибрежным районам зал. Петра Великого. Промысел всего комплекса прибрежных видов рыб проводится в этих же районах побережья, как по открытой воде, так и в период ледостава, с использованием пассивных орудий лова: ставных неводов, каравок, вентерей. В период проведения контрольного лова в 1964–2008 гг. было установлено, что доля сельди в уловах с января по май варьирует в больших пределах, достигая в период массового нереста до 95,5%. В среднем за сезон, по многолетним данным, доля сельди в уловах составляет 27,7%.

В сложившихся условиях целесообразно установленную величину ОДУ сельди осваивать при работе прибрежных промысловых бригад в подзоне Приморье. Это позволит увеличить эффективность работы прибрежного промышленного рыболовства.

История изучения

Начало изучения сельди зал. Петра Великого относится к середине 1920-х гг., периоду её высокой численности и интенсивного промысла. Сбор и обработку материалов в период нереста сельди проводили сотрудники Тихоокеанской научно-промысловой станции в зал. Петра Великого. Результаты наблюдений за 1926–1928 гг. были обобщены в Биологическом очерке А.И. Амброза (1931) «Сельдь (*Clupea harengus pallasi* C.V.) залива Петра Великого». В данной монографии рассматривались вопросы популяционной принадлежности сельди зал. Петра Великого, величины её запасов, были представлены описания районов нереста, динамики и интенсивности нерестового хода, размерно-возрастного состава производителей, сроков нерестовых миграций и их связи с гидрометеорологическими факторами, а также определены основные параметры воспроизводства.

Сборы биологических материалов и наблюдения за нерестовыми подходами сельди традиционно продолжают ежегодно с середины 1920-х гг. до настоящего времени. Наличие в вышеупомянутой работе А.И. Амброза (1931) подробных таблиц и схем, отражающих состояние сельди в 1926–1928 гг., и дальнейший мониторинг в нерестовый и преднерестовый периоды позволяют проводить сравнительный анализ биологических показателей на протяжении всего периода изучения этой популяции.

В связи с падением запасов сельди в зал. Петра Великого с 1936 г. были введены ограничения, а в последующие годы запрет на промысел, который, то снимали, то вновь устанавливали в зависимости от уровня численности (Гаврилов, Посадова, 1982; Посадова, 1988). В годы запрета на промысел сельди для сбора биостатистических материалов в

ТИНРО проводили контрольный лов в весенний и осенний периоды ставными орудиями силами промысловых бригад с участием научных наблюдателей.

В архиве ТИНРО имеются отчеты о НИР, в которых собраны биостатистические материалы по сельди зал. Петра Великого, полученные из уловов контрольных неводов в период 1964–2008 гг. Анализ биостатистических материалов, полученных по результатам контрольного лова, позволял определять основные параметры производителей сельди, оценивать промысловый запас текущего года.

По результатам контрольного лова за период 1964–2003 гг. запас рассчитывался методом виртуальной популяции (VPA) с нахождением коэффициентов естественной, промысловой и общей смертности методом Бивертон и Холта (Бородин, 1982). В 2004–2021 гг. оценку состояния запасов осуществляли по результатам сбора биостатистических материалов в нерестовые сезоны и учётных донных траловых съёмок на НИС «ТИНРО» в нагульные сезоны.

В период от середины 1970-х гг. до начала 1990-х гг. исследования биологии сельди этой популяции были наиболее полномасштабными, несмотря на значительные колебания её численности: годы от середины 1970-х до первой половины 1980-х гг. характеризуются ростом и относительно высоким уровнем запасов, заметно снизившихся к концу 1980-х и началу 1990-х гг.

В 1976–1991 гг. в зал. Петра Великого выполнялись учётные работы по всему нерестовому ареалу сельди с целью оценки условий естественного воспроизводства. Обследование нерестилищ проводилось в рейсах НИС «Ариэль» с участием легководолазов (Посадова, 1985а). Результаты водолазных съёмок позволяли определять площадь нере-

стилищ, количество отложенной икры, оценивать уровень численности поколений. Водолазные обследования нерестилищ сельди к середине 1980–х гг. выявили тенденцию сокращения площади естественных нерестилищ сельди в результате загрязнения и последующего исчезновения нерестовых субстратов (в основном зарослей zostеры) в прибрежной зоне зал. Петра Великого (Посадова, 1985а; 1988), что способствовало снижению урожайности новых поколений сельди.

С целью стабильного повышения уровня запасов сельди в 1979 г. были начаты работы по использованию в зал. Петра Великого искусственных нерестилищ, изготовленных из капроновой дели. К 1986 г. полученные материалы исследований легли в основу рекомендаций по определению районов, сроков и способов постановки искусственных делевых нерестилищ, разработанных для повышения результативности воспроизводства сельди в зал. Петра Великого (Чупышева, Жук, 1983; Чупышева, Богаткин, 1985; Чупышева и др., 1986).

В середине 1970-х гг. в ТИНРО на базе лаборатории генетики начались исследования популяционной структуры тихоокеанской сельди дальневосточных морей (в том числе сельди зал. Петра Великого) с использованием молекулярного подхода. Первоначально на основании анализа аллозимов, а на следующем этапе в результате изучения изменчивости контрольного региона митохондриальной ДНК и анализа микросателлитных локусов ДНК, были получены оценки внутривидовой генетической изменчивости тихоокеанской сельди. Исследования показали, что от 60,7 до 80% генетической изменчивости тихоокеанской сельди (в разных популяциях) содержится внутри популяции. Межпопуляционные различия оказались не-

лики, что предполагает формирование метапопуляций у этого вида. Исключение составляют озёрные формы и некоторые сельди Аляски, отличающиеся на статистическом уровне (Богданов и др., 1979; Рыбникова, 1999; Горбачёв и др., 2011; Курносов и др., 2016; Горбачёв, Смирнов, 2018).

В конце 1980-х гг. было проведено изучение особенностей оогенеза и генеративного цикла сельди в зал. Петра Великого (Черноиванова, 1994, 2001). Также с этого времени осуществлялся сбор биостатистических материалов в экспедициях на научно-исследовательских судах ТИНРО. В 1990–2016 гг. учётные работы регулярно выполнялись в весенне-летний или летне-осенний периоды. Практика показала, что наиболее результативными для оценки состояния запасов были летне-осенние съёмки, т.к. в ходе работ кроме половозрелых рыб и молоди учитывались сеголетки.

Современные исследования биологического состояния сельди зал. Петра Великого включают проведение мониторинговых работ в преднерестовый и нерестовый периоды и оценку запасов по результатам донных траловых съёмок.

Основные черты биологии сельди зал. Петра Великого

Жизненный цикл сельди зал. Петра Великого проходит в заливе и прилегающих водах западной части Японского моря (рис. 3). По сравнению с другими дальневосточными популяциями морских сельдей уровень её запасов невысокий. Для неё известны кратковременные периоды высокой численности и более продолжительные – низкой численности, в отличие от флуктуации запасов северных популяций сельди, обитающих в Охотском и Беринговом морях, характеризующейся периодичностью, близ-

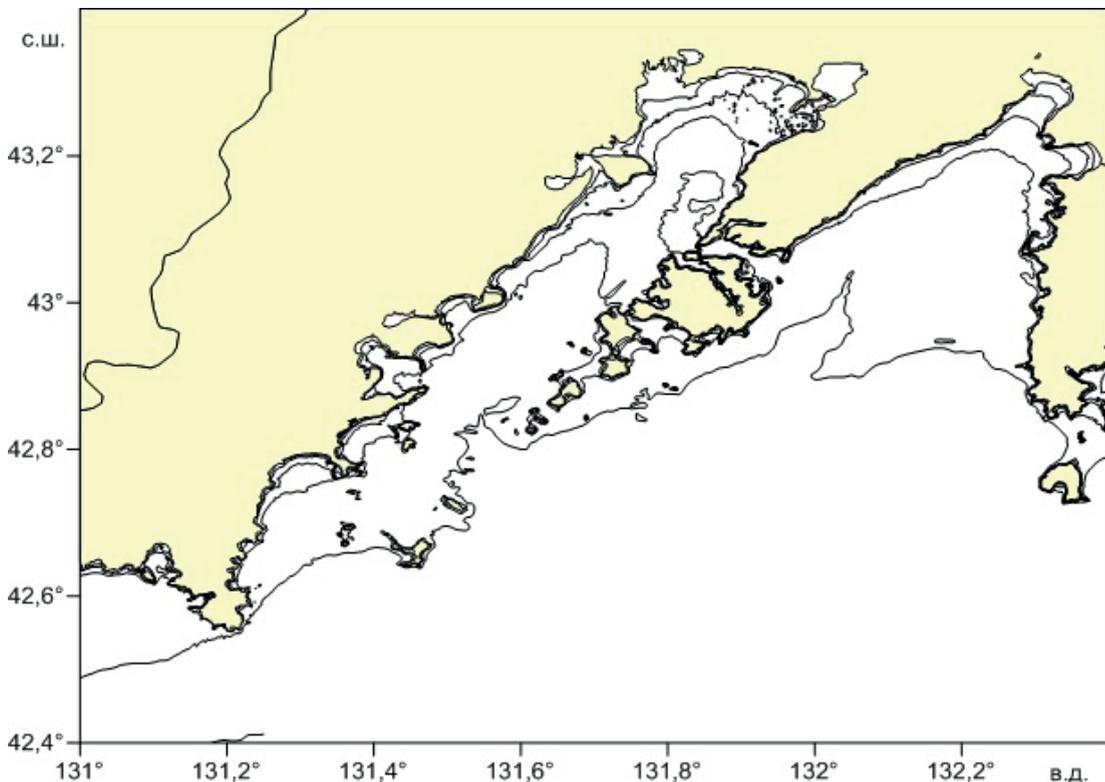


Рис. 3. Карта-схема зал. Петра Великого (северо-западная часть Японского моря).

кой к 5-ти или 10-летней (Тюрнин, 1975; Гаврилов, Посадова, 1982; Науменко, 2001; Смирнов, 2009).

В соответствии с данными по уловам (рис. 1) в период 1920–2020 гг. самый высокий уровень запасов сельди зал. Петра Великого наблюдался в 1920–1930 гг., заметное увеличение было отмечено в 1948–1959 гг. и более мощный подъём численности произошёл в 1973–1986 гг. Отмеченные вспышки численности сельди обеспечивались высокоурожайными поколениями – 1923, 1924, 1953 и 1974 гг. рождения. Низкая численность сельди в зал. Петра Великого существовала в 1932–1949, 1960–1973 гг. и с 1988 г. до 2010 г. В 2010–2020 гг. было зарегистрировано несколько относительно урожайных поколений сельди и, соответственно, небольшой подъём общей численности. Формирование высокого уровня запасов сельди в одностороннем порядке связано с появлением

череды урожайных поколений, на фоне которых возникают высокоурожайные генерации (Вдовин, Черноиванова, 2006).

По мнению Гаврилова и Посадовой (1982), урожайность поколений тихоокеанской сельди больше зависит не от уровня численности производителей, а от их качественных показателей. То есть, формирование численности сельди во многом определяется размерно-возрастной структурой нерестовой части популяции, особенностями воспроизводства и выживаемостью поколений.

Динамика размерно-возрастного состава. Анализ изменчивости линейного роста сельди зал. Петра Великого проводили по данным наблюдений в период нереста в 1926–1927, 1941, 1944 и 1947–2017 гг. (рис. 4).

В пределах одновозрастных классов выделяются 3 размерные категории рыб – средние, мелкие и крупные,

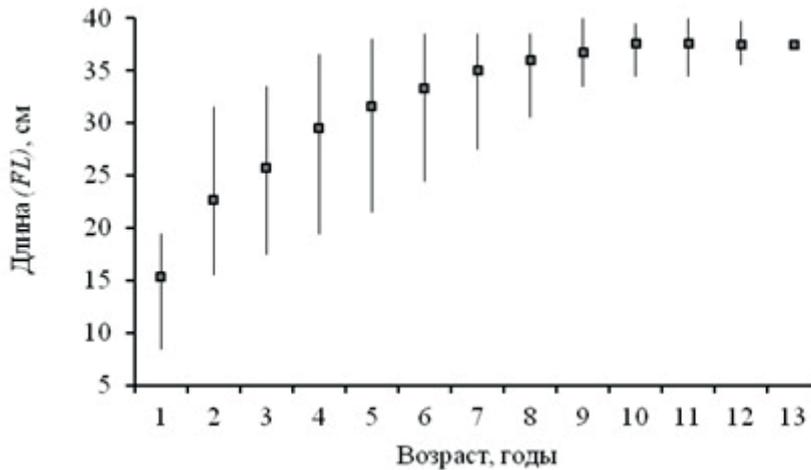


Рис. 4. Среднемноголетняя длина и диапазон её варьирования по возрастным классам сельди зал. Петра Великого (по данным 1941–2017 гг.).

имеющие при этом разную продолжительность жизни. Предельный возраст особей, представляющих ранг мелких, составляет 8 полных лет, крупных – 7, средних – 13 (Черноиванова, Ким, 2016). Соотношение размерных категорий в рассматриваемых поколениях 1918–1925 и 1934–2013 гг. варьирует от полного преобладания одной из них до её отсутствия.

Категория крупной сельди в массовом количестве (73,4%) была представлена только в поколении 1924 г. Крупные особи чаще составляли или значительную (30–50%), или заметную (10–30%) долю в поколениях, существовавших в периоды относительно высокой численности – в первой половине 1920–х, в 1948–1949, в 1950–х, в первой половине 1970–х и в серии поколений с 1982 по 1994 гг.

Мелкая сельдь доминировала или составляла значительную долю в поколениях 1934–1939, 1994–2000, 2005 и 2007–2011 гг. Заметная численность мелких рыб (10–30%) наблюдалась в отдельных поколениях 1950–х, 1960–х 1970–х, 1980–х и 2012–2013 гг. Появление генераций с мелкой сельдью в массовых или значительных количествах сопровож-

далось, как правило, снижением запасов. Например, 1930-е гг. и современный длительный период депрессии сельди в зал. Петра Великого характеризуются преобладанием мелкой категории рыб в поколениях и сокращением возрастного ряда.

Категория средних рыб, присутствовавшая практически во всех рассматриваемых поколениях, за исключением одного – 1934 года рождения, доминировала в подавляющем большинстве генераций.

В средней размерной категории отмечена существенная вариабельность темпа роста особей в рассматриваемом ряду поколений, сочетающаяся с изменениями максимального возраста. Наиболее высокие показатели линейного роста наблюдались в фазах увеличения численности и её высокого уровня. В фазах снижения запасов и в переходные периоды между их высоким уровнем присутствовали поколения как с положительными, так и с отрицательными значениями индекса отклонения линейных размеров. После снижения численности в начале 1930-х гг. и в период затяжной депрессии (в поколениях сельди с 1994 г. до настоящего времени) пока-

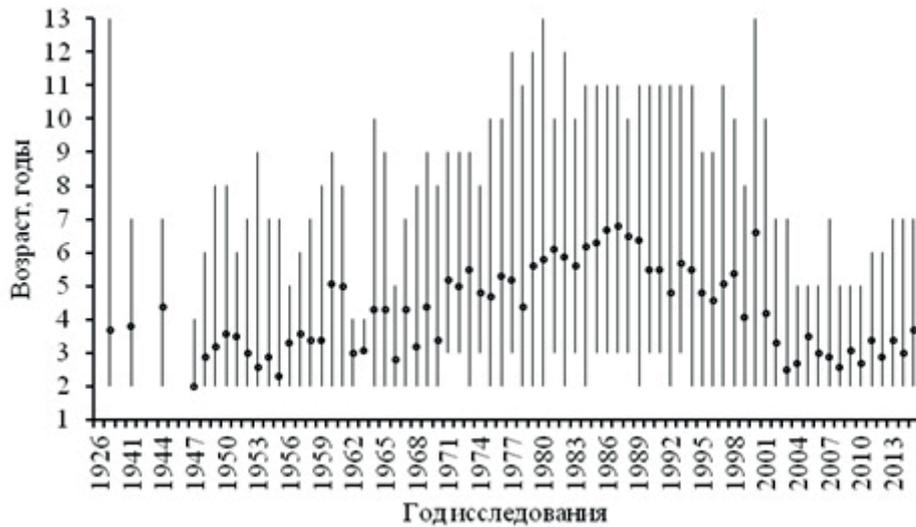


Рис. 5. Диапазоны варьирования и средние значения возраста сельди зал. Петра Великого.

затели темпа роста в средней категории рыб имели заметные отрицательные отклонения.

При высоком уровне запасов, в середине 1920-х и в конце 1970-х–начале 1980-х гг., в категории средних рыб не только доминировали особи с высоким темпом роста, но были отмечены высокая доля особей старшего возраста и максимальная продолжительность жизни поколений; в поколениях с медленным ростом в годы низкой численности жизненный цикл сокращался (рис. 5).

Рассматриваемые особенности линейного роста различных размерных категорий сельди зал. Петра Великого позволили выделить несколько одно-возрастных группировок с разным типом роста (рис. 6). Наиболее различается темп роста группировок мелких и крупных рыб. Категория средних рыб представляет собой основу численности популяции сельди зал. Петра Великого. В отличие от мелких и крупных, она включает в себя поколения с периодически изменяющимся темпом роста особей, сочетающимся с изменениями длительности жизненного цикла. В этой категории в разные годы наблюдались (рис. 6): 1) долгоживущие поколения,

колебания линейных размеров (положительные и отрицательные) которых во всех возрастных классах не превышали среднемноголетнее значение ($p > 0,01$); 2) долгоживущие поколения, линейные размеры всех возрастных классов которых превышали среднемноголетнее значение ($p < 0,01$); 3) долгоживущие поколения, линейные размеры всех возрастных классов которых меньше среднемноголетнего значения ($p < 0,01$); 4) поколения с укороченным жизненным циклом, линейные размеры всех возрастных классов которых меньше среднемноголетнего значения ($p < 0,01$), поколения такого типа появлялись в 1994–2015 гг.

Вероятно, вариации темпа роста в категории средних рыб обусловлены наибольшей возможностью их перемешивания с крайними категориями, особенно в нерестовый и посленерестовый периоды. В годы заметной численности крупных рыб в средней категории формировались типы долгоживущих поколений с темпом роста, близким или несколько превышающим среднемноголетний уровень. Напротив, влияние особей мелкой категории в годы их преобладания способствовало развитию поколе-

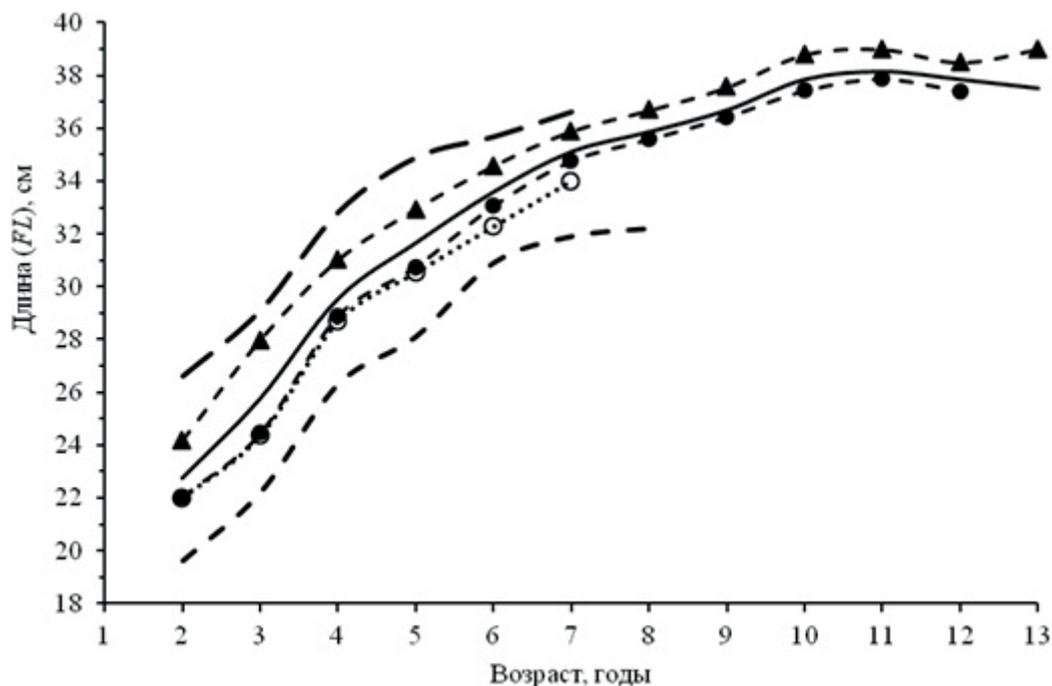


Рис. 6. Линейный рост поколений сельди зал. Петра Великого, относящихся к размерным категориям крупных (—), средних (---) и мелких (- -) рыб, а также поколений категории средних рыб с положительными (- ▲-) и отрицательными (- ●-) ($\cdot\circ\cdot$) отклонениями от среднегогодового значения; ($\circ\circ\circ$) – поколения 1994–2015 гг. с укороченным жизненным циклом.

ний с укороченным жизненным циклом и невысоким темпом роста. Наибольшей численности популяция сельди в зал. Петра Великого достигала в периоды доминирования долгоживущих быстрорастущих поколений с заметной долей присутствия особей крупной категории.

Воспроизводство. Среди дальневосточных популяций сельди зал. Петра Великого отличается растянутым во времени периодом нереста. Его начало варьирует от второй декады февраля до третьей декады марта, в некоторые годы сдвигается к первой декаде апреля (рис. 7). Размножение продолжается до конца мая с известной закономерностью изменения возраста нерестующих рыб от старших к младшим и от крупных к мелким по мере возрастания температуры воды от слабоотрицательной или близкой к нулю положительной до 5,8–10 °С. Температура выше 15 °С неблагоприятна даже для нагула.

В периоды близкого по соотношению возрастных групп возрастного состава отмечены межгодовые вариации начала нереста в пределах одной-двух недель в зависимости от даты достижения оптимальной температуры на нерестилищах, соответственно, в теплые годы – раньше, в холодные – позже (Амброз, 1931; Посадова, 1985а; авторские наблюдения).

Длительный нерестовый период сельди зал. Петра Великого и дифференцированная температурная избирательность нереста различных размерных категорий рыб создают предпосылки ежегодного эффективного нереста. Его результативность зависит не только от сроков и интенсивности подходов производителей, но также от их репродуктивных возможностей, формирующихся на основе количественных показателей индивидуальной плодовитости самок и популяционной плодовитости.

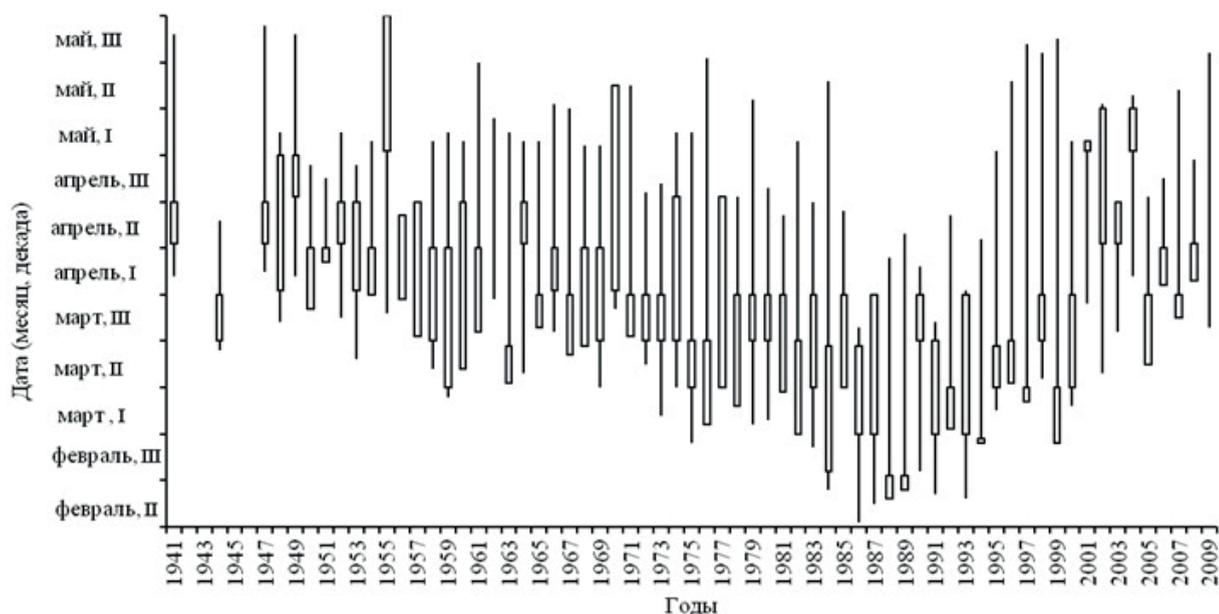


Рис. 7. Сроки нереста сельди в зал. Петра Великого. Прямоугольниками отмечен массовый нерест (доля нерестящихся самок равна или больше 50%).

Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) производителей (самок) у сельди зал. Петра Великого, как и в других известных дальневосточных популяциях сельдей, закономерно возрастает с увеличением размеров рыб (Науменко, 2001; Смирнов, 2009). Коэффициенты корреляции (r) изменения ИАП сельди с возрастом, длиной и массой тела особей, по нашим данным, равны 0,81, 0,89 и 0,93 соответственно (при уровне значимости $P \leq 0,01$).

Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) самок сельди в зал. Петра Великого с длиной тела от 18,5 до 39,5 см, массой тела от 60 до 780 г, в возрасте от 1+ до 11+ лет варьирует от 18 643 до 206 100 икринок, составляя в среднем 87 279 икринок на одну самку. Наименьшей плодовитостью обладают двухлетние самки, впервые участвующие в нересте: среднее значение ИАП двухлеток составляет 26 386 икринок. Наибольшая ИАП – 206 100 икринок, отмечена у самки в возрасте 11+ лет, длиной 36,5 см и массой 712 г, хотя в боль-

шинстве случаев темп роста индивидуальных репродуктивных показателей у сельди старше 9 лет и длиннее 37,0 см снижается, что связано (Анохина, 1969; Иванков, 1985; Трофимов, 1996) с физиологическим старением организма рыб. Соответственно, гонадо-соматический индекс (ГСИ) у повторно и ежегодно нерестящихся самок заметно выше, чем у впервые созревающих. ГСИ ежегодно нерестящихся особей к началу нереста (стадии зрелости IV–V и начальная, нетекущая V) достигает 0,32–0,54, у впервые участвующих в нересте – 0,12–0,17.

Известно, что величина плодовитости некоторых рыб зависит от размера зрелой икры (Мейен, 1940; Анохина, 1960; Спановская и др., 1963). У сельди зал. Петра Великого, по нашим данным, на текущей V стадии зрелости амплитуда изменения диаметра икры составляет от 1,17 до 2,0 мм, но основное количество варьирует в интервале 1,3–1,5 мм. Колебания средних значений диаметра икринок у разновозрастных групп сельди на V стадии зрелости гонад незначи-

тельны, однако с увеличением возраста рыб наблюдается общая тенденция к увеличению размеров икры ($r=0,523$). Заметное повышение ИАП сельди в размерных группах 26–28 см и 30–33 см сопровождается уменьшением диаметра зрелой икры, а увеличение ИАП у сельди массой более 500 г – более широким диапазоном индивидуальной изменчивости самок по размерам икринок.

Индивидуальная относительная плодовитость (ИОП) сельди зал. Петра Великого колеблется от 125,8 до 487,1 (в среднем, 298 ± 3) икринок на 1 г массы тела. Средние значения этого показателя близки во всех возрастных группах: на 1 г массы тела без внутренностей у сельди продуцируется около 300 икринок. Количество икринок на 1 см длины тела сельди изменяется от 147 до 5723 и подвержено значительным индивидуальным колебаниям, хотя средние показатели заметно повышаются с увеличением возраста и, соответственно, длины самок, несколько снижаясь у рыб старшего возраста и максимальных размеров.

По данным Н.И. Науменко (2001), абсолютные количественные показатели плодовитости сельди существенно варьируют в каждой известной популяции. Разница в уровне плодовитости у представителей сельдевых из районов, расположенных недалеко друг от друга, определяется величиной приростов самок на первом году жизни, а темп увеличения плодовитости весенне-нерестующих рыб зависит от приростов длины и массы тела в год, предшествующий нересту. Естественно, что уровень плодовитости больше у особей с повышенным темпом роста (Иванков, 1985). В среднем, для сельди зал. Петра Великого характерны относительно высокие значения индивидуальной абсолютной и относительной плодовитости, но с мень-

шими размерами икринок, чем у других дальневосточных сельдей.

Динамика репродуктивного потенциала в некоторых дальневосточных популяциях сельдей во многом определяется плотностью популяции: плодовитость самок снижается в периоды увеличения численности и возрастает при её уменьшении (Науменко, 2001; Смирнов, 2009 и др.). В зал. Петра Великого заметное влияние фактора плотности на величину ИАП самок сельди наблюдалось только при значительно отличающихся уровнях запаса: в период чрезвычайно высокой численности сельди в 1925–1927 гг. её среднестатистическая ИАП составляла 72 178 икринок (Амброз, 1931), а в 1975–2004 гг., когда плотность популяции была значительно ниже – 87 279 икринок. Сравнение средних значений ИАП самок высокоурожайного поколения 1974 г. и одновозрастных рыб смежных, менее урожайных, генераций показало незначительные различия.

Репродуктивные возможности популяции в целом характеризуются функциональной структурой популяционной плодовитости (ПП).

Количественно ПП рыб определяется численностью нерестовой части популяции и индивидуальной абсолютной плодовитостью самок (Анохина, 1969). По нашим данным величина ПП сельди зал. Петра Великого изменялась в соответствии с динамикой численности нерестового запаса, положительная связь характеризовалась коэффициентом корреляции, равным 0,98. В некоторые промежутки времени, например, в фазах максимального запаса – 1923–1926 гг. ($r=-0,78$), 1955–1958 гг. ($r=0,33$), 1978–1981 гг. ($r=0,46$) и в период низкой численности 2002–2005 гг. ($r=0,37$), зависимость была заметно ослаблена при быстром изменении среднего возраста по причине, как старения, так и омоло-

жения нерестовой части популяции. Отрицательная корреляция в 1923–1926 гг. в период наивысших значений численности и ПП обусловлена последовательным увеличением доли высокоплодовых старшевозрастных самок сельди и одновременно небольшим снижением общей численности.

Среднее количество икринок, отложенных одной самкой в нерестовом сезоне, в популяции сельди зал. Петра Великого в период с 1920–2007 гг. варьировало от 34 до 106,3 тыс. икринок. В периоды формирования высокого уровня запасов данный показатель ПП имеет наименьшие значения в фазе роста численности по причине вступления в нерестовую часть рекрутов урожайных поколений с низкой начальной ИАП. В фазе максимального запаса он растёт с повышением среднего возраста производителей. В фазе резкого снижения численности и общей величины ПП на фоне преобладания старшевозрастных особей достигает наибольших значений, примерно в 1,5 раза выше, чем в начальных фазах роста численности.

Известно, что возрастные классы сельди, составляющие нерестовую часть популяции в разные годы, отличаются не только уровнем численности, но и темпом полового созревания, продолжительностью генеративного периода в онтогенезе (Гаврилов, Посадова, 1982; Науменко, 2001; Вдовин, Черноиванова, 2006). Показателем репродуктивного потенциала популяции, учитывающим темп полового созревания и продолжительность генеративного периода поколений, составляющих нерестовую часть популяции, является коэффициент воспроизводства F_x (Риклефс, 1979), или удельная продукция икры на среднестатистическую самку поколения x (Науменко, 2001).

В популяции сельди зал. Петра Великого в поколениях 1919–2001 гг. рождения коэффициент воспроизводства F_x варьировал от 14,2 тыс. до 245,8 тыс. икринок (среднее значение – 88,8 тыс. икринок). Годовые классы с наибольшей величиной удельной продукции икры характеризовались максимальными показателями продолжительности генеративного периода и возраста впервые созревающих особей. В 1974–1984 гг. такие поколения-производители сельди сформировали высокий уровень запаса, среднее значение F_x в эти годы составило 165,5 тыс. икринок. Наименьшие значения коэффициента воспроизводства в поколениях 1990–2001 гг. сочетались с коротким генеративным периодом и ранним возрастом половозрелости особей (таблица).

В целом, величина удельной продукции икры среднестатистической самки поколения x показывает отрицательную корреляцию с потенциальной удельной скоростью увеличения популяции – λ ($r=-0,70$), которая растёт за счёт ускорения темпа созревания рыб данного поколения. На протяжении всего периода исследований, как правило, поколения сельди размерных категорий мелкой и средней с укороченным жизненным циклом, линейные размеры всех возрастных классов которых меньше среднеемноголетнего значения, характеризовались и ранним возрастом наступления половозрелости, и коротким генеративным периодом.

У сельди зал. Петра Великого низкая удельная скорость роста численности была отмечена в период 1965–1989 гг., высокими значениями потенциального роста характеризовались когорты 1990–2001 гг. и 1926–1964 гг. Экстремально высокое значение скорости воспроизводства превышало наименьшее в 9,4 раза.

Таблица. Показатели репродуктивного потенциала поколений-производителей сельди зал. Петра Великого

Год рожд. поколений	F_x , тыс. икр.	$T_{ср.}$ годы	$T_{макс.}$ годы	$T_{плвзр.}$ годы	T , годы	λ , экз./год
1919–1925	91,7 (81,4–101,1)	4,0 (3,7–4,3)	9,3 (8–11)	2,3	7,0 (5,7–8,7)	17,5 (14,3–21,4)
1926–1964	56,6 (24,7–96,8)	3,5 (2,9–4,4)	8,3 (6–10)	2,2 (2,0–2,3)	6,1 (4,0–9,0)	24,7 (11,6–38,7)
1965–1989	160,8 (111,5–245,8)	5,0 (4,5–5,6)	11,3 (9–13)	2,6 (2,0–3,4)	8,7 (6,3–10,2)	11,1 (8,5–13,3)
1990–2001	41,5 (14,2–76,9)	3,3 (2,2–3,9)	7,3 (5–10)	2,2 (2,0–2,8)	5,1 (2,2–8)	28,1 (14,0–79,6)

Примечание. Средние значения и пределы вариаций (в скобках): F_x – коэффициент воспроизводства, $T_{ср.}$ – средний возраст генерации, $T_{макс.}$ – максимальный возраст производителей, $T_{плвзр.}$ – средний возраст половозрелости, T – длительность генеративного периода, λ – потенциальная удельная скорость увеличения популяции.

При наличии в этой популяции поколений с длительным генеративным периодом и низкой потенциальной скоростью роста основным направлением, обеспечивающим репродуктивный потенциал, является продуцирование большого количества гамет одной среднестатистической самкой, с высокой индивидуальной абсолютной плодовитостью, например, в поколениях 1919 и 1983 гг. рождения. В ситуации, когда ПП в основном формируют двух- и трех-летние особи с низкими значениями коэффициента воспроизводства, как в поколениях 1999, 2001, 1953 гг. рождения, репродуктивный потенциал наращивается за счет ускорения созревания и уменьшения длительности репродуктивного цикла, что увеличивает потенциальную скорость воспроизводства.

В практике прогнозирования возможного промыслового изъятия необходимо определение минимальной величины нерестового запаса, или «стартовый уровень», обеспечивающий появление многочисленных поколений. У тихоокеанских сельдей дальневосточных морей связь численности родительского стада и потомства носит вероятностный

характер, при этом выделяются оптимальная численность производителей, биомасса или уровень ПП, достаточные для воспроизводства урожайных поколений в благоприятных условиях. Превышение оптимума, также как и недостаток, как правило, приводят к снижению численности потомства (Науменко, 2001; Богданов, 2006).

В зал. Петра Великого в 1920–х гг. в условиях максимальных запасов и величины ПП, известных за весь период исследований, высокоурожайные и урожайные поколения сельди появлялись в диапазоне ПП от $9,1 \times 10^{12}$ до $15,3 \times 10^{12}$ икринок, при этом численность нерестовой части популяции варьировала от 231,9 до 453,7 млн экз., биомасса – от 75,4 до 125,3 тыс. т, в этом же диапазоне значений ПП, численности и биомассы возникли низкоурожайные поколения. Исключение составило неурожайное поколение 1930 г., появившееся при снижении величины ПП до $6,73 \times 10^{12}$ икринок, численности до 146,2 млн экз. и биомассы до 50,7 тыс. т (рис. 8).

В период 1931–2007 гг. масштаб даже самых мощных всплесков численности нерестового стада и ПП, при которых

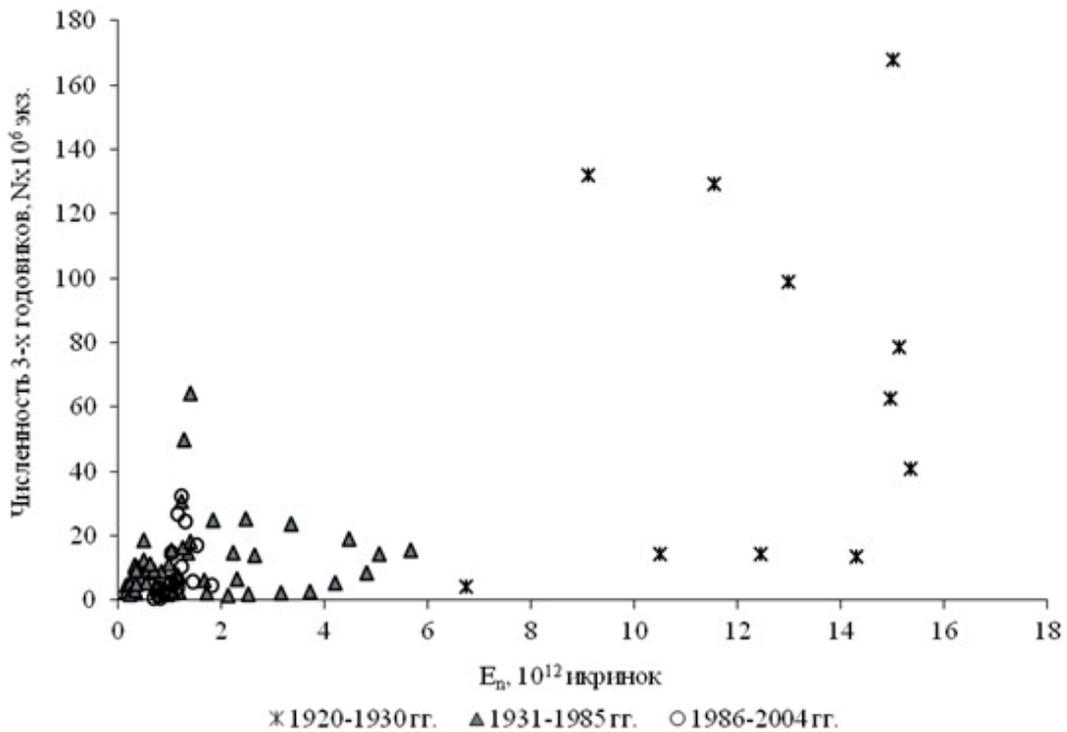


Рис. 8. Соотношение численности потомков в возрасте трёх лет и величины популяционной плодовитости (E_n) сельди зал. Петра Великого.

были зарегистрированы высокоурожайные и урожайные поколения, оказался ниже на порядок. На протяжении 1931–2007 гг. высокоурожайные и урожайные генерации появлялись в диапазоне значений ПП от $1,1 \times 10^{12}$ до $2,5 \times 10^{12}$ икринок (рис. 8). Численность нерестовой популяции, способной генерировать необходимое количество икринок, варьировала значительно. Например, в годы рождения высокоурожайных для данного периода генераций 1953 и 1974 гг. ПП составляла $1,4 \times 10^{12}$ и $1,3 \times 10^{12}$ икринок соответственно, но численность и биомасса родительского стада отличались примерно в два раза. Отметим, что и в 1920–е гг., и в период 1931–2007 гг. при близких значениях ПП величины численности и биомассы родительского стада в год нереста были тем меньше, чем выше показатель среднего количества икры на 1 самку в данном нерестовом сезоне и средний возраст производителей.

В соотношении «запас–пополнение» может быть несколько устойчивых уровней воспроизводства. Например, для корфо–карагинской сельди на основании математической модели показано, что в зависимости от динамики внешних факторов и степени выживания молоди до пятилетнего возраста выделяются несколько устойчивых уровней воспроизводства (от 1 до 4 или от 1 до 8) и в пределах этого стада выявляется некая структурная подразделённость (Паренский, 1999).

В популяции сельди зал. Петра Великого зафиксировано два оптимальных диапазона ПП, при которых возможно появление многочисленных поколений – для высокого и низкого запаса. Соответствующий «стартовый уровень» биомассы в 1920-х гг. изменялся от 75,4 тыс. т до 125,3 тыс. т, в период 1931–2007 гг. – от 6,6 тыс. т до 20,9 тыс. т.

Естественно, что вероятность формирования урожайных поколений по-

вышается при оптимальном соотношении внутривидовых и климатических факторов, способствующих высокой выживаемости сельди до возраста массового полового созревания. Многолетними исследованиями установлено, что выживание тихоокеанской сельди на самых ранних этапах онтогенеза во многом зависит от условий на нерестилищах (Науменко, 2001).

Выше упоминалось, что межгодовая динамика начала и длительности нерестового сезона сельди в зал. Петра Великого связана, и с межгодовыми вариациями региональной температуры, и с размерно-возрастным составом нерестовой части популяции (рис. 7).

Относительно ранние сроки подхода производителей наблюдались в годы, когда в популяции показатели среднего возраста были высокие – в фазах резкого уменьшения численности в 1958–1960 гг. и в 1983–1985 гг., а также в длительный период низкой численности и старения популяции в 1986–1994 гг. К более позднему началу нереста приводило омоложение популяции, как в фазах роста численности в 1951–1954 гг. и 1975–1978 гг., и в современный период 1995–2009 гг. Режимный сдвиг в 1980–х к потеплению в Японском море, наиболее выраженный в зимний период (Зуенко, 2008), а также преобладание в популяции производителей старших возрастов обусловили наиболее раннее начало нереста (во второй – третьей декадах февраля) в 1983–1994 гг.

В преднерестовых скоплениях во всех популяциях тихоокеанской сельди половые продукты производителей находятся на IV стадии зрелости. Температура воды 2–3 °С наиболее благоприятна для развития гонад до V стадии, проходящего в короткие сроки, в течение 6–7 дней. После этого сельдь в масе подходит на нерест непосредственно

в прибрежную зону, где, в свою очередь, половые продукты дозревают до текущего состояния (Фридлянд, 1951; Посадова, 1985а). В мористой части шельфовых вод Приморья в верхнем слое моря в конце зимы температура изменяется от минус 1,6–0,0 °С до плюс 0,9–2,5 °С; в прибрежной зоне зал. Петра Великого (по данным ГМС Гамов и Токаревский) повышение температуры начинается в третьей декаде февраля, а во второй декаде марта (ГМС Гамов) и третьей декаде марта (ГМС Токаревский) переходит через 0 °С в сторону положительных значений. Интенсивный прогрев начинается во второй половине апреля (Мороз, Винокурова, 2000).

Зимующие в относительно теплом промежуточном слое открытых вод зал. Петра Великого сельди (в основном рыбы крупной категории и старшевозрастных групп) созревают в конце зимы при более раннем прогреве моря, чем в прибрежных районах, поэтому производители вынуждены подходить на нерестилища, еще покрытые льдом в феврале и марте. По неопубликованным данным В.П. Посадовой (1985б, 1995) часть популяции зимует в мелководной части залива, или на местах нагула вблизи нерестилищ, в эстуариях рек и созревает после выноса льда и потепления в прибрежной зоне. В основном это младшевозрастные группы, икрометание которых проходит по открытой воде в апреле и мае. Поскольку сроки нереста сельди дифференцированы по размерно-возрастному принципу, в зал. Петра Великого нерест рыб крупной категории и старшевозрастных групп проходит в зимний гидрологический сезон – в феврале-марте, в весенний сезон преобладает массовый ход трехлеток (первая и вторая декады апреля) и впервые созревающих двухлеток, в основном нерестующих позже – в третьей декаде апреля и в мае.

По вкладу в суммарную величину популяционной плодовитости была исследована эффективность воспроизводства в зимний, весенний и поздневесенний сезоны. Сопоставление количества икры, отложенной самками сельди по сезонам, и величины удельного пополнения показало, что в большинстве случаев наиболее благоприятные условия для выживания сельди складываются при массовом нересте в апреле, преимущественно во второй декаде. При невысокой плотности обыврения субстрата результативный нерест возможен во второй декаде марта. В мае успешный нерест вероятен для впервые нерестующих двухгодовиков. Ранний нерест в феврале и в начале марта, как правило, неэффективен.

Инкубация икры сельди в зал. Петра Великого длится от 70 до 15 дней в зависимости от температуры воды, изменяющейся в период нереста от слабонегативной до 9,0–10,0 °С. Наиболее ранний выклев личинок сельди наблюдается в конце первой декады апреля, массовый выклев обычно бывает в первой декаде мая, процесс выклева продолжается до конца мая (Амброз, 1931; Посадова, 1985а; Чупышева, Богаткин, 1985; Нуждин, 1994). В прибрежных водах Японского моря в апреле и мае получают развитие весенний и поздневесенний гидробиологические сезоны, межгодовая изменчивость их сроков зависит от температурного режима вод (Надточий, Зуенко, 2001). В случае нереста в конце марта – апреле и появления личинок сельди в конце апреля – начале мая переход их к активному питанию может совпадать с наиболее продуктивным весенним гидробиологическим сезоном. После майского нереста в теплых температурных условиях выклев возможен в конце мая – начале июня, при этом питание личинок будет зависеть от оби-

лия и весеннего, и поздневесеннего зоопланктона. Длительный период нереста и выклева личинок сельди в зал. Петра Великого повышает возможности расширения разнокачественности в темпе роста особей одного поколения и развития форм с разной продолжительностью жизни и разными моделями роста.

Современное состояние запаса сельди зал. Петра Великого

В Японском море в период высокой численности сельди каждая из обитающих здесь популяций сельди занимала все пригодные для нереста районы, их нерестовые ареалы перекрывались. В 1920-х и 1950-х гг. вместе с сокращением численности началось постепенное смещение центров воспроизводства сахалино-хоккайдской сельди и корейского стада в северном направлении на фоне общего потепления вод в Японском море в эпохи зональной циркуляции атмосферы (Пробатов, 1954; Гаврилов, Посадова, 1982).

В зал. Петра Великого до настоящего времени сохранились традиционные нерестилища сельди. В то же время в этом районе в разные фазы климатического 60-летнего цикла (Шунтов, Темных, 2006; Кляшторин и др., 2011) репродуктивная стратегия в популяции различалась. На растущей ветви цикла в периоды высокой численности в первой половине 1920-х гг. и в середине 1970-х гг. нерестовое стадо сельди формировалось долгоживущими поколениями с длительным генеративным периодом (максимальный возраст достигал 13 лет); при подъеме запасов в первой половине 1950-х гг., на нисходящей ветви цикла, преобладали рано созревающие короткоцикловые генерации с более высокой потенциальной скоростью воспроизводства. В настоящее время в границах 60-летнего цикла на его нисходящей вет-

ви в популяции сельди зал. Петра Великого в возрастном составе преобладают рыбы в возрасте два и три года, максимальный возраст составляет семь лет, причем особи шести-семи лет в разные годы либо отсутствуют, либо встречаются в незначительных количествах.

После подъёма численности середины 1970-х–1980-х гг. к 1992–1993 гг. запасы уменьшились до 4,0 тыс. т и с небольшими межгодовыми колебаниями этот уровень сохранялся до 2009 г. (рис. 9). По результатам донной съёмки

в зал. Петра Великого в сентябре-октябре 2010 г. биомасса сельди была оценена в объёме 24,05 тыс. т, из них 18,4 тыс. т или 76,7% определяли сеголетки (поколение 2010 г.), величина половозрелой части составила 5,6 тыс. т. В 2011–2016 гг. данные учётных съёмок показали тенденцию роста численности и биомассы сельди в зал. Петра Великого. Наибольшая величина запаса (для современного периода) была отмечена в 2014 г. – 24,9 тыс. т, также за счёт многочисленных сеголеток (рис. 10). К началу



Рис. 9. Биомасса сельди в зал. Петра Великого в 1964–2008 гг. (по данным контрольного лова) и учётный запас по результатам донных съёмок в 2004–2016 гг.

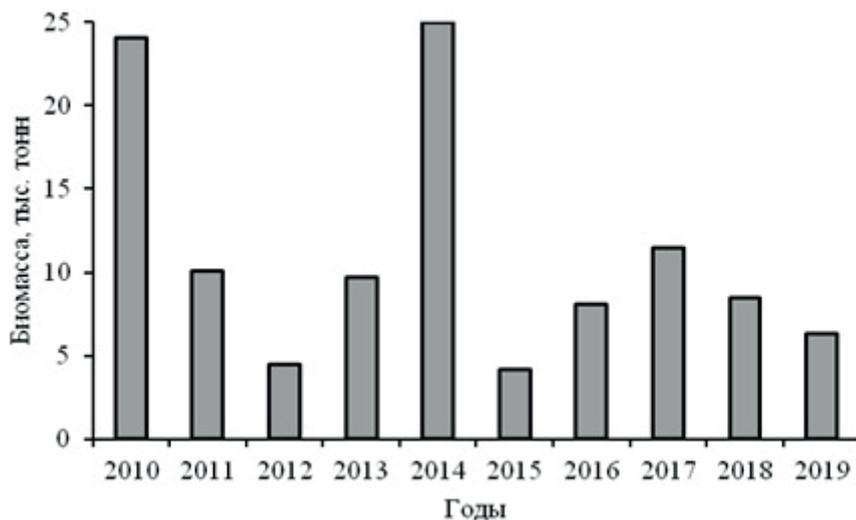


Рис. 10. Биомасса сельди зал. Петра Великого по данным учётных съёмок.

2020-х гг. биомасса сельди в зал. Петра Великого находится на уровне, близком к средней величине за период 2015–2019 гг. и составляет 7,6 тыс. т.

По материалам исследований с 1910 г. до настоящего времени было установлено, что общий уровень численности поколений сельди в зал. Петра Великого повышался по мере приближения к 11-летнему минимуму солнечной активности, в переходные периоды между потеплением в Японском море и похолоданиями у восточного побережья Японии (Гаврилов, Посадова, 1982). На снижении, минимуме и начале роста современного 11-летнего цикла солнечной активности в зал. Петра Великого появились урожайные поколения 2014, 2015, 2017, 2018 гг. По данным Бельгийской Обсерватории (<http://sidc.be>) следующий минимум солнечной активности ожидается в 2029–2030 гг. Кроме того, к 2027–2031 гг. прогнозируется комбинированный тип атмосферной циркуляции (Сидоренков, Орлов, 2008), что повышает вероятность формирования урожайных поколений сельди в зал. Петра Великого в этот период.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сельдь зал. Петра Великого, обитающая на южной окраине ареала вида и значительно уступающая другим дальневосточным популяциям морских сельдей по уровню запасов, периодически способна формировать относительно высокую численность.

В популяции сельди зал. Петра Великого повторяемость урожайных поколений существенно возрастает в тёплые годы, если преобладают короткоцикловые генерации, и в периоды похолоданий, если доминируют долгоживущие. Причём уровень численности в разные климатические фазы различается. Долгоживущие быстрорастущие поколения

в ответ на благоприятные условия способны по ряду биологических показателей (таких как более высокая плодовитость, длительность генеративного периода особей в течение жизни, более широкий нагульный и нерестовый ареалы, чем у короткоцикловых поколений) наращивать высокую численность.

Многолетняя динамика соотношения размерных категорий в рассматриваемых поколениях следует тенденции преобладания группировок с замедленным ростом в поколениях в годы низкой численности и доминирования сельди с высоким темпом роста в генерациях в периоды формирования значительных запасов. Выделенные в разновозрастных классах сельди зал. Петра Великого категории рыб, различающиеся по темпу роста, длительности жизненного цикла, минимальной длине и возрасту полового созревания, демонстрируют адаптивные возможности вида, даже в пределах популяции, к относительно быстрому во времени формированию группировок рыб: одни из них способны существовать в локальных условиях прибрежных районов, а другие совершают протяжённые миграции в периоды нагула и зимовки.

Долгопериодные и межгодовые вариации ростовых параметров, замедляющиеся в годы низкой численности и ускоряющиеся в периоды роста запасов, которые наблюдаются в популяции зал. Петра Великого, известны также у восточноберингоморской сельди, но в большинстве дальневосточных популяций в периоды высокой численности и в годы глубокой депрессии скорость линейного роста ниже, чем в периоды средней и низкой численности.

После подъёма численности середины 1970-х–1980-х гг. низкий уровень численности с небольшими межгодовыми колебаниями сохранился до 2009 г.

В 2010–2016 гг. данные учётных съёмки показали тенденцию роста численности и биомассы сельди в зал. Петра Великого. В 2010-х гг. кроме урожайного поколения 2010 г., появились генерации повышенной численности 2014, 2015, 2017, 2018 гг.

В современный период низкой численности в популяции преобладают поколения с укороченным жизненным циклом, низким темпом роста, минимальной длиной впервые созревающих особей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аксютин З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М: Пищевая пром-сть, 1968. 289 с.
- Амброз А.И. Сельдь (*Clupea harengus pallasii* С. V.) залива Петра Великого // Изв. ТИНРО. 1931. Т. 6. 313 с.
- Анохина Л.Е. О связи плодовитости, изменчивости размеров икринок и жирности беломорской сельди // Докл. АН СССР. 1960. Т. 133, № 4. С. 960–963.
- Анохина Л.Е. Закономерности изменения плодовитости рыб. М.: Наука, 1969. 291 с.
- Богданов Г.А. О принципах оценки ОДУ тихоокеанских сельдей // Методические аспекты исследований рыб морей Дальнего Востока // Труды ВНИРО. 2006. Т. 146. С. 58–66.
- Богданов Л.В., Флусова Г.Д., Билим Л.А., Шелобод Л.М. Популяционно-генетические исследования тихоокеанской сельди (*Clupea harengus pallasii*) // Биохимическая и популяционная генетика рыб. Сб. науч. трудов Ленинград, 1979. С. 74–82.
- Бородин Р.Г. Применение метода виртуальных популяций для оценки некоторых параметров промыслового стада рыб // Обзорная информация. Промышленное рыболовство. М.: ЦНИИТЭИРХ, 1982. С. 25–46.
- Вдовин А.Н., Черноиванова Л.А. Многолетняя динамика некоторых параметров популяции тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* (Clupeidae) залива Петра Великого (Японское море) // Вопр. ихтиологии. 2006. Т. 46. № 1. С. 54–61.
- Гаврилов Г.М. Состав, динамика численности и промысел рыб в экономической зоне России и прилегающих водах Японского моря // Изв. ТИНРО-Центра. 1998. Т. 124. С. 271–319.
- Гаврилов Г.М., Посадова В.П. Динамика численности тихоокеанской сельди *Clupea pallasii pallasii* Valenciennes (Clupeidae) залива Петра Великого // Вопр. ихтиологии. 1982. Т. 22. Вып. 5. С. 760–772.
- Горбачев В.В., Смирнов А.А. Влияние некоторых экологических факторов на поток генов и популяционную структуру тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) // Рыбн. хозяйство. 2018. № 1. С. 23–27.
- Горбачев В.В., Соловечук Л.Л., Черноиванова Л.А. Внутривидовая структура тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* Valenciennes, 1847 (Clupeidae: Clupeiformes) Японского и южной части Охотского морей по данным об изменчивости контрольного региона митохондриальной ДНК // Биол. моря. 2011. Т. 37. № 6. С. 472–476.
- Зуенко Ю.И. Промысловая океанология Японского моря: монография. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2008. 227 с.
- Иванков В.Н. Плодовитость рыб. Владивосток: ДВГУ, 1985. 87 с.
- Ившина Э.Р. Основные черты биологии и современное состояние запасов сельди (*Clupea pallasii* Valenciennes, 1847) юго-западного Сахалина: Автореф. дис. канд. биол. наук. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2008. 19 с.
- Измятинский Д.В. Характеристика сообщества рыб элиторали залива Петра Великого (Японское море) в период гидрологического лета // Вопр. ихтиологии. 2005. Т. 45. № 3. С. 315–323.
- Кагановский А.Г. К вопросу о состоянии сельдевых стад Приморья // Изв. ТИНРО. 1938. Т. 14. С. 19–35.
- Кляшторин Л.Б., Борисов В.М., Любушин А.А. Влияние изменений климата на ди-

намику численности сельди и трески Арктического региона. Возможности прогнозирования // Вопр. рыболовства. 2011. Т. 12. № 1 (45). С. 101–113.

Курносков Д.С., Орлова С.Ю., Смирнова М.А. Генетическая изменчивость тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii* Val.) Охотского моря и озера Айнского по микросателлитным локусам // Изв. ТИНРО. 2016. Т. 187. С. 116–121.

Мейен В.А. О причинах колебания размеров икринок костистых рыб // Докл. АН СССР. 1940. Т. 28. № 7. С. 654–656.

Мороз И.Ф., Винокурова Т.Т. Некоторые черты пространственно-временной изменчивости температуры шельфовых вод Приморья // Изв. ТИНРО–Центра. 2000. Т. 127. С. 89–99.

Надточий В.В., Зуенко Ю.И. Сезонные изменения планктона в северо-западной части Японского моря // Гидробиологический журнал. 2001. Вып. 37. № 6. С. 10–18.

Науменко Н.И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. Петропавловск–Камчатский: Камчат. печат. двор, 2001. 330 с.

Науменко Н.И. О росте тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Сб. научных трудов. Петропавловск–Камчатский: КамчатНИРО, 2002. Вып. 6. С. 67–74.

Нуждин В.А. Видовой состав и распределение зимне-весеннего ихтиопланктона в северной части Японского моря // Изв. ТИНРО. «Ихтиопланктон северной части Тихого океана». 1994. Т. 115. С. 92–107.

Паренский В.А. Формирование пополнения в популяции корфо-карагинской сельди // Биология моря. 1999. Т. 25. № 2. С. 152–153.

Посадова В.П. Межгодовая изменчивость нерестовых подходов сельди залива Петра Великого // Сельдевые северной части Тихого океана. Владивосток: ТИНРО, 1985а. С. 22–29.

Посадова В.П. Биология и состояние запасов сельди залива Петра Великого. Отчёт о НИР. Архив ТИНРО. Арх. № 19572. 1985б. 75 с.

Посадова В.П. Состояние запасов сельди залива Петра Великого // Изменчивость состава ихтиофауны, урожайности поколений и методы прогнозирования запасов рыб в северной части Тихого океана. Владивосток: ТИНРО, 1988. С. 64–69.

Посадова В.П. Состояние запасов и структура популяции сельди залива Петра Великого. Отчет о НИР. Архив ТИНРО. Арх. № 22028. 1995. 26 с.

Пробатов А.Н. Распределение и численность нерестовой сельди у восточных берегов Японского моря // Изв. ТИНРО. 1954. Т. 39. С. 21–58.

Пушикова Г.М., Ившина Э.Р. Некоторые данные о районах и условиях нереста сельди (*Clupea pallasii*) декастринской популяции // Вопр. рыболовства. 2006. Т. 7. № 3 (27). С. 481–490.

Риклефс Р. Основы общей экологии. М.: Мир, 1979. 424 с.

Рыбникова И.Г. Популяционная структура тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* (Valenciennes) Японского и Охотского морей. Автореф. дис. канд. биол. наук. Владивосток: ИБМ ДВО РАН, 1999. 23 с.

Сидоренков Н.С., Орлов И.А. Атмосферные циркуляционные эпохи и изменения климата // Метеорология и гидрология. 2008. № 9. С. 22–29.

Смирнов А.А. Гижигинско-камчатская сельдь: монография. Магадан: МагаданНИРО, 2009. 149 с.

Состояние промысловых ресурсов. Прогноз общего вылова гидробионтов по дальневосточному рыбохозяйственному бассейну на 2017 г. (краткая версия). Владивосток: ТИНРО, 2019. 448 с.

Спановская В.Д., Григораши В.А., Лягина Т.Н. Динамика плодовитости рыб на примере плотвы (*Rutilus rutilus* L.) // Вопр. ихтиологии. 1963. Т. 3. Вып. 1. С. 67–83.

Трофимов И.К. Особенности репродуктивной биологии тихоокеанской сельди *Clupea pallasii pallasii* озера Нерпичье (Камчатка) // Там же. 1996. Т. 36. № 4. С. 496–501.

Тюрнин Б.В. Структура нерестовой популяции сельди северо-западной части Охотского моря, её динамика и биологические основы прогнозирования улова // Автореф. дис. канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО, 1975. 23 с.

Фридлянд И.Г. Размножение сельди у юго-западного берега Сахалина // Изв. ТИНРО. 1951. Т. 35. С. 105–145.

Черноиванова Л.А. Оогенез сельди. Деп. во ВНИЭРХ, 1994. 40 с.

Черноиванова Л.А. Особенности оогенеза тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii* Val) // Тез. докл. Междунар. науч. конф. «Биологические основы устойчивого развития прибрежных морских экосистем». Мурманск, 2001. С. 264.

Черноиванова Л.А. Плодовитость сельди *Clupea pallasii* залива Петра Великого (Японское море) // Вопр. рыболовства. 2005. Т. 6. № 4 (24). С. 675–686.

Черноиванова Л.А. Популяционная плодовитость сельди *Clupea pallasii* залива Петра Великого (Японское море) // Там же. 2011. Т. 12. № 1 (45). С. 37–47.

Черноиванова Л.А. Эффективность воспроизводства тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* Val залива Петра Великого (Японское море) в зависимости от биологического состояния производителей и изменчивости среды // Изв. ТИНРО–Центра. 2013. Т. 175. С. 42–55.

Черноиванова Л. А., Ким Л.Н. Дифференциация по размерам в возрастных классах сельди *Clupea palasii* Val. залива Петра Великого (Японское море) // Морские биологические исследования: достижения и перспективы. Сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. с межд. участием. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. Т. 3. С. 475–478.

Черноиванова Л.А, Панченко В.В., Соломатов С.Ф. Современное состояние запасов тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* в российских водах материкового побережья Японского моря (подзона Приморье) // Водные биологические ресурсы: состояние, мониторинг, управление. Сб. материалов Всерос. науч. конф. с межд. участием. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2017. С. 74–79.

Черноиванова Л.А. Динамика показателей линейного роста сельди *Clupea pallasii* залива Петра Великого (Японское море) // Вопр. ихтиологии. 2020. Т. 60. № 2. С.183–191.

Чунышева Н.Г., Богаткин Ю.Н. Особенности развития и выживаемости икры сельди зал. Петра Великого на искусственных и естественных нерестилищах // Сельдевые северной части Тихого океана. Владивосток: ТИНРО, 1985. С. 41–49.

Чунышева Н.Г., Жук А.П. К вопросу о повышении эффективности воспроизводства сельди зал. Петра Великого с помощью искусственных нерестилищ // Тез. докл. IV Всесоюзного совещания по научно-техническим проблемам марикультуры. Владивосток, 1983. С. 82–83.

Чунышева Н.Г., Пегливаньян В.А., Грутман М.А. Материалы к определению эффективности воспроизводства сельди залива Петра Великого на искусственных нерестилищах. Отчет о НИР. Владивосток, 1986. Архив ТИНРО. Арх. № 19948. 40 с.

Шунтов В.П., Темных О.С. Современные перестройки в морских экосистемах в связи с климатическими изменениями: приоритетность глобальных или региональных факторов? // Современные глобальные изменения природной среды. М.: Научный мир, 2006. С. 49–64.

**BIOLOGICAL CHARACTERISTIC OF HERRING
OF PETER THE GREAT BAY (JAPAN SEA)**

© 2022 y. L.A. Chernoiwanova

*Pacific branch Russian Federal Research Institute of the Fisheries and Oceanography,
Vladivostok, 690091*

Herring in Peter the Great Bay (*Clupea pallasii*) lives on the southern outskirts of the species' range, is significantly inferior to other Far Eastern herring populations in level of stock, but is periodically able to form a relatively high abundance. A long-term analysis of the length-age composition showed the presence in this population of fish groups that differ in life cycle duration, puberty time, and population dynamics. Stock level and success of reproductive strategy of herring in Peter the Great Bay determines the coincidence of intrapopulation factors and favorable features of the current climatic phase. In each new background, the population undergoes the initial stage of formation of the corresponding reproductive organization, preceding the increase in abundance.

Keywords: Herring, abundance, generation, age, fecundity, reproduction conditions

СЕЛЬДИ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ: РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ БИОЛОГИИ, СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ И ПРОМЫСЕЛ

© 2022 г. А.А. Смирнов^{1,2}, А.В. Датский¹, Н.П. Антонов¹

¹Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), г. Москва, 107140

²Северо-Восточный государственный университет (СВГУ), г. Магадан, 685000
E-mail: andrsmir@mail.ru

Поступила в редакцию 22.03.2022 г.

Представлены сведения о распределении и основных чертах биологии крупнейших группировок сельдей Берингова моря: корфо-карагинской и восточноберингоморской. Приведены данные об особенностях их воспроизводства. Показаны состояние запасов и промысла.

Ключевые слова: сельдь, *Clupea pallasii*, распределение, размер, масса тела, возраст, запас, промысел

ВВЕДЕНИЕ

Один из важнейших объектов российского промысла в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне, к которому относятся Берингово, Охотское и Японское моря, – тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii* (Науменко, 2001; Антонов и др., 2016 а), которая представлена тремя экологическими формами – морской, прибрежной и озерно-лагунной. В российских водах северо-западной части Тихого океана обитают шесть популяций морской и 21 популяция прибрежной и озерно-лагунной форм (Науменко, 2001). В Беринговом море существуют два типа сельди: морская (корфо-карагинская, анадырская и восточноберингоморская или прибыловская сельдь) и озёрная сельдь, обитающая в лагунах Анадырского залива (Барсуков, 1958; Качина, 1986; Фадеев, 1986; Нагульная сельдь..., 2001, 2004).

Диапазон глубин обитания морских сельдей составляет 25–475 м,

чаще она встречается на глубинах менее 150 м (James, Smith, 1988). Кроме того, в юго-восточной части Чукотского моря (зал. Коцебу и прилегающая акватория) встречается сельдь, которую одни специалисты (Barton, 1978; Barton, Weststad, 1980) относят к восточноберингоморскому стаду, а другие (Науменко, 1983; Науменко, Джагильдин, 1987) выделяют в отдельную группировку.

Есть мнение, что акватория Берингова моря имеет оптимальные значения факторов среды для тихоокеанской сельди (Строганов и др., 2021), при этом генетическая гетерогенность сельдей Берингова моря выше, чем у охотоморских сельдей (Семенова и др., 2018).

Цель настоящей публикации – привести и проанализировать имеющиеся данные по распределению, основным чертам биологии, состоянию запасов и промыслу сельдей западной части Берингова моря.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Содержание статьи основано на материалах, полученных в ходе изучения рыбных сообществ западной части Берингова моря на научно-исследовательских и промысловых судах с использованием различных орудий лова (донные и разноглубинные тралы, снюрреводы). Сбор данных осуществляли с 1995 по 2020 гг. на акватории от м. Олюторский до Берингова пролива общей площадью свыше 200 тыс. км². Исследования преимущественно выполняли в теплый период года (июль-сентябрь), но в отдельные годы информация была получена в апреле-июне и октябре-феврале. Работы проведены на глубинах 2–800 м, в основном – в диапазоне 50–300 м.

Перечень рейсов и береговых наблюдений, характеристики используемых орудий лова и методики проведения сбора биологического материала по морским рыбам (включая сельдь) подробно описаны в ранее опубликованных работах (Правдин, 1966; Датский, Андронов, 2007; Datsky, 2015; Датский, 2016). При описании биологии сельди использованы данные 2,9 тыс. промеров длины тела, 1,6 тыс. биологических анализов (полных (ПБА) или только со вскрытием). Для размерно-весовой характеристики рыб измеряли длину тела по Смитту (fork length, FL) с точностью до 1 см и определяли общую массу тела. При выполнении ПБА стремились к представлению в достаточном количестве проанализированных рыб не только массовых размерных групп, наиболее часто встречающихся в уловах, но и крупных, и мелких особей обоих полов. Для этого целенаправленно отбирали по 5–10 экз. самцов и такое же количество самок на 1 см размерного ряда. В большинстве рейсов представителей ихтиофауны взвешивали на весах, предназначенных для работы в условиях морской

качки, с погрешностью 0,1 г. Возраст рыб определяли по чешуе. Соотношения полов, размерно-возрастной состав, распределение рыб по стадиям зрелости гонад вычисляли, как среднеарифметические значения относительных величин по годам. Построение карт распределения сельди проводили с использованием компьютерной программы «Surfer».

Сырьевая база рыболовства сельди в западной части Берингова моря с 2000 по 2020 гг. была обеспечена ежегодными распоряжениями Правительства РФ (2000–2005 гг.), приказами Министерства сельского хозяйства РФ (2006, 2007, 2013–2020 гг.), Государственного комитета РФ по рыболовству (2008 г.) и Федерального агентства по рыболовству (2009–2012 гг.), которые устанавливали общие допустимые уловы (ОДУ) водных биологических ресурсов. После выведения в 2009 г. части ВБР в категорию объектов (в частности, в 2014 г. сельдь Западно-Берингоморской зоны), на которые ОДУ не устанавливается, виды и объёмы возможного (рекомендованного) вылова (РВ) таких ресурсов также регламентировали ежегодными приказами Росрыболовства (2009–2020 гг.). Вылов сельди и её освоение анализировали по данным оперативной отчетности предприятий (ООП), отраслевой системы мониторинга (ОСМ). Для доступа и первичной обработки использовали программу «FMS analyst» (Vasilets, 2015).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Распределение сельди. Сельдь – стайная пелагическая рыба, глубина её обитания в Беринговом море доходит до 475 м (James, Smith, 1988). Арел наиболее крупного в западной части Берингова моря корфо-карагинского стада охватывает заливы Карагинский, Корфа и Олюторский, а также акваторию, расположенную вдоль корякского побере-

жья. Зона распространения этой сельди на северо-восток обычно ограничена м. Наварин (Медников, 1957; Прохоров, 1968; Фадеев, 1986; Науменко, Бонк, 1999).

Нерестовая миграция корфо-карагинской сельди начинается в апреле. Сразу же после окончания нереста половозрелая рыба покидает Карагинский залив и выходит в открытые воды моря и в район между мысами Олюторский и Наварин, преодолевая при этом в течение 1–2 месяцев расстояние более 1000 км. В зависимости от численности стада, протяжённость нагульных миграций изменяется: чем выше численность, тем дальше на северо-восток распространяется нагульная сельдь (Качина, 1981; Науменко, 2001; Антонов, 2011; Антонов и др., 2016 а). С середины августа корфо-карагинская сельдь, умеренно питаясь, смещается в западном направлении. При этом часть рыб появляется в восточной части Олюторского залива, часть – вблизи бухт Павла, Наталии, Экспедиции. В октябре сельдь концентрируется на глубинах до 80 м по обе стороны Олюторского залива. К ноябрю почти вся половозрелая часть популяции скапливается в восточной половине залива на глубинах 90–130 м. В декабре сельдь одним большим скоплением перемещается в западную половину Олюторского залива. Зимует она южнее м. Говен на участке шельфа, сравнительно далеко проникающего в Камчатскую впадину, на глубинах 150–200 м (Науменко, 2001).

Восточноберингоморская сельдь с конца октября до начала апреля концентрируется к северо-западу от островов Прибылова (Дудник, Усольцев, 1964; Рудомиллов, 1975). После размножения она на месяц-два задерживается в прибрежных мелководных участках, интенсивно питаясь и смещаясь на большие

глубины, не уходя далеко от мест воспроизводства. В дальнейшем часть сельди мигрирует на нагул в западные районы Берингова моря. Массовые миграции таких рыб из восточной части моря в северо-западную часть начинаются в июне при формировании определённых океанологических факторов, при этом наблюдаются два варианта развития их нагульных миграций, характерных для периодов с высокой и низкой численностью популяций (Лобода, Жигалин, 2017). В начале лета восточноберингоморская сельдь заходит в Анадырский залив и образует промысловые скопления в его центральной и северо-восточной частях (Нагульная сельдь..., 2004, 2021). Как правило, такие рыбы предпочитают нагуливаться на глубинах 60–170 м, мигрируя с лета по осень в юго-западном направлении вплоть до 177° в.д. (рис. 1, 2). В то же время корфо-карагинская сельдь практически не отмечается в августе-сентябре в районе между 174° и 177° в.д. и лишь ближе к ноябрю начинает концентрироваться здесь. Необходимо также отметить, что корфо-карагинская сельдь в течение всей жизни держится плотными косяками, легко поддающимися промышленной эксплуатации, а восточноберингоморская сельдь во время откорма рассредоточена на огромной акватории и не всегда формирует в этот период промысловые скопления (Науменко, 2001).

Наибольшие пелагические скопления восточноберингоморской сельди отмечены в сентябре 1995 г. в северо-восточной части Анадырского залива южнее бух. Провидения, где максимальный улов на глубинах 65–80 м достигал 18 т на часовое траление (Отчет о НИР..., 2004). Рыбы этой группировки составляли основу донных скоплений в заливе и частично на наваринском шельфе и в 1996, 2001–2002 гг.: в отдель-

СЕЛЬДИ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ

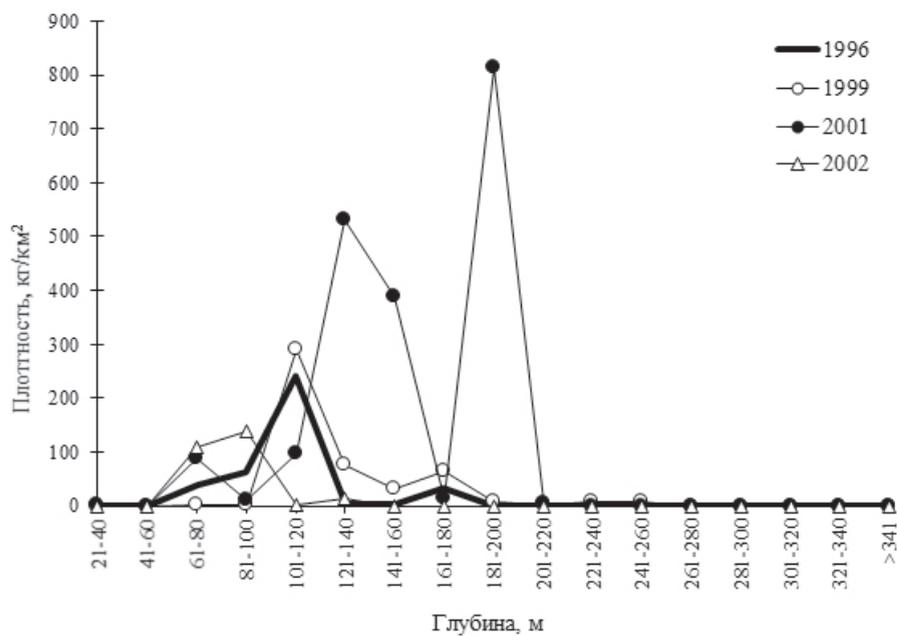


Рис. 1. Батиметрическое распределение биомассы (кг/км²) сельди в северо-западной части Берингова моря в летне-осенний период 1999–2002 гг.

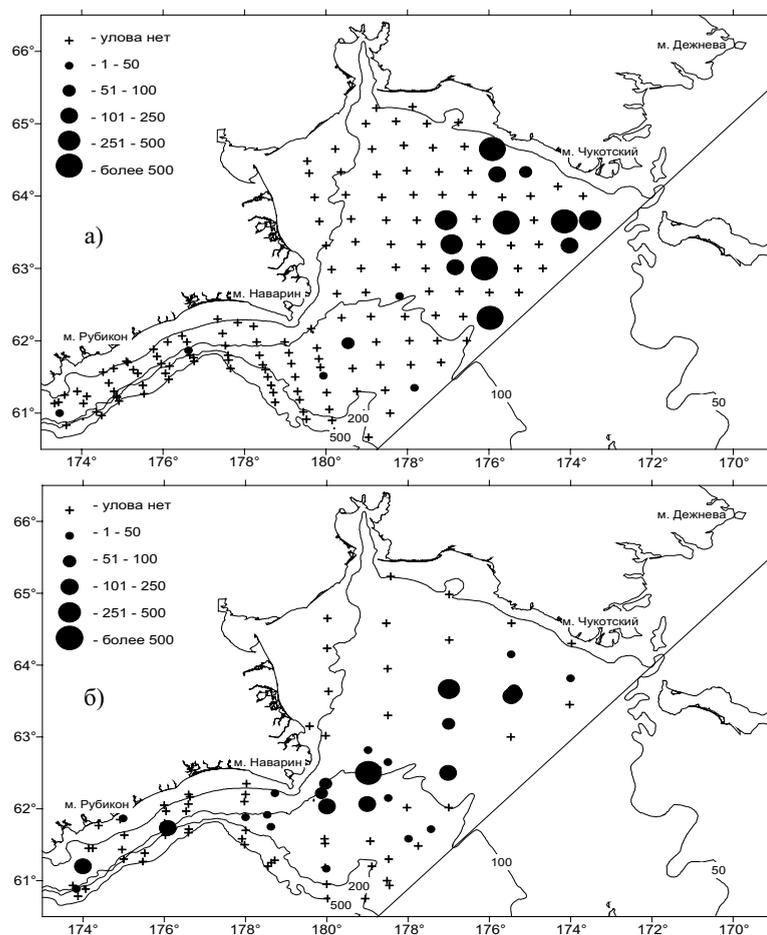


Рис. 2. Распределение и плотность сельди (кг/км²) в северо-западной части Берингова моря в июле-августе (А), августе-сентябре (Б) (по: Датский, Андронов, 2007).

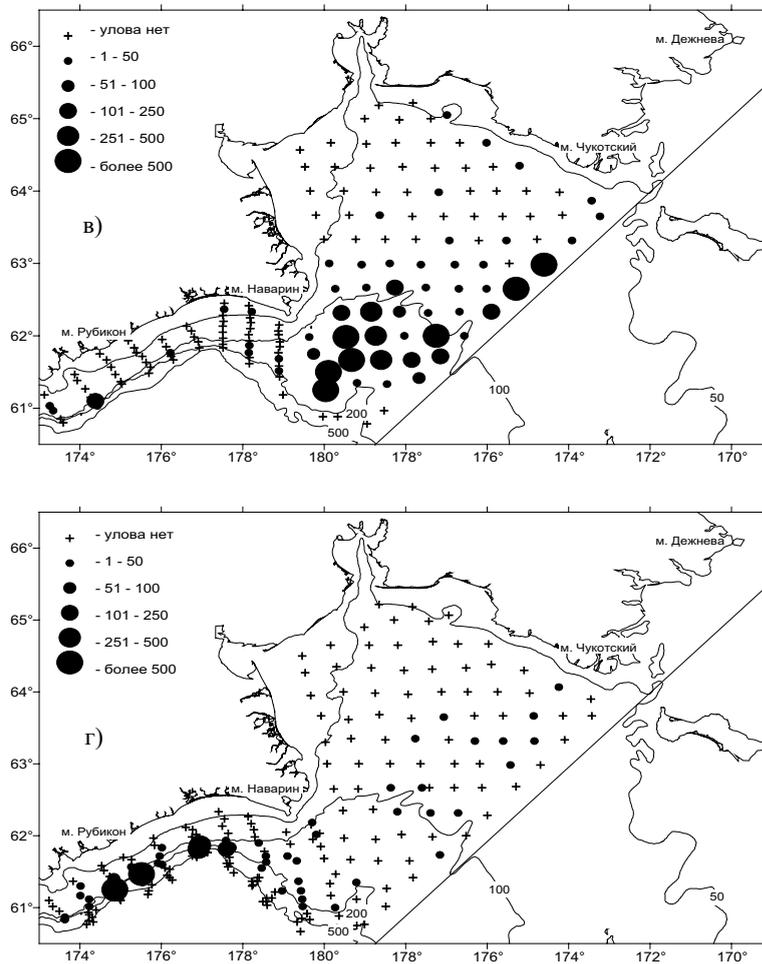


Рис. 2. Продолжение. Распределение и плотность сельди (кг/км²) в северо-западной части Берингова моря в сентябре-октябре (В), октябре-ноябре (Г) (по: Датский, Андронов, 2007).

ные годы относительная биомасса сельди достигала 26 т на 1 км². Массовые миграции корфо-карагинской группировки выявлены вдоль корякского побережья в 1999 г., при этом плотность биомассы рыб не превышала 3,1 т/км². В Анадырском заливе сельдь в этот период не образовывала промысловых скоплений (Датский, Андронов, 2007). В 2010–2015 гг. максимальные концентрации рыб (более 10 т/км) отмечались в восточной и юго-восточной частях Анадырского залива, а также в олюторско-наваринском районе и Олюторском заливе. В последнем случае скопления сформированы корфо-карагинской сельдью. В Чукотской зоне относительно высокие (до 1,3 т/час траления в 2012 г.)

уловы наблюдались только в придонном слое, а в пелагиали сельдь встречалась штучно (Лобода, Жигалин, 2017).

В северо-западной части Берингова моря в период осенней нагульной миграции наибольшие скопления взрослых рыб отмечаются на акватории с изобатами более 80 м. У тихоокеанской сельди, хорошо прослеживается изменчивость распределения возрастных групп по глубинам (рис. 3). Неполовозрелые особи, как во время нагула, так и на зимовке, придерживаются мелководья, а половозрелые, за исключением нерестового периода, обитают на больших глубинах в пределах шельфа. На глубинах до 50 м у корякского побережья преобладают сеголетки и годовики (Датский, Андронов, 2007).

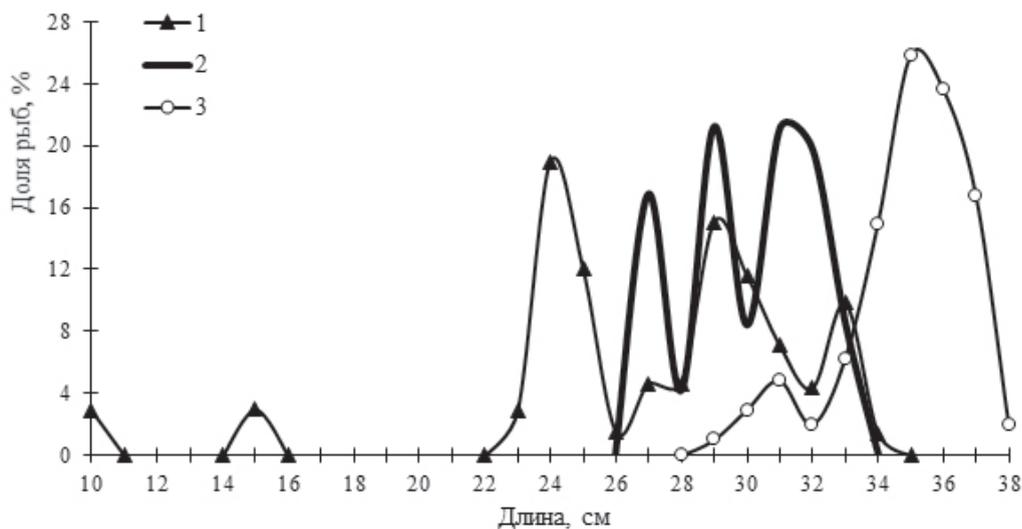


Рис. 3. Размерный состав сельди на глубинах 41–70 м (1, $n = 690$ экз., $FL_{ср.} = 27,1$ см), 71–100 м (2, $n = 118$ экз., $FL_{ср.} = 30,2$ см) и 101–130 м (3, $n = 660$ экз., $FL_{ср.} = 34,9$ см) в северо-западной части Берингова моря.

Биология сельди. Сельдь – пелагическая рыба, при этом в период суточных миграций она может образовывать значительные скопления и у дна. Она достигает длины 46 см, массы – 1,09 кг, предельного возраста – 18 лет (Науменко, 2001; Mecklenburg et al., 2016). Однако продолжительность жизни большинства популяций сельди не превышает 14 лет, основная масса нерестовых рыб имеет возраст 4–9 лет и длину 25–32 см (Качина, 1986; Нагульная сельдь..., 2001, 2004, 2021). Отличительной особенностью вида в северной части ареала является уменьшение размеров тела рыб с юга на север, обусловленное различием в скорости роста, на который влияют обилие, доступность и состав корма, а также температурные условия в период миграционной активности сельди (Качина, 1986; Науменко, 2001; Лобода, Жигалин, 2017). Действительно, наиболее крупные особи встречались в Олюторском заливе и у корякского побережья с постепенным снижением размеров тела с приближением к Берингову проливу (рис. 4). По последним данным (по устному сообщению А.В. Датского),

на чукотском шельфе сельдь была представлена особями длиной от 8 до 31 см, при этом основу придонных скоплений составляли рыбы длиной 9–15 см (около 48%).

Предельный возраст корфо-карагинской и восточноберингоморской сельдей составляет 15–18 лет, средний – от 3,4 до 5,1 лет (Науменко, 2001). Минимальная длина тела нерестовой корфо-карагинской сельди колебалась в пределах 23–28 см, максимальная – 31–38 см, средняя – 27–32 см. Для нагульной корфо-карагинской сельди минимальная длина составляла 15–25 см, максимальная – 30–39 см, средняя – 24–32 см. Для нагульной восточноберингоморской сельди минимальная длина колебалась в пределах 14–19 см, максимальная – 29–34 см, средняя – 24–30 см (Науменко, 2001). Средняя масса производителей корфо-карагинской сельди колебалась в пределах от 196 до 444 г (Науменко, 2001).

В олюторско-наваринском районе в траловых уловах встречалась сельдь длиной 8–39 см с преобладанием рыб размером тела 30–36 см (89,2%). В отли-

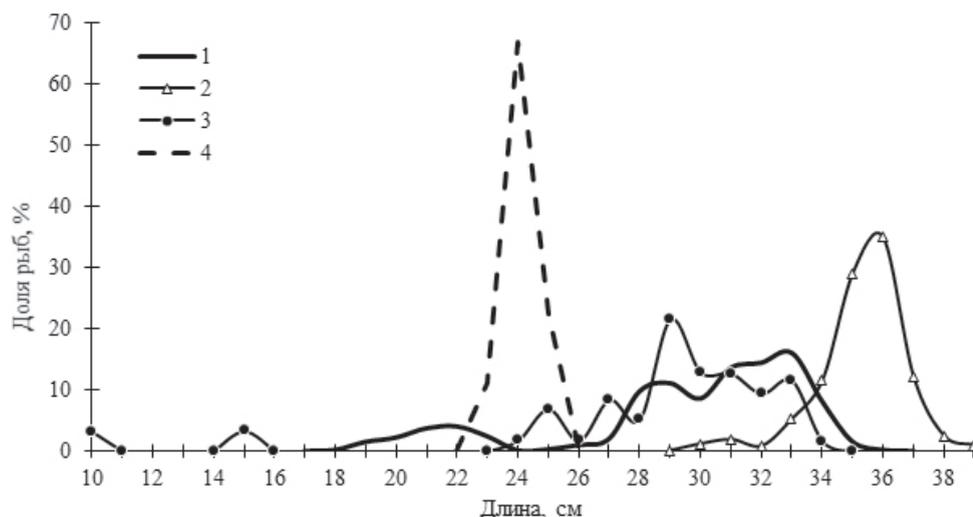


Рис. 4. Размерный состав сельди в Олюторском заливе (1, $n = 369$ экз., $FL_{\text{ср.}} = 29,1$ см), корякском районе (2, $n = 1766$ экз., $FL_{\text{ср.}} = 34,3$ см), северной части Анадырского залива (3, $n = 623$ экз., $FL_{\text{ср.}} = 28,3$ см) и бассейне Чирикова (4, $n = 180$ экз., $FL_{\text{ср.}} = 24,0$ см)

чие от трала, снюрреводом изымались исключительно крупные особи длиной 31–40 см с модой 33–36 см (62,0%). Следует отметить, что в целом доля мелкой сельди не превышала 10% уловов по численности (рис. 5). Отсутствие в уловах сельди младших возрастных групп предполагает, что акватория у корякского побережья (южнее 177° в.д.) используется для нагула в основном старшими возрастными группами, мигрирующими в этот район из Олюторского залива.

По годам размерный состав сельди существенно отличался вследствие разной урожайности отдельных поколений, при этом у дна в районе исследования преобладали как мелкие рыбы (1997, 2004 г.) (рис. 6 а, д), так и исключительно крупные особи (1998, 2002, 2005, 2012 г.) (рис. 6 б–г, е, ж). Так, в 1997 г. основу скоплений сельди формировали рыбы длиной 20–22 и 25–27 см в возрасте соответственно 2 и 3 года (поколения 1995 и 1994 г.). В 1998 г., наоборот, преобладали особи размером 30–36 см в возрасте 7–9 лет (поколения 1990–1992 гг.). В целом анализ межгодовой изменчиво-

сти размерно-возрастного состава сельди за период исследований показал повышенную численность в олюторско-наваринском районе генераций сельди 1990–1992, 1996–1998 и 2002 гг. (Датский, 2017).

В зависимости от преобладания того или иного поколения весовой состав уловов сельди также существенно отличался по годам. К примеру, при доминировании в 2004 г. рыб длиной 21–24 и 26–29 см основу вылова представляли особи массой 0,1–0,2 кг (67%), в меньшей степени – 0,3 кг (табл. 1). Тогда как в следующем году преимущественно облавливались крупные рыбы длиной 31–33 см и массой 0,35–0,45 кг (77%). В целом масса сельди варьировала в пределах 0,01–0,76 кг (Датский, 2017).

В северо-западной части Берингова моря с её мелководным Анадырским заливом размеры сельди увеличиваются с глубиной обитания, а на внешнем шельфе встречаются только рыбы длиной более 28 см (Датский, Андронов, 2007). В олюторско-наваринском районе с его узким шельфом такая зависи-

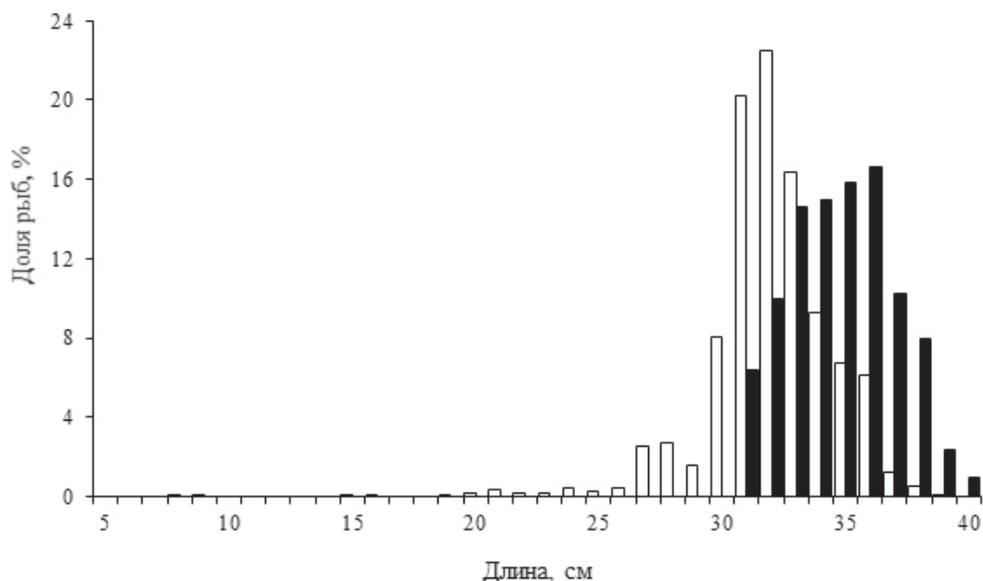


Рис. 5. Размерный состав (*FL*) сельди из уловов донных тралов (белые столбцы, $FL_{ср.} = 32,1$ см, $n = 6436$ экз.) и снюрреводов (черные столбцы, $FL_{ср.} = 34,8$ см, $n = 500$ экз.) в олюторско-наваринском районе Берингова моря в 1995–2015 гг.

мость не обнаружена. В прибрежных водах и за их пределами встречались и молодь, и половозрелые рыбы (Датский, 2017). Определяющим фактором такого их распределения могут быть как обилие и состав кормов в районе исследований, так и термические условия, непосредственно влияющие на миграционную активность сельди.

В течение первых 4 лет жизни сельдь достигает длины 25–27 см, в последующем ежегодный прирост длины не превышает 0,5–2,0 см. Прирост массы сравнительно не велик. При увеличении длины рыб с 20 до 30 см масса возрастает всего на 137 г, с 30 до 40 см – на 219 г. В целом общий прирост массы составил 26 г на каждый 1 см: в размерной группе 20–30 см – 20 г, 31–40 см – 31 г (Датский, 2017).

Зависимость массы тела от длины сельди описывается уравнениями: в донном трале – $W = 0,0198 \times FL^{2,8267}$ ($r = 0,95$; $n = 303$ экз.); в снюрреводе – $W = 0,0194 \times FL^{2,8514}$ ($r = 0,77$; $n = 50$ экз.).

Различий в размерно-весовом составе самок и самцов в основном не

наблюдается, последние лишь в старших возрастных группах незначительно уступают первым по длине и массе (у самок средний прирост массы на 1 см длины 27 г, у самцов – 22 г). Соотношение полов у сельди отличалось незначительным преобладанием самок (табл. 1), при этом самцы обычно созревают раньше и быстрее выходят из нерестового запаса (Качина, 1986). В прибрежных водах численность самок в уловах примерно равна количеству самцов, в редких случаях незначительно преобладают первые.

В многолетнем аспекте у корфо-карагинской сельди в возрастных классах 3, 4, 5 доля самок была всегда меньше 50%, в возрасте 6–8 лет соотношение полов равное, а в старших классах самок становилось более 50%. Доля самок по годам менялась от 40,9 до 59,3%, в среднем составляя 50%. При низком уровне запаса родительских особей доля самок была 51,2%, в период восстановления численности популяции становилось больше самцов – 52,3% (Науменко, 2001, 2012).

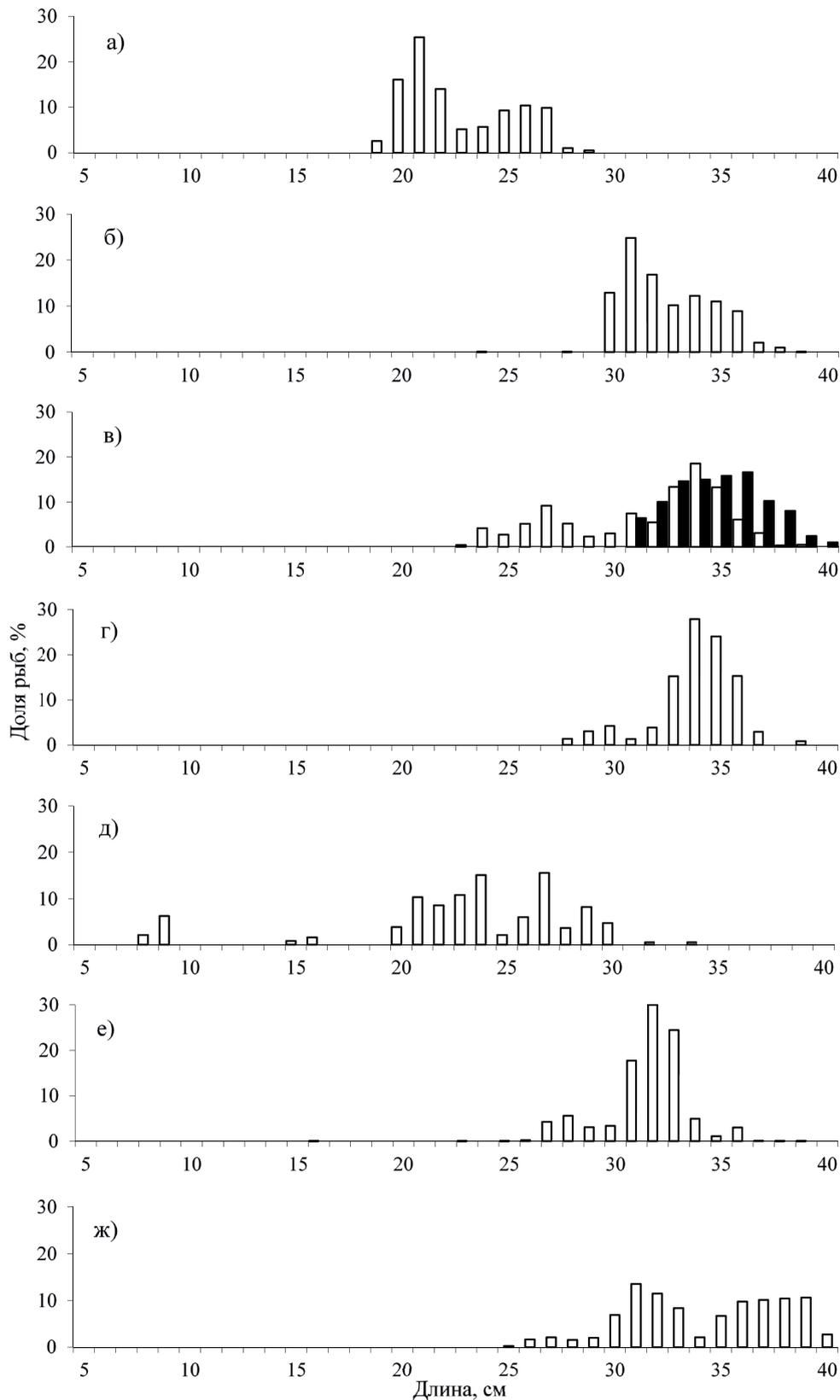


Рис. 6. Размерный состав (FL , см) сельди из уловов донных тралов (белые столбцы) и снюрреводов (чёрные столбцы) в олюторско-наваринском районе Берингова моря в разные годы: *а* – 1997, *б* – 1998, *в* – 1999 (трал) и 2000 (снюрревод), *г* – 2002, *д* – 2004, *е* – 2005, *ж* – 2012.

Таблица 1. Длина, масса и соотношение полов у тихоокеанской сельди из уловов в олюторско-наваринском районе Берингова моря

Сроки работ (месяц, год)	Число рыб, экз.	Длина (FL), см			Масса, кг			Соотношение самки : самцы
		самки	самцы	оба пола	самки	самцы	оба пола	
<i>Донный трал, ячея в кутце 10–12 мм</i>								
09.1996	19	34,5	33,7	33,9	0,478	0,475	0,476	0,5 : 1,0
11.1997	193	-	-	22,8	-	-	-	-
08–09.1999	103	30,4	29,4	29,8	0,303	0,280	0,289	0,7 : 1,0
09–10.2001	103	26,9	27,2	27,0	0,243	0,237	0,240	1,1 : 1,0
08.2002	78	34,4	33,1	33,8	0,445	0,404	0,424	1,0 : 1,0
10–11.2004	99	24,5	25,8	25,0	0,120	0,223	0,180	1,3 : 1,0
08–09.2005	486	-	-	31,7	-	-	0,385	1,3 : 1,0
07–08.2008	327	31,2	30,4	31,1	-	-	0,223	1,5 : 1,0
07–08.2012	4075	-	-	33,0	-	-	0,275	-
<i>Разноглубинный (пелагический) трал, ячея в кутце 30–110 мм</i>								
06–08.2014	65	35,3	34,8	35,0	0,353	0,351	0,352	2,0 : 1,0
<i>Снюрревод, ячея 35–40 мм</i>								
07–08.2000	50	33,1	33,1	33,1	0,406	0,431	0,423	0,4 : 1,0

Восточноберингоморская сельдь ранее массово созревала на втором-третьем году жизни при длине 17–20 см, в 2000-е гг. массовое созревание происходило на четвертом году жизни, корфо-карагинская – на пятом году при размерах тела 24–28 см (Прохоров, 1968; Качина, 1986; Науменко, 2001). При этом у корфо-карагинской сельди зрелые двухгодовики встречаются чрезвычайно редко, только в годы депрессии или низкого уровня нерестового запаса (Науменко, 2001).

Южнее м. Наварин, как правило, промысловый запас пополняют рыбы в возрасте от 5 лет (Прохоров, 1968; Науменко, Джагильдин, 1987). Следует отметить, что темп полового созревания сельди больше связан с упитанностью, нежели с увеличением её размеров (Качина, 1977).

Тихоокеанская сельдь относится к весенне-нерестующим рыбам, но в раз-

ных широтах Берингова моря её размножение происходит в разные сроки. В Анадырском лимане сельдь с текучими половыми продуктами регулярно ловят в мае-июле (Агапов, 1941; Андрияшев, 1954). Восточноберингоморская сельдь нерестится на восточном побережье Берингова моря, от п-ова Аляска до п-ова Сьюард, в Бристольском заливе, у восточных островов Алеутской гряды, островов Нельсон и Нунивак. Нерест восточноберингоморской сельди начинается после освобождения приливно-отливной зоны ото льда, при температуре 3,5–5,0°C, а в Бристольском заливе чаще при температуре 5,6–11,0°C (Науменко, 2001).

Нерест корфо-карагинской популяции проходит в период с конца апреля до начала июня и ранее наблюдался в зал. Корфа в узкой прибрежной зоне (от уреза воды до глубины 5–10 м) при

температуре воды 3–9°C (Световидов, 1949; Андрияшев, 1954; Медников, 1957; Прохоров, 1968; Качина, 1986). Со второй половины 1970-х годов основным районом её нереста являются заливы Анапка и Уала, расположенные в северной части Карагинского залива, причём ежегодно используются не все нерестилища, а вклад нерестилищ зал. Корфа в воспроизводство сельди уменьшился (Бонк, 2004).

Нерест всегда приурочен к литоральной зоне с глубинами не более 2 м, т.к. прибрежная мелководная зона в Карагинском заливе развита в большей степени, чем в других районах дальневосточных морей, где у иных популяций тихоокеанской сельди кладки икры находятся на значительно больших глубинах. В каждом отдельном районе воспроизводства корфо-карагинской сельди нерест длится от нескольких дней до 2–3 недель. Общая продолжительность размножения во всех районах составляет 3–25 сут. и зависит от уровня запаса родителей. В некоторые годы размножение начиналось при слабоотрицательных значениях температуры, в других – после прогрева литоральной зоны до 7°C (Науменко, 2001).

Локальные нерестилища сельди, вероятно, располагаются и вдоль коряжского побережья, при этом нерест здесь может проходить в более поздние сроки, нежели в южных районах, особенно в гидрологические холодные годы. К примеру, в сентябре аномально холодного 1999 г. значительная часть рыб (как самок, так и самцов) нерестились или находились в посленерестовом состоянии, в то время как в прочие годы в этот период основу уловов представляли особи с гонадами на начальных стадиях созревания (табл. 2).

Пищевой рацион сельди в Беринговом море составляют различные план-

ктонные организмы: амфиподы, эвфаузииды, гиперииды, копеподы, изредка рыба и личинки декапод (Качина, 1986). В северо-западной части моря преобладающими компонентами питания взрослой сельди являются эвфаузииды и крупные копеподы, при этом отмечено увеличение доли первых в северном направлении. Так, в августе-октябре 2001 г. их доля в питании рыб в направлении от Олюторского залива в Анадырский залив возросла с 40 до 97%, а копеподы, на долю которых в южных районах приходилось также около 40%, практически исчезли из рациона. В прибрежных водах сельдь потребляет в основном эвфаузиид, в меньшей степени, амфипод и копепод. Среди рыбных объектов она предпочитает молодь сайки, особенно на севере Анадырского залива (Датский, Андронов, 2007).

Состояние запасов. Ресурсы сельдевых рыб, в данном случае представленные одним видом – тихоокеанской сельдью, подвержены значительным флюктуациям (Науменко, 2001; Антонов, 2011; Антонов и др., 2016 б). Если рассматривать запасы сельди в целом по Дальневосточному рыбохозяйственному бассейну, то можно заметить её высокую биомассу в 1940–1960-х и 2000-х гг. Напротив, с конца 1970-х по конец 1990-х гг., когда наблюдался рост обилия тресковых рыб, этот вид имел сравнительно низкие запасы. В то же время динамика биомасс сельди отдельных группировок существенно различалась. Так, выявлены синхронные изменения обилия корфо-карагинской и гижигинско-камчатской сельди, наибольшие запасы которых наблюдались в 1950–1960-х и в конце 1990-х–начале 2000-х гг. Восточноберингоморская и охотская сельди обнаруживали схожую динамику обилия между собой с максимумами в 1961–1973 и 2009–2020 гг. При этом их биомасса была сравнитель-

Таблица 2. Распределение тихоокеанской сельди по стадиям зрелости гонад в олюторско-наваринском районе Берингова моря в июле-ноябре (%)

Месяц, год	Пол	Стадия зрелости гонад					Число рыб, экз.
		II	III	IV	V	VI-II	
Сентябрь 1996 г.	самки	7,7	92,3	0	0	0	13
	самцы	3,6	46,4	50,0	0	0	28
Сентябрь-октябрь 1999 г.	самки	31,3	0	0	14,6	54,2	48
	самцы	27,5	15,0	3,8	21,3	32,5	80
Сентябрь-октябрь 2001 г.	самки	9,1	81,8	9,1	0	0	55
	самцы	0	43,8	56,3	0	0	48
Август 2002 г.	самки	51,3	48,7	0	0	0	39
	самцы	17,9	79,5	2,6	0	0	39
Октябрь-ноябрь 2004 г.	самки	87,5	7,1	5,4	0	0	56
	самцы	62,8	27,9	9,3	0	0	43
Август-сентябрь 2005 г.	самки	16,1	62,5	21,4	0	0	56
	самцы	11,4	15,9	72,7	0	0	44
Июль-август 2008 г.	самки	79,5	20,5	0	0	0	137
	самцы	85,2	14,8	0	0	0	69

но высока и в 1980-е гг. (Датский и др., 2021). Подобную сопряжённость численности сельди вышеуказанных популяций друг с другом, а также с минтаем отмечали и ранее (Науменко, 2001; Балыкин, Золотов, 2010).

В целом в пределах Берингова моря наибольшие запасы сельди отмечены в 1940–1960-е гг., а также в период с конца 1990-х гг. по настоящее время (рис. 7). Для восточнберингоморской группировки максимальные оценки биомассы наблюдались в 1963–1969, 1981–1986 и 2009–2016 гг. Основой таких максимумов были урожайные поколения 1952, 1957, 1962, 1967, 1974, 1991, 2002–2007 гг. (Науменко, 2001; Лобода, Жигалин, 2017). Корфо-карагинская сельдь формировала наибольшие скопления в 1940–1963, 1997–2002 и 2011–2019 гг. за счет поколений высокой численности 1923, 1944, 1951, 1956, 1971, 2006, 2009,

2010 гг. (Науменко, 2001, 2010; Антонов, 2011; Датский и др., 2021). Повышенная биомасса восточнберингоморской группировки за весь период наблюдений формировалась в среднем через 8,3 года при предельных значениях от 5 до 10 лет, корфо-карагинской – в среднем через 7,2 года (4–10 лет). Основными факторами природной среды, оказывающими влияние на численность этих сельдей, были аномалии придонной температуры воды, цветение фитопланктона, а также обилие мелкой и средней фракции зоопланктона (Датский и др., 2021).

Промысел (межгодовая динамика уловов). Промысел сельди в Беринговом море начал развиваться со второй половины 1950-х гг. Использовались дрейфтерные сети, кошельковые невода и тралящие орудия лова. К 1999 г. общий вылов сельди Россией (СССР) в Беринговом море составил: корфо-ка-

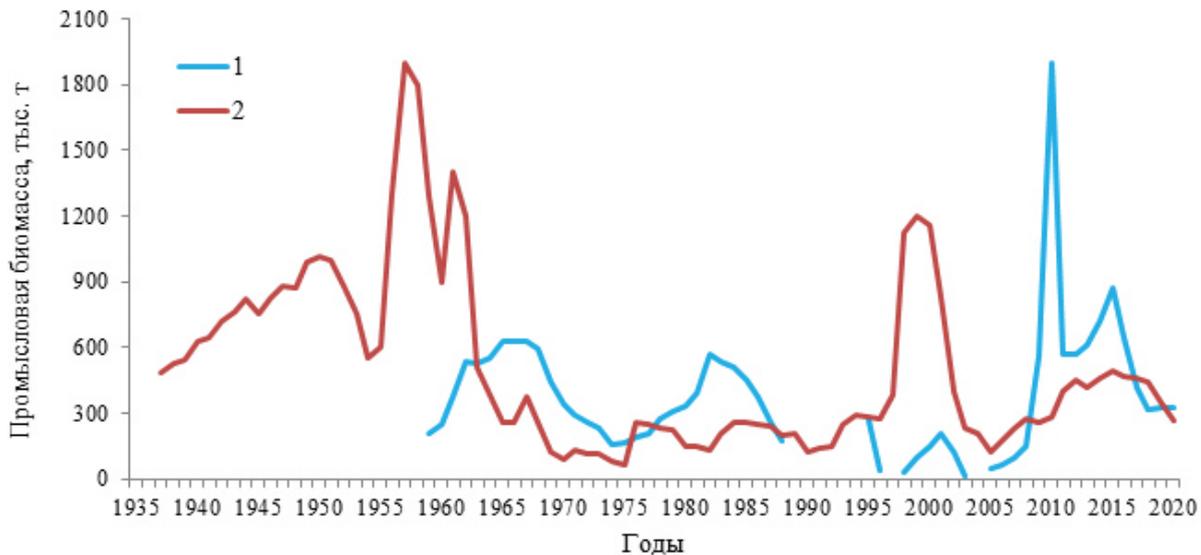


Рис. 7. Многолетняя динамика биомассы (тыс. т) восточноберингоморской (1) и корфо-карагинской (2) сельди в западной части Берингова моря (по: Датский и др., 2021).

рагинской – 1648 тыс. т (среднегодовой улов за период промысла – 27,9 тыс. т), восточноберингоморской – 573 тыс. т (26,0 тыс. т) (Науменко, 2001; Антонов и др., 2016 а). К 2021 г. вылов всей сельди в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне достиг 411,2 тыс. т, из которых на берингоморские группировки пришлось 116,3 тыс. т, или 28,3%.

В настоящее время промысел нагульной сельди осуществляется на акватории от корякского побережья до северной части Анадырского залива с наибольшими уловами у м. Наварин (Нагульная сельдь..., 2021). Состоящая из разных популяционных группировок (в Карагинской подзоне облавливаются исключительно корфо-карагинская сельдь, в Западно-Берингоморской и Чукотской зонах – в основном восточноберингоморская сельдь), а, следовательно, имеющая различную динамику численности сельди и добывается по-разному. Стабильно невысокие уловы севернее м. Наварин, лишь в отдельные годы возрастающие за счёт хороших нагульных подходов рыб из восточной части Берингова моря (Антонов

и др., 2016 б; Нагульная сельдь..., 2021), обуславливают, за вычетом 2015 г., низкую долю этого вида в общих рыбных уловах – в среднем 0,8%, или 3,7 тыс. т.

В Чукотской зоне Берингова моря облавливают часть запаса восточноберингоморской сельди, которая для нагула заходит в российские воды, а основное её местообитание – шельф вдоль берингоморского побережья штата Аляска (Науменко, 2001). В период 2000–2020 гг. годовой ОДУ в Чукотской зоне был рекомендован в объёме менее 1 тыс. т, а освоено на 2,1–10,7% (рис. 8 а). Исключением является 2019 г., когда освоение достигло 79,4%, за счёт того, что за два траления в течение одного дня на границе с Берингоморской зоной 1 судном было выловлено 112 т сельди. В среднем за последние 20 лет ресурс сельди здесь осваивался на 7,3%.

Промысел сельди в Западно-Берингоморской зоне базируется на наиболее многочисленной восточноберингоморской популяции, которая мигрирует в западную часть Берингова моря из зоны США (где вылавливается в Бристольском заливе только в нерестовый

период). Прогнозировать вылов таких «приходящих» объектов заблаговременно сложно (Нагульная сельдь..., 2021). Несмотря на имеющиеся в Западно-Беринговоморской зоне запасы сельди, долгое время она практически не была востребована промыслом. В значительной степени это было связано с её низкой жирностью, высокой трофической активностью, отсутствием промысловых скоплений, что делало её малопривлекательной для промышленности. В настоящее время специализированный лов сельди в этом районе развивается, она добывается также в качестве прилова во время промысла минтая (Лобода, 2017).

В последние годы отмечается снижение численности рыб в северо-западной части Берингова моря, которое связано с естественными процессами убыли особей старших возрастов, а также с уменьшением масштабов миграций сельди из восточной части моря в северо-западную (рис. 7). В основном это вызвано изменениями океанологических и кормовых условий (Нагульная сельдь..., 2021). Нагульная восточноберинговоморская сельдь в российских водах северо-восточной части Западно-Беринговоморской зоны в 2001–2014 гг. облавливалась российскими судами в относительно небольших объёмах в основном при специализированном промысле минтая. Ежегодная добыча сельди в эти годы находилась в пределах 0,9–6,4 тыс. т, при среднемноголетнем объёме в 3,1 тыс. т (рис. 8 б). Освоение данного ресурса изменялось от 10,2 до 91,3%, при средней величине 50,3% (Антонов и др., 2016 а). По мере улучшения гидрометеорологических условий для нагула рыб, её количество в российских водах увеличивается. К примеру, в 2015 г., по мере освоения рекомендованного вылова сельди в Западно-Беринговоморской зоне, были выполнены три коррек-

тировки объёмов её вылова, с 6,0 тыс. т до 45,0 тыс. т. Благодаря этому, за 10 мес. 2015 г. в этом рыбопромысловом районе добыли 46,1 тыс. т (с учётом незначительных уловов корфо-карагинской сельди на юге). Определённую роль в успешном вылове, помимо благоприятных гидрометеорологических условий, способствующих продуктивным нагульным миграциям рыб в северо-западную часть моря, сыграл и вывод в конце 2014 г. этой сельди из перечня видов, на которые устанавливается ОДУ (Антонов и др., 2016 а). Это позволило поднять освоение её выделенных ресурсов с 10–74% в 2001–2014 гг. до 100% в 2015–2016 гг. (Датский, 2019 а).

В целом в Западно-Беринговоморской зоне, учитывая суммарные показатели восточноберинговоморской (которая осваивается в режиме РВ) и корфо-карагинской сельдей (освоение в режиме ОДУ), годовой объём рекомендуемого изъятия значительно снизился от 52,5 тыс. т в 2000 г. до 3,0 тыс. т в 2003 г. Затем произошел резкий рост, с 45 тыс. т (2015 г.) до 87,7 тыс. т (2019 г.) и некоторое снижение до 79,2 тыс. т (2020 г.). Освоение при этом составляло от 6,5% (2000 г.) до 102,3% (2015 г.), в среднем – 61,9%. С учётом 2021 г., когда рекомендуемый вылов был равен 75 тыс. т, а вылов – 75,1 тыс. т, среднее освоение вида здесь составило 63,6%.

Корфо-карагинская сельдь, обитающая в Карагинской подзоне, даёт резкие всплески численности только периодически, обычный уровень запасов для этой популяции – средний или низкий. В 2014–2020 гг. нерестовый запас этой сельди то рос, то уменьшался, однако явно прослеживался тренд на снижение ресурса, и в 2020 г. биомасса производителей составила 208 тыс. т, что является минимальным показателем, начиная с 2011 г. (Нагульная сельдь..., 2021).

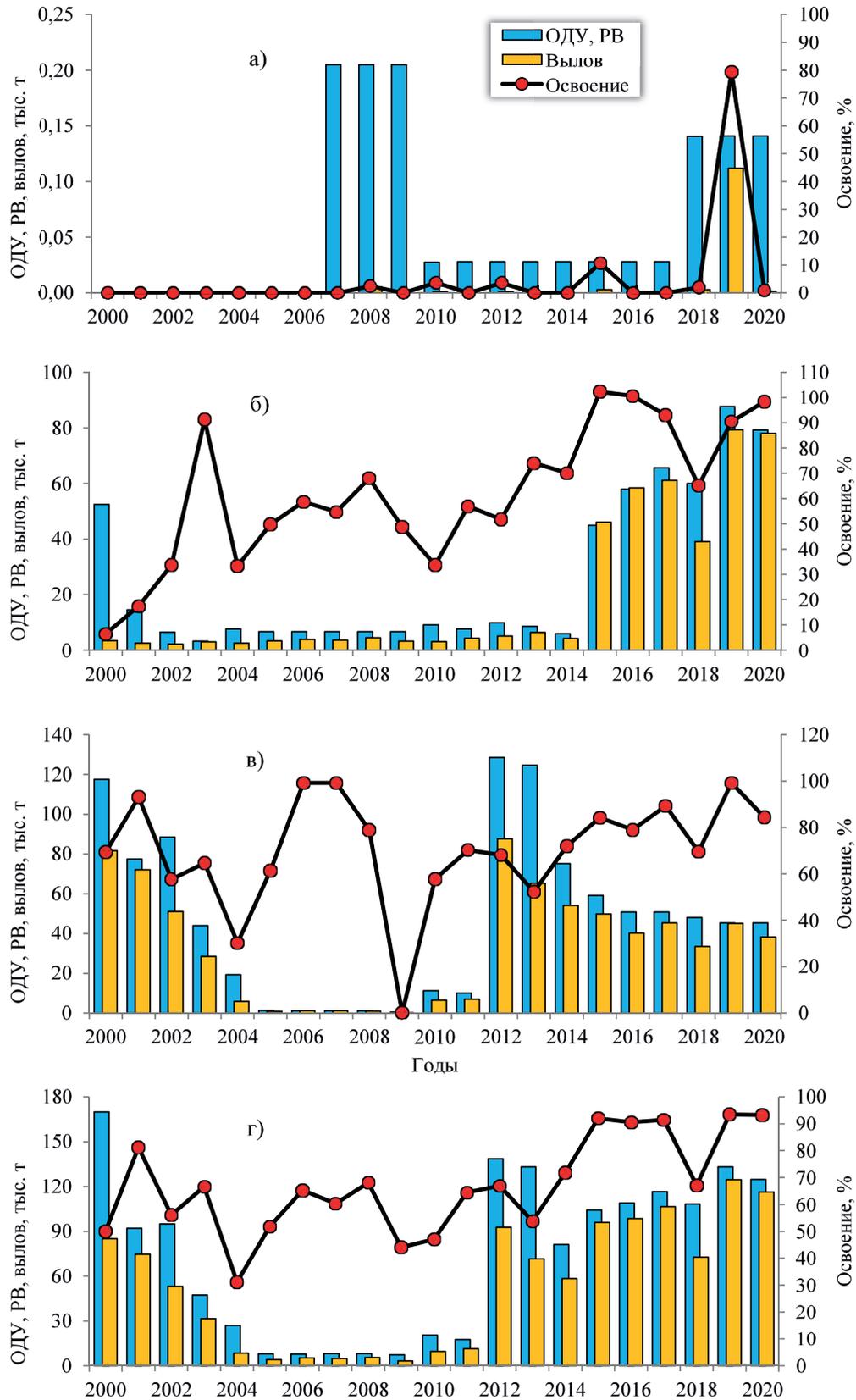


Рис. 8. Прогнозируемые уловы (ОДУ, РВ), фактический вылов (тыс. т) и освоение (%) сельди в пределах российских вод Берингова моря в 2000–2020 гг.; а – Чукотская зона, б – Западно-Беринговоморская зона, в – Карагинская подзона, г – Берингово море в целом

В Карагинской подзоне основные объёмы вылова сельди традиционно осваиваются в ходе специализированного промысла разноглубинными тралами на судах типов БМРТ и СРТМ (Антонов и др., 2016а). Согласно действующим Правилам рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, в Карагинской подзоне промысел сельди тихоокеанской в течение года можно разделить условно на 2 сезона: сезон «А» – с 1 по 15 января, и сезон «Б» – с 1 ноября по 31 декабря. В сезон «А» вылавливают 2–7% рекомендованного годового объёма. Основной вылов приходится на сезон «Б».

Годовой ОДУ сельди в подзоне был максимален в 2000 г. и составлял 117,5 тыс. т, при вылове в 81,6 тыс. т (рис. 8 в). Затем, ввиду нерационального промысла и появления в популяции неурожайных поколений, запасы корфо-карагинской сельди резко снизились, что в 2004 г. вызвало падение ОДУ до 19,36 тыс. т, при вылове 5,85 тыс. т. Это обстоятельство привело к введению запрета на промышленный лов в 2005 г. Изъятие сельди стало возможным только в качестве прилова при промысле других видов рыб, а также во время выполнения научно-исследовательских работ. Запрет продолжался до 2010 г. В этот период ОДУ составлял от 1,35 до 0,51 тыс. т, вылов варьировал от 1,26 до 0,001 тыс. т. В 2011 г. запрет промышленного лова сельди закончился, и в 2012 г. ОДУ и вылов многократно увеличились, достигнув 128,6 и 87,6 тыс. т соответственно. В дальнейшем, в связи с сокращением ресурса, годовые ОДУ постепенно уменьшались, достигая минимума в 2019–2020 гг. (45,4 тыс. т), вылов при этом составил соответственно 45,1 и 38,3 тыс. т.

Эффективность освоения установленного годового ОДУ сельди в Кара-

гинской подзоне в среднем составляет 64,8%. С учетом 2021 г., когда рекомендуемый вылов был равен 45,9 тыс. т, а вылов – 45,6 тыс. т, среднее освоение составило 71,8%. Увеличение уловов сельди данной популяции возможно только при условии оптимального выставления количества судов не только с траловыми, но и с кошельковыми орудиями лова (последние в настоящее время здесь промыслом не используются) (Антонов и др., 2016 а).

В целом по Берингову морю в последние десятилетия (с 2000 г.) годовой рекомендуемый вылов сельди был максимален в 2000 г. и составлял 170 тыс. т. Из этого объёма было освоено 85 тыс. т, или 50%. Потом как ОДУ (РВ), так и уловы, снижались, достигнув минимума в 2009 г. (7,1 и 3,2 тыс. т соответственно). Затем годовой рекомендуемый вылов резко вырос, с 17,6 тыс. т в 2011 г. до 138,5 тыс. т в 2012 г., ввиду появления урожайных поколений корфо-карагинской сельди. В 2013 г. годовой рекомендуемый вылов был на том же уровне (133 тыс. т), затем несколько снизился, колеблясь в 2014–2018 гг. в пределах 81–116 тыс. т. В 2019 г. годовые прогнозный и реальный уловы выросли до 133,1 и 124,4 тыс. т соответственно, в 2020 г. эти показатели снизились до 124,6 и 116,3 тыс. т (рис. 8 г).

Промысел (сезонная динамика уловов). Тихоокеанская сельдь, единственный промысловый вид сельдевых рыб в западной части Берингова моря, представлен в этой части моря двумя крупными популяционными группировками: корфо-карагинской и восточноберингоморской (Науменко, 2001; Антонов и др., 2016 б). На особенностях их жизненного цикла и строится рыболовство этого вида (Нагульная сельдь..., 2015, 2021). После нереста в мае-июне сельди обеих группировок соверша-

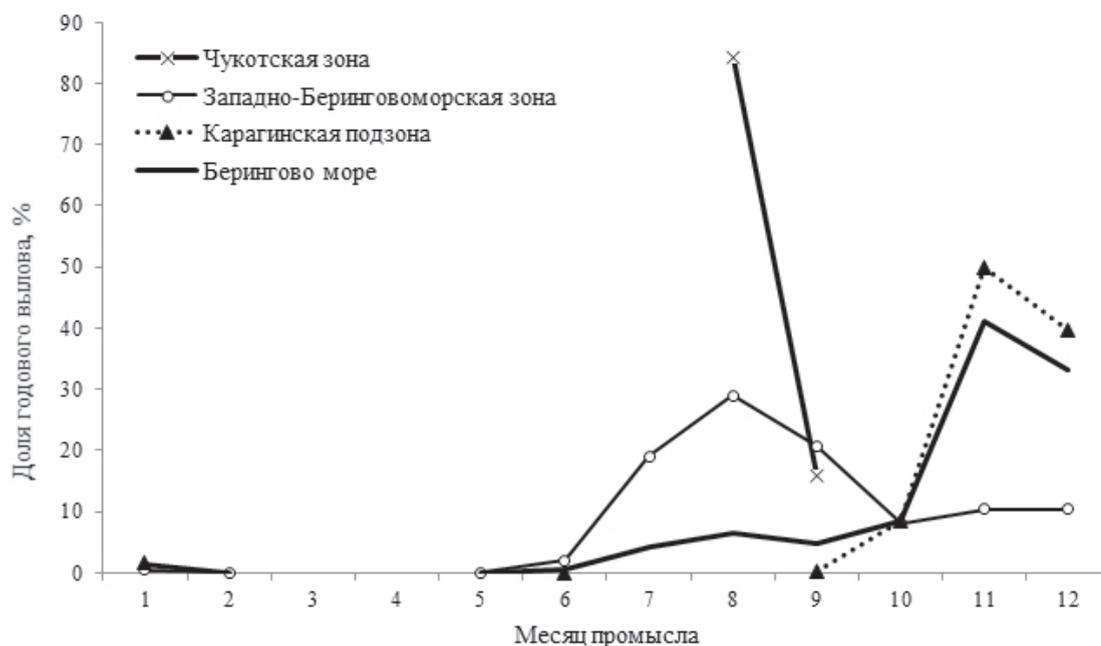


Рис. 9. Сезонная динамика вылова (%) сельди в западной части Берингова моря в целом и по его рыбопромысловым районам по данным 2000–2020 гг.

ют летние нагульные миграции, образуя довольно плотные скопления. Корфо-карагинская сельдь нагуливается в Олюторском заливе и летом-осенью доходит до м. Наварин, поздней осенью и в начале зимы большая её часть возвращается и формирует высокой плотности зимовальные скопления в пределах Олюторского залива (Науменко, 2001). Именно в этот период (ноябрь-декабрь) рыбопромысловый флот изымает практически весь рекомендованный ежегодный объём сельди – 89,7% (рис. 9). В прочие месяцы года (январь, июнь, сентябрь и октябрь) данный вид незначительно прилавливается при использовании снюрреводных орудий лова, т.к. специализированный промысел сельди в Карагинской подзоне запрещен кошельковыми неводами с 15 января по 31 августа, тралами с 01 февраля по 31 октября (приказ Минсельхоза России от 21.10.2013 г. № 385).

Восточноберинговоморская нагульная сельдь в летне-осенний период образует скопления в Анадырском за-

ливе и прилегающих районах олюторско-наваринского шельфа и материкового склона (Датский, Андронов, 2007; Лобода, Жигалин, 2017), где её и облавливает рыбопромысловый флот (рис. 9). Свыше 97% ежегодного ресурса этой рыбы в Западно-Беринговоморской зоне осваивается рыбаками в июле-декабре, из которых 68,6% приходится на июль-сентябрь с пиком вылова в августе (28,9%). Часть сельди в этот период мигрирует и на север залива, в Чукотскую зону (Лобода, Жигалин, 2017), где она попадает в траловые орудия лова преимущественно в августе, и в меньшей степени в сентябре (рис. 9). Ближе к зиме рыбы восточноберинговоморской группировки совершают обратные миграции в восточную часть моря, уловы флота в наваринском районе в октябре снижаются, суда смещаются в юго-западном направлении и в ноябре-декабре успешно добывают корфо-карагинскую сельдь, ещё не ушедшую к югу от м. Олюторский (20,7% ежегодного вылова).

Таким образом, основной вылов сельди в западной части Берингова моря приходится на август-декабрь (93,8%) с максимумом в ноябре-декабре (74,1%) (Датский, 2019 б).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В западной части Берингова моря из обитающих там морских группировок сельди основными являются восточно-берингоморская и корфо-карагинская. Озёрная сельдь обитает в лагунах Анадырского залива.

Ареал корфо-карагинского стада охватывает заливы Карагинский, Корфа и Олюторский, а также акваторию, расположенную вдоль корякского побережья. Нерестовая миграция восточно-берингоморской сельди начинается в феврале-марте, корфо-карагинской – в апреле. В годы с высокой численностью, после окончания нереста, корфо-карагинская сельдь выходит в открытые воды моря и совершает нагульные миграции в район между мысами Олюторский и Наварин. В зависимости от численности стада, протяженность нагульных миграций изменяется: чем выше численность, тем дальше на северо-восток распространяется нагульная сельдь.

Восточноберингоморская сельдь нерестится на восточном побережье Берингова моря, от п-ова Аляска до п-ова Сьюард, в Бристольском заливе, у восточных островов Алеутской гряды, островов Нельсон и Нунивак. После нереста она мигрирует на нагул в западные районы моря.

Восточноберингоморская сельдь ранее массово созревала на 2–3-ем году жизни при длине тела 17–20 см, в 2000-е гг. массовое созревание происходило на 4-ом году жизни, корфо-карагинская – на 5-ом году при длине 24–28 см. Сельдь из Анадырского лимана отличается от корфо-карагинской и

восточноберингоморской тугорослостью.

В северо-западной части Берингова моря в период осенней нагульной миграции наибольшие скопления взрослых рыб отмечаются на акватории с изобатами более 80 м. Неполовозрелые особи, как во время нагула, так и на зимовке, придерживаются мелководья, а половозрелые, за исключением нерестового периода, обитают на больших глубинах в пределах шельфа. На глубинах до 50 м у корякского побережья преобладают сеголетки и годовики.

В олюторско-наваринском районе в траловых уловах встречалась нагульная сельдь размерами от 8 до 39 см с преобладанием рыб 30–36 см (89%). Снюрреводом изымались особи с длиной тела 31–40 см с модой 33–36 см (62%). В целом доля мелкой сельди не превышала 10% уловов по численности. По годам размерный состав сельди существенно отличался вследствие разной урожайности отдельных поколений.

Нерест корфо-карагинской популяции идёт в период с конца апреля до начала июня в узкой прибрежной зоне (от уреза воды до глубины 5–10 м) при температуре воды 3–9 °С. Нерест восточноберингоморской сельди начинается после освобождения приливно-отливной зоны ото льда, при температуре 3,5–5,0 °С, а в Бристольском заливе чаще при температуре 5,6–11,0 °С.

Пищевой рацион сельди в Беринговом море составляют различные планктонные организмы: амфиподы, эвфузииды, гиперииды, копеподы, изредка рыба и личинки декапод.

В последние годы отмечается снижение численности рыб в северо-западной части Берингова моря, которое связано с естественными процессами убыли особей старших возрастов, а также с уменьшением масштабов миграций

сельди из восточной части моря в северо-западную.

Промысел сельди в Беринговом море начал развиваться со второй половины 1950-х гг. Использовались дрейфтерные сети, кошельковые невода и тралящие орудия лова. Свыше 97% ежегодного ресурса этой рыбы в Западно-Беринговоморской зоне осваивается рыбаками в июле-декабре, из которых 68,6% приходится на июль-сентябрь с пиком вылова в августе (28,9%). В ноябре-декабре в Олюторском заливе вылавливается 89,7% рекомендованного ежегодного объёма корфо-карагинской сельди для Карагинской подзоны. В январе, июне, сентябре и октябре эта сельдь незначительно прилавливается при снюрреводном промысле.

В целом по Берингову морю в последние десятилетия (с 2000 г.) годовой рекомендуемый вылов был максимален в 2000 г. (170 тыс. т). Из них было освоено 85 тыс. т (50%). Потом как ОДУ (РВ), так и вылов снижались, достигнув минимума в 2009 г. (7,1 и 3,2 тыс. т соответственно). Затем годовой рекомендуемый вылов резко вырос с 17,6 тыс. т в 2011 г. до 138,5 тыс. т в 2012 г., ввиду появления урожайных поколений корфо-карагинской сельди. Далее этот показатель несколько снизился, колеблясь в 2014–2018 гг. в пределах 81–133 тыс. т, после чего рекомендуемый и реальный выловы снизились в 2020 г. до 124,6 и 116,3 тыс. т.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Агапов И.Д. Рыбы и рыбный промысел Анадырского лимана // Рыбы и рыбный промысел в низовьях реки Енисей, в реке Хатанге и в Анадырском лимане. М., Л.: Главсевморпуть, 1941. Вып. 16. С. 73–113.

Андряшев А.П. Рыбы северных морей СССР: Монография. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1954. 566 с.

Антонов Н.П. Промысловые рыбы Камчатского края: биология, запасы, промысел. М.: Изд-во ВНИРО. 2011, 244 с.

Антонов Н.П., Датский А.В., Мазникова О.А., Митенкова Л.В. Современное состояние промысла тихоокеанской сельди в дальневосточных морях // Рыбн. хозяйство. 2016 б. № 1. С. 54–58.

Антонов Н.П., Кловач Н.В., Орлов А.М. и др. Дальневосточный рыбохозяйственный бассейн // Тр. ВНИРО. 2016 а. Т. 160. С. 133–211.

Балыкин П.А., Золотов А.О. Межвидовые отношения гидробионтов как фактор динамики численности // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2010. Вып. 17. С. 24–29.

Барсуков В.В. Рыбы бухты Провидения и сопредельных вод Чукотского полуострова // Тр. зоол. ин-та АН СССР. 1958. Т. XXV. С. 130–163.

Банк А.А. Влияние некоторых биотических и абиотических факторов на выживание корфо-карагинской сельди в период раннего онтогенеза: Дисс. ... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский. 2004. 133 с.

Датский А.В. Особенности биологии массовых рыб в Олюторско-Наваринском районе и прилегающих водах Берингова моря. 1. Семейство Тресковые (Gadidae) // Вопр. ихтиологии. 2016. Т. 56. № 6. С. 705–725. <https://doi.org/10.7868/S0042875216050039>

Датский А.В. Особенности биологии массовых рыб в Олюторско-Наваринском районе и прилегающих водах Берингова моря. 2. Семейства Долгохвостовые (Macrouridae), Сельдевые (Clupeidae), Корюшковые (Osmeridae) // Вопр. ихтиологии. 2017. Т. 57. № 1. С. 66–81. <https://doi.org/10.7868/S0042875217010039>

Датский А.В. Сырьевая база рыболовства и её использование в российских водах Берингова моря. Сообщение 2. Межгодовая динамика прогнозируемого и фактического вылова водных биологических ресурсов на современном этапе и в исторической пер-

спективе // Тр. ВНИРО. 2019 а. Т. 177. С. 70–122.

Датский А.В. Сырьевая база рыболовства и её использование в российских водах Берингова моря. Сообщение 3. Сезонная динамика вылова водных биологических ресурсов // Тр. ВНИРО. 2019 б. Т. 178. С. 112–149.

Датский А.В., Андронов П.Ю. Ихтиоцен верхнего шельфа северо-западной части Берингова моря: Монография. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2007. 261 с.

Датский А.В., Кулик В.В., Датская С.А. Динамика обилия массовых промысловых рыб дальневосточных морей и прилегающих районов открытой части Тихого океана и влияющие на неё факторы // Тр. ВНИРО. 2021. Т. 186, № 4. С. 31–77.

Дудник Ю.И., Усольцев Э.А. О сельди восточной части Берингова моря // Тр. ВНИРО. 1964. Т. 49. С. 225–229.

Качина Т.Ф. Закономерности темпа полового созревания тихоокеанской сельди (на примере корфо-карагинского стада) // Вопр. ихтиологии. 1977. Т. 17, вып. 2. С. 301–311.

Качина Т.Ф. Сельдь западной части Берингова моря. М.: Легкая и пищ. пром-ть. 1981. 120 с.

Качина Т.Ф. Тихоокеанская сельдь // Биологические ресурсы Тихого океана. М.: Наука, 1986. С. 146–156.

Лобода С.В. Сельдь северо-западной части Берингова моря. Стабильный промысел или временный подъем? // Рыбн. хозяйство. 2017. № 3. С. 67–71.

Лобода С.В., Жигалин А.Ю. Результаты исследований тихоокеанской сельди в северо-западной части Берингова моря в 2010–2015 гг. // Изв. ТИНРО. 2017. Т. 188. С. 125–139.

Медников Б.М. О планктоне и сельди Олюторско-Наваринского района // Изв. ТИНРО. 1957. Т. 44. С. 57–65.

Нагульная сельдь – 2001 (путинный прогноз). Владивосток: ТИНРО-Центр. 2001. 80 с.

Нагульная сельдь – 2004 (путинный прогноз). Владивосток: ТИНРО-Центр. 2004. 83 с.

Нагульная сельдь – 2015 (путинный прогноз). Владивосток: ТИНРО-Центр. 2015. 70 с.

Нагульная сельдь – 2021 (путинный прогноз). Владивосток: Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»). 2021. 108 с.

Науменко Н.И. Динамика качественного состава и состояния запасов восточно-берингоморской сельди (*Clupea harengus* Pallasi) // Изв. ТИНРО. 1983. Т. 107. С. 85–93.

Науменко Н.И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2001. 330 с.

Науменко Н.И. Динамика численности сельди *Clupea pallasii* Val. западной части Берингова моря // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Берингова моря. 2010. Вып. 16. С. 140–145.

Науменко Н.И. Некоторые особенности воспроизводства корфо-карагинской сельди // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Берингова моря. 2012. Вып. 26. С. 69–74.

Науменко Н.И., Бонк А.А. Корфо-карагинская сельдь // Рыбн. хозяйство. 1999. № 1. С. 27–28.

Науменко Н.И., Джагильдин Ч.А. Распределение планктона и некоторых видов рыб в южной части Чукотского моря // Биологические ресурсы Арктики и Антарктики. М.: Наука, 1987. С. 224–238.

Отчет о научно-исследовательской работе «Исследования биоресурсов рыб северо-западной части Берингова моря в 2003 г.». Владивосток: архив ТИНРО-Центра. Анадырь: архив ЧукотТИНРО, 2004. 231 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.

Приказ Минсельхоза России от 21.10.2013 № 385 (ред. от 04.06.2018 г.) «Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» // СПС КонсультантПлюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_158838/. 119 с. (дата обращения - 16.11.2018 г.).

Прохоров В.Г. О зимнем периоде жизни берингоморской сельди // Изв. ТИНРО. 1968. Т. 64. С. 329–337.

Рудомилев О.И. Распределение восточно-берингоморской сельди в связи с гидрологическими условиями // Изв. ТИНРО. 1975. Т. 97. С. 3–14.

Световидов А.Н. О некоторых биологических особенностях тихоокеанской сельди и о причинах, их обусловивших // Изв. ТИНРО. 1949. Т. 31. С. 59–64.

Семенова А.В., Строганов А.Н., Афанасьев К.И. и др. Микросателлитная изменчивость тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* Valenciennes, 1847 Охотского и Берингова морей // Генетика. 2018. Т. 54. № 3. С. 349–360.

Строганов А.Н., Семенова А.В., Рыбаков М.О., Смирнов А.А. Изменчивость морфобиологических характеристик в арктических и тихоокеанских популяциях тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* // Вопр. ихтиологии. 2021. Т. 61. № 3. С. 326–336.

Фадеев Н.С. Берингово море // Биологические ресурсы Тихого океана. М.: Наука, 1986. С. 389–405.

Barton L.H. Finfish resource surveys in Norton-Sound and Kotzebue Sound // OCSEAP, ADF&G, Comm. Div. Anchorage. Final Report, 1978. 169 p.

Barton L.H., Wespestad V.G. Distribution, Biology and Stock Assessment of Western Alaska's Herring Stocks // Proc. Alaska Herring Symp. Anchorage, 1980. P. 27–54.

Datsky A.V. Ichthyofauna of the Russian exclusive economic zone of the Bering Sea: 1. Taxonomic diversity // Jo. of Ichthyology. 2015. V. 55. № 6. P. 792–826. <https://doi.org/10.1134/S0032945215060065>

James A.M., Smith G.B. Atlas and zoogeography of common fishes in the Bering Sea and northeastern Pacific // NOAA Techn. Rept. NMFS. 1988. № 66. P. 1–151.

Mecklenburg, C.W., Mecklenburg T.A., Sheiko B.A., Steinke D. Pacific Arctic marine fishes. Conservation of Arctic flora and fauna. Akureyri: CAFF International Secretariat. 2016. 406 p.

Vasilets P.M. FMS analyst – computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. 2015. doi:10.13140/RG.2.1.5186.0962

**HERRING IN THE WESTERN BERING SEA: DISTRIBUTION,
MAIN BIOLOGICAL FEATURES, STOCK STATUS AND FISHING**

© 2021 г. А.А. Smirnov^{1,2}, А.В. Datsky¹, N.P. Antonov¹

¹*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, 107140*

²*North-Eastern State University, Magadan¹*

Information on the distribution and main features of the biology of the largest groups of herring in the Bering Sea: Korfo-Karaginsky and the East Beringovomorskaya is presented. Data on the features of their reproduction are given. Showing the state of stocks and fishing.

Keywords: herring, *Clupea pallasii*, distribution, size, body weight, age structure, fertility, stock, fisher

ПРОМЫСЕЛ, ДИНАМИКА ЗАПАСА И ОСНОВНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НЕРЕСТОВОЙ ОХОТСКОЙ СЕЛЬДИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

© 2022 г. А.М. Панфилов¹, А.А. Смирнов^{2,3}

¹ Магаданский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (МагаданНИРО), г. Магадан, 685000

²Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства и океанографии», г. Москва, 107140

³Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан, 685000
E-mail: cotovasy@mail.ru

Поступила в редакцию 28.03.2022 г.

На основе материалов МагаданНИРО за 1957–2021 гг. рассматривается динамика запаса и промысла охотской сельди. Анализируется динамика основных биологических показателей нерестовой охотской сельди в 2001–2021 гг. Показано, что после окончания периода восстановления и стабилизации запас охотской сельди находится на высоком уровне с тенденцией к росту. Биологические показатели производителей охотской сельди увеличились в 2011–2021 гг.

Ключевые слова: тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii*, охотская сельдь, запас, промысел, вылов, возраст, длина, масса, пол, плодовитость.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в Охотском море тихоокеанская сельдь представлена тремя крупными группировками (Шунтов, 1985; Науменко, 2001). У побережья Сахалина и южных Курильских островов, а в годы высокой численности – также у островов Хонсю и Хоккайдо, обитает сахалино-хоккайдская популяция сельди – ранее самая многочисленная в Тихом океане, затем длительное время находившаяся в глубокой депрессии, а в последние годы восстанавливающая свою численность (Перов, 2021; Ившина, 2022). Взрослые особи и большая часть молоди этой группировки нагуливается в юго-западной части Охотского моря (Пушников, 1994).

Ареал охотской популяции тихоокеанской сельди занимает северо-западную часть Охотского моря. Эта сельдь в настоящее время находится на первом месте по численности и биомассе среди сельдей Дальнего Востока, и является важнейшим промысловым объектом (Панфилов, 2010; Антонов и др., 2016). Нерестовый ареал охотской сельди тянется от Тауйской губы на северо-востоке до м. Борисова на западе (Тюрнин, 1975; Науменко, 2001). По нашим данным, в отдельные годы отмечается нерест и западнее, до Удской губы включительно. В период нагула охотская сельдь распределяется на акватории между п. Охотск, о. Ионы и п-овом Кони (Фадеев, 2005).

В северо-восточной части Охотского моря расположен ареал обитания ги-

жигинско-камчатской сельди, основные нерестилища которой расположены в Гижигинской губе, а факультативные – по берегам Западной Камчатки (Правоторова, 1965). Нагуливается гижигинско-камчатская сельдь вдоль побережья западной Камчатки и в северной части Охотского моря (Смирнов, 2009).

Некоторые исследователи (Безумов, 1959; Рыбникова, 1985; Смирнов и др., 2005) выделяют сельдь, нерестящуюся в Тауйской губе, в самостоятельную группировку, которая имеет небольшую численность.

В северной части моря, преимущественно в Притауйском промысловом районе, в нагульный период сельди образуют смешанные скопления, в которых соотношение особей разных стад зависит от численности популяций в конкретный год (Панфилов, Фархутдинов, 2001; Семенистых, Смирнов, 2002; Чернышев и др., 2002).

Цель настоящей работы – рассмотреть многолетнюю динамику запаса, промысла и основных биологических показателей нерестовой охотской сельди.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Основой для настоящей работы послужили материалы по нерестовой охотской сельди, собранные в 2001–2021 гг. авторами и сотрудниками Магаданского НИИ рыбного хозяйства и океанографии (до 2001 г. – Магаданское отделение ТИНРО, после 2019 г. – Магаданский филиал ФГБНУ «ВНИРО»), а также архивные материалы МагаданНИРО за период 1957–2000 гг.

Сбор биологических материалов осуществлялся из уловов ставных и закидных неводов, ставных сетей, расположенных на северо-западном побережье Охотского моря (рис. 1).

Было собрано и проанализировано 1874787 экз. сельди.

При сборе и статистической обработке данных использовались общепринятые методики (Чугунова, 1959; Плохинский, 1961; Рокицкий, 1961; Правдин, 1966). За длину тела по Смитту (АС) принималось расстояние от вершины рыла (при закрытом рте) до конца средних лучей хвостового плавника (Правдин, 1966).

Промысловая статистика взята из ежедневных отчетов о суточном вылове, количестве заматов, числе и расположении неводов на береговых рыбопромысловых участках. Эти данные по запросам МагаданНИРО были предоставлены отделами организации рыболовства Охотского территориального управления Росрыболовства и Северо-Восточного территориального управления Росрыболовства, а также ФГБУ «Охотское бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов» («Охотскрыбвод»). Используются также данные ССД (судовых суточных доносений).

Численность и биомассу запаса охотской сельди определяли в ходе выполнения икорных водолазных съёмок нерестилищ, а также авиаучетов нерестовых скоплений на пилотируемых летательных аппаратах в прибрежной зоне.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В текущем столетии в бассейне Охотского моря сельдь тихоокеанская в Северо-Охотоморской подзоне (охотская сельдь) занимает по запасам и объёмам вылова второе место после североохотоморского минтая. Промысел охотской сельди ведется в зимне-весенний период траловыми судами (зимовальная и преднерестовая сельдь), в весенне-летний период – береговыми ставными и закидными неводами (нерестовая



Рис. 1. Районы сбора научных материалов по нерестовой охотской сельди в 2001–2021 гг.

сельдь) и в осенне-зимний период – траповыми судами (нагульная и предзимовальная сельдь) (Панфилов, 2017; Смирнов и др., 2021).

Суда кошелькового лова в последние годы в нагульном промысле не участвуют, однако с 2019 г. отмечаются попытки применения малых кошельковых неводов на промысле нерестовой сельди.

В первой пятилетке XXI в., в связи с очередным кратковременным снижением запасов, годовой вылов охотской сельди уменьшился, достигнув минимума в 2003 г. (152,2 тыс. т) (табл. 1).

Вылов зимовальной и преднерестовой сельди (в январе-апреле) в Северо-Охотоморской подзоне к 2009 г. снизился до 46,9 тыс. т (табл. 1). Это объясняется, в частности, введением в действие новых «Правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» (приказ Минсельхоза РФ от 1.03.2007 г. № 151), ограничивших продолжительность тралового промысла сельди I декадой апреля. В утвержденных 23.05.2019 г. Минсельхозом РФ новых «Правилах рыболовства...» период запрета тралового про-

мысла определен с 15 апреля по 31 августа (п.28.2).

Резкое снижение вылова зимовальной и преднерестовой сельди в 2010 г. (до 20,4 тыс. т) объясняется тяжелой ледовой обстановкой в I квартале и тем, что большая часть флота, в связи с увеличением объема квот на вылов минтая в Северо-Охотоморской подзоне, переключилась на лов преднерестового минтая.

Напротив, в 2011 г., когда сроки промысла преднерестовой сельди в Северо-Охотоморской подзоне были продлены по 30 апреля (приказ Росрыболовства от 9.03.2011 г. № 235), выловлено 127,8 тыс. т (табл. 1). Этот объем является новым историческим максимумом вылова сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне в преднерестовый период.

В 2012–2020 гг. вылов зимовальной и преднерестовой сельди колебался от 51 до 96 тыс. т.

В 2021 г. в январе – апреле в Северо-Охотоморской подзоне промысел велся более интенсивно, увеличилось количество судов на лову; соответственно, было добыто 115,3 тыс. т сельди (45,5% от годового улова) (табл. 1).

Таблица 1. Вылов и ОДУ сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне в 2001–2021 гг.

Год	Вылов, тыс. т				ОДУ, тыс. т	Освоение ОДУ, %
	зимовальной и преднерестовой	нерестовой	нагульной	всего		
2001	49,7	19,3	120,7	189,7	238,0	79,7
2002	9,6	28,4	138,0	176,0	200,0	88,0
2003	41,5	22,5	88,2	152,2	163,0	93,4
2004	73,8	30,0	51,6	155,4	178,0	87,3
2005	99,2	18,2	71,6	189,0	189,0	100,0
2006	100,2	25,2	76,6	202,0	202,0	100,0
2007	66,3	15,2	82,5	164,0	164,0	100,0
2008	52,5	11,2	89,4	153,1	176,5	86,7
2009	46,9	9,0	123,5	179,4	211,0	85,0
2010	20,4	14,1	166,8	201,3	250,0	80,5
2011	127,8	12,1	137,7	277,6	285,0	97,4
2012	81,2	12,2	144,4	237,8	252,0	94,4
2013	95,9	6,0	135,5	237,4	258,0	92,0
2014	54,6	14,8	156,7	226,1	275,0	82,2
2015	73,2	11,5	159,2	243,9	270,0	90,3
2016	88,0	13,6	150,6	252,2	266,0	94,8
2017	66,5	22,3	145,0	233,8	275,0	85,0
2018	50,8	9,9	179,1	239,8	276,0	86,9
2019	51,2	16,6	151,8	219,6	236,0	93,0
2020	77,3	8,8	168,5	254,6	265,0	96,1
2021	115,3	2,0	136,0	253,3	270,0	93,8
М 2001–2010	56,0	19,3	100,9	176,2	197,1	90,1
М 2011–2021	80,2	11,8	151,3	243,3	266,2	91,4
М 2001–2021	66,7	15,4	127,3	211,3	233,3	90,8

Средний вылов сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне в январе – апреле 2001–2021 гг. составил 66,7 тыс. т; в 2001–2010 гг. – 56,0 тыс. т, а в 2011–2021 гг. – 80,2 тыс. т, или 32,9% от годового вылова.

Таким образом, промысел зимовальной и преднерестовой охотской сельди в текущем столетии ведётся до-

статочно интенсивно и вылов сельди в январе – апреле в значительной степени определяет и весь объём годового улова (Панфилов, 2017).

Промысел тихоокеанской сельди в Северо-Охотоморской подзоне был запрещён с 1977 г. по 1982 г. включительно, в связи с резким падением запаса. В этот период производился только её

контрольный лов в научных целях; при этом вылов в нерестовый период достигал 40 тыс. т.

С 2007 г. отмечалось снижение объёмов вылова нерестовой охотской сельди (табл. 1). Главной причиной этого было уменьшение количества судов-приёмщиков на промысле в Охотском и Аяно-Майском районах. Несмотря на то, что, начиная с 2010 г., береговая приёмная база в п. Охотск была расширена, недостаток приёмных мощностей до настоящего времени оказывает отрицательное влияние на промысел нерестовой сельди.

Другая причина снижения объёмов вылова – тяжёлая ледовая ситуация в районе нерестилищ и, как следствие, задержки нерестового хода и его относительная скоротечность, что имело место в 2011–2013 гг.

Кроме того, в 2011 г. на продолжительность нерестового хода повлияло перераспределение производителей внутри нерестового ареала. Вероятная причина этого явления – интенсивный промысел преднерестовой сельди в 2011 г., с объёмами изъятия, намного превышающими объёмы, рекомендованные разработчиками прогноза ОДУ (табл. 1).

В 2010-х гг. отмечено резкое снижение количества основных орудий лова нерестовой сельди – ставных неводов; так, в 2019–2021 гг. на промысел выставились всего 3–4 ставных невода.

Одна из причин падения вылова нерестовой сельди – сосредоточение практически всех добывающих мощностей на относительно небольшом участке, в районе пос. Охотск. В случае блокировки льдами побережья в районе Охотска, морской промысел (ставными неводами) прекращается. Необходимо подчеркнуть, что, в условиях закрытия льдами нерестового ареала сельди (как это имело место в 2012–2013 гг.), промысел в ла-

гунах и лиманах рек приобретает важнейшее значение (Панфилов, 2017). Так, в нерестовую путину 2016 г. в лагунах и лиманах Охотского района было выловлено 43,6% всего сырца, в 2017 г. – 40,6%, а в 2019 г. – 33,8%.

Резкое, до 8,8 тыс. т, падение вылова нерестовой сельди в мае-июне 2020 г. объясняется нагоном льдов в район Охотска и прекращением работы ставных неводов в разгар нерестового хода. В то же время в лагунах было добыто 59,3% всей сельди – более 5,2 тыс. т. В путину 2021 г. вылов нерестовой охотской сельди упал до исторического минимума – 2,04 тыс. т (из них в Хабаровском крае – 1,85 тыс. т). Практически весь май в районе Охотска побережье было блокировано льдами, ставные невода не работали.

В среднем, с 2001 г. в Северо-Охотморской подзоне ежегодно вылавливалось 15,4 тыс. т нерестовой тихоокеанской сельди. Средний вылов в 2011–2021 гг. составил 11,8 тыс. т, или 47,2% от рекомендуемых прогнозами ОДУ объёмов (25,0 тыс. т).

Что касается нагульной тихоокеанской сельди (осенне-зимний период), то в начале текущего столетия её вылов в Северо-Охотморской подзоне резко уменьшился. С 2001 по 2004 гг. объёмы вылова упали более чем в 2 раза. Причиной является сокращение добывающего флота, а также то, что в первой половине сельдевой путины (сентябрь – октябрь) значительная часть траловых судов задействована на промысле минтая в Беринговом море.

С 2009 г. добывающий флот работал более интенсивно, и в 2011–2017 гг. вылавливалось уже 147,0 тыс. т нагульной сельди в среднем (табл. 1).

В нагульный период 2018 г. вылов сельди тихоокеанской в Северо-Охотморской подзоне был наибольшим

в текущем столетии – 179,1 тыс. т. Рост объёмов уловов связан как с увеличением количества добывающих судов, так и с ростом уловов на судосутки. Вместе с тем, и в 2018 г. освоение ОДУ не было полным – всего 86,9%. ОДУ сельди в 2019 г., наименьший в текущем десятилетии (236 тыс. т), был освоен уже на 93% – в нагульный период было выловлено 151,8 тыс. т (табл. 1). Неполное освоение объясняется резким ухудшением метеообстановки в Северо-Охотоморской подзоне в декабре 2019 г. Фактически половину промыслового периода добывающий флот не работал.

В сентябре 2020–2021 гг. интенсивность промысла нагульной сельди в Северо-Охотоморской подзоне резко возросла за счёт увеличения количества добывающих судов на лову. Если в 2011–2019 гг. в сентябре добывалось в среднем 4,5 тыс. т сельди, то в 2020 г. вылов составил уже 18,2 тыс. т, а в 2021 г. – 21,4 тыс. т.

Однако затем, в октябре – ноябре 2021 г., вылов, по сравнению с предыдущими годами, снизился. Причина – отвлечение добывающего флота на промысел сардины иваси. В итоге, вылов нагульной сельди составил лишь 136,0 тыс. т (соответственно, ОДУ 2021 г. был освоен на 93,8%).

Таким образом, несмотря на относительно высокие темпы промысла в зимне-весенний период, годовой ОДУ сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне в целом осваивается не полностью: в 2001–2010 гг. на 90,1%, а в 2011–2021 гг. – на 91,4%. Можно ожидать, в связи с ростом в настоящее время запаса охотской сельди и, соответственно, увеличением ОДУ, что в ближайшие годы освоение ОДУ тихоокеанской сельди снизится до уровня 85%.

В ходе анализа имеющихся материалов, исходя из состояния популяции охотской сельди за период на-

блюдений, были выделены 4 периода: 1957–1975 гг. – высокой численности; 1976–1978 гг. – депрессии численности; 1979–2006 гг. – восстановления и стабилизации и 2007–2021 гг. – роста запасов (табл. 2).

Ранее, на основе данных МагаданНИРО за 1954–2007 гг. было показано, что в период депрессии возрастает доля рыб младших возрастов, а на этапах восстановления и стабилизации увеличивается количество рыб старших возрастов. Размерно-весовой состав изменяется аналогично. Доля самок при низком уровне запаса снижается, в период восстановления численности – возрастает, а на этапе стабилизации и роста – снова снижается (Смирнов, Панфилов, 2012).

Период максимального запаса, т.е. высокой численности, охотской сельди продолжался с 1957 г. по 1974 г. (табл. 2), когда запас начал снижаться, и в 1975 г. резко уменьшилась доля рыб старших возрастов – при высокой численности производителей (3,9 млрд экз.) биомасса нерестового запаса уменьшилась до 590 тыс. т. Общее обрушение запаса произошло в 1976 г., вследствие сочетания неблагоприятных для воспроизводства сельди условий с переловом. При этом нерестовый запас охотской сельди снизился в 30 раз, по сравнению с его максимальным значением в 1963 г. (Панфилов, 2010). С 1977 по 1982 гг. усилиями МагаданНИРО и, в частности, Б.В. Тюрнина, был введен запрет на промысел и предложены меры по восстановлению запасов (Тюрнин, 1980). Благодаря своевременно принятым мерам запас начал восстанавливаться, и в 1990-х гг. наступил этап стабилизации, с тенденцией к дальнейшему росту.

С 2001 г. запас охотской сельди рос практически по экспоненте. Соответственно, величина годового ОДУ в целом имела тенденцию к росту (рис. 2).

Таблица 2. Параметры запаса охотской сельди в различные периоды его состояния (в числителе – среднее значение за период, в знаменателе – пределы колебаний за период)

Период	Состояние	Численность, млрд экз.	Биомасса, тыс. т
1957–1975	высокая численность	$\frac{4,91}{1,00-10,10}$	$\frac{943,16}{180,00-1800,00}$
1976–1978	депрессия запаса	$\frac{1,47}{0,30-2,90}$	$\frac{236,67}{60,00-480,00}$
1979–2006	восстановление и стабилизация	$\frac{3,25}{2,12-4,86}$	$\frac{679,15}{408,90-985,9}$
2007–2021	рост численности	$\frac{5,82}{4,19-9,01}$	$\frac{1445,49}{938,50-2270,90}$

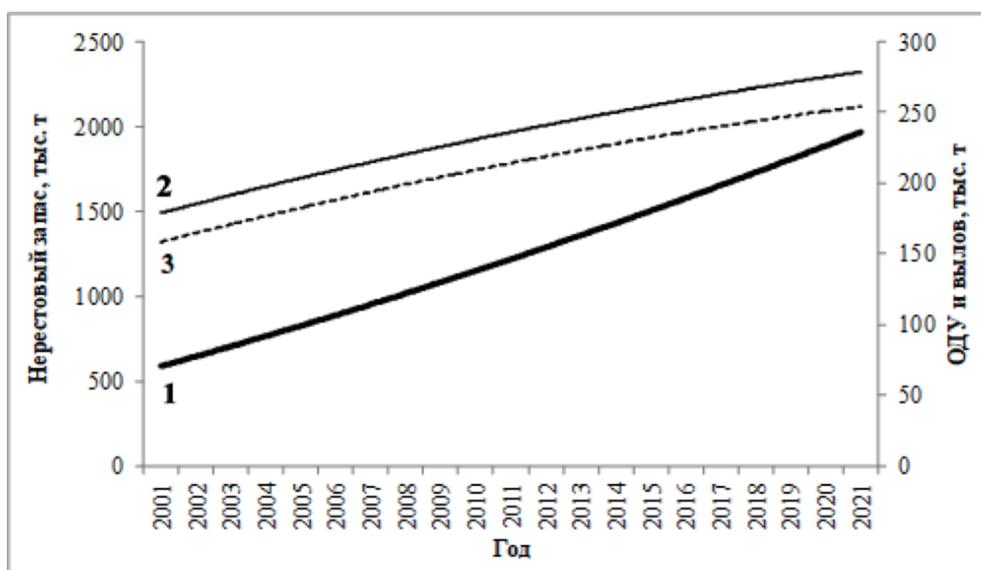


Рис. 2. Нерестовый запас (1), ОДУ (2) и годовой вылов (3) сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне в 2001–2021 гг., тыс. т.

В 2020 г. запас превысил среднемноголетний уровень в текущем столетии по численности примерно на 80% и по биомассе на 85%.

В целом, для охотской сельди характерны периодические кратковременные колебания численности, вызванные вступлением в запас неурожайных либо высокоурожайных поколений. С началом периода общего роста численности (табл. 2), в 2009–2010 гг. запас сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне находился на относительно высоком уровне (в среднем, 1263 тыс. т).

С 2011 г. наступил очередной период относительного снижения запаса, вызванного естественными причинами. Спустя 2 года начался новый период роста, при этом в 2016 г. нерестовый запас охотской сельди достиг наибольшей на тот момент величины с 2000 г. – 1858,6 тыс. т. Вместе с тем, исследования 2011–2015 гг. показали, что, вследствие ряда неблагоприятных для нереста лет, было сформировано не менее 3-х неурожайных поколений охотской сельди, что позднее послужило причиной снижения ОДУ на 2019 г. по сравнению с ОДУ на 2018 г. (табл. 1).

В 2017 г. возрастная структура нерестового стада охотской сельди претерпела значительные изменения – основу нерестовых скоплений составили особи поколений 2006–2010 гг. рождения в возрасте от 7 до 11 полных лет (83,7% от общего количества). Высокоурожайное поколение 2009 г. рождения (8 полных лет, 24,0%), которое, по данным учётных съёмок, в возрасте 1 год имело численность в 15 млрд экз. вышло на 2-е место, почти сравнявшись по численности с поколением 2007 г. рождения (24,4%). Наконец, в 2018 г. высокоурожайное поколение 2009 г. рождения вышло на первое место по численности в уловах нерестовой сельди (9 полных лет, 25,1%) (табл. 3).

Это поколение было наиболее многочисленным и в нерестовом стаде 2019 г. – доля производителей в возрасте 10 полных лет составила 20,3% (примерно на уровне высокоурожайного поколения 2006 г. рождения в возрасте 10 полных лет). Доля же 5-годовиков (поколение 2014 г. рождения) в нерестовом стаде 2019 г. достигла 16,1% – это больше, чем доля 5-годовиков сверхурожайного поколения 2009 г. рождения в нерестовый период 2014 г. (табл. 3). Принимая во внимание это обстоятельство, и учитывая, что в целом выживаемость икры и личинок охотской сельди увеличивается при увеличении в нерестовом стаде доли производителей младших возрастов, можно ожидать, что через 5 лет, в 2024 г., в нерестовом стаде доля производителей в возрасте 5 полных лет вновь превысит среднемноголетний показатель.

Производители поколения охотской сельди 2015 г. рождения в возрасте 4 полных года в 2019 г. занимали в уловах 8,3%, что подтверждает сделанные ранее предположения об урожайности данного поколения.

В целом, доля группы пополнения (3–5 полных лет) увеличилась в уловах нерестовой сельди с 20,1% в 2018 г. до 24,4% в 2019 г. Это обстоятельство, с учётом благоприятных условий нереста, позволяет предположить, что и в 2019 г. было также сформировано урожайное поколение охотской сельди.

Возрастной состав уловов нерестовой охотской сельди в 2020 г. имел, практически, нормальное распределение (табл. 3). Исключение – невысокая доля неурожайного поколения 2012 г. рождения. Доля урожайных поколений 2013–2015 гг. (5–7 полных лет) составила 45%; особо урожайное поколение 2009 г. рождения (11 полных лет) – 8,6%.

Интересно, что в уловах нерестовой сельди уже 6 лет подряд в заметных количествах отмечается присутствие производителей в возрасте 13 полных лет; ранее рыбы этих возрастов встречались лишь единично (табл. 3). Доля 13-годовиков в 2019 г. составила 1,3%, в 2020 г. – 0,8%, а в 2021 г. – 0,4%. Не исключено, что это связано с увеличением выживаемости охотской сельди.

Следует отметить, что в 2019–2021 гг. в уловах практически отсутствуют производители в возрасте 3 полных года (2016–2018 гг. рождения). Учитывая, что условия нереста в эти годы были благоприятными, мы ожидали появления соответствующих урожайных поколений. Их отсутствие в возрасте 3 года в нерестовых стадах может быть вызвано пониженным темпом роста и созревания, характерным для поколений особо высокой численности.

В возрастном составе нерестовой сельди 2021 г. относительно 2020 г. в 2 раза снизилась доля рекрутов, до 6,0% (табл. 3). Вместе с тем, доля производителей в возрасте 6 полных лет (поколение 2015 г. рождения) увеличилась

Таблица 3. Возрастной состав нерестового стада сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне в 2001–2021 гг., %

Год	Возраст, полных лет											N, экз.
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
2001	+	1,7	19,7	14,6	14,5	9,6	21,4	17,2	1,3	+	-	11863
2002	+	2,1	18,4	31,6	13,7	8,8	11,6	12,4	1,4	+	-	1500
2003	-	+	9,1	36,9	20,1	7,3	8,1	13,5	4,4	0,5	-	20418
2004	-	0,8	3,2	28,5	36	13,4	7,9	6,8	2,9	0,5	-	3093
2003	2,1	0,8	8,9	12,7	31,6	21,9	8,9	8	3,8	1,4	-	12855
2004	0,7	3,1	2,3	15,1	21,7	27,8	15,5	8,6	3,7	1,5	-	1570
2005	+	2,1	33,4	5,5	13,4	13	19,3	8,7	3,5	1,1	-	16488
2006	0,1	1,5	9,1	17,3	9,6	21	15,2	18,8	6,3	1,1	-	3447
2007	0,5	4,7	12,4	17,2	24,3	9,5	16,7	6,4	7,4	0,9	-	8616
2008	0,2	1,7	31,2	11,6	8,4	8,1	27,4	10	1,3	0,1	-	3187
2009	+	1,7	19,7	14,6	14,5	9,6	21,4	17,2	1,3	+	-	7732
2010	1,0	5,3	11,4	19,4	11,8	19,9	6,6	18,5	3,9	2,2	-	2518
2011	0,2	4,1	27,1	11,9	13,9	8,5	19,2	4,7	9,8	0,6	-	3082
2012	+	0,3	13,3	42,8	12,2	10,0	7,3	8,9	3,0	2,2	-	3050
2013	0,5	3,6	2,6	26,6	28,1	10,2	15,0	5,4	7,4	0,6	-	3658
2014	0,5	0,8	15,1	10,1	28,3	22,5	8,2	8,7	3,5	2,3	-	3282
2015	+	2,7	7,2	20,5	10,1	22,6	19,8	6,9	8,2	2	+	2712
2016	0,1	0,5	4,3	8,7	17,4	8,7	27,5	21,9	4,5	6,1	0,3	2293
2017	1,9	1,9	2,0	6,5	7,9	24,0	15,0	24,4	12,4	3,1	0,9	2009
2018	0,8	10,9	8,4	5,5	12,6	13,4	25,1	11,0	9,2	2,7	0,4	1901
2019	+	8,3	16,1	12,8	5,1	13,1	11,6	20,3	8,4	3,0	1,3	1549
2020	+	1,9	11,8	15,6	17,6	12,7	15,5	11,1	8,6	4,4	0,8	1394
2021	+	1,6	4,4	18,7	17,8	12,4	10,6	17,8	10,7	5,6	0,4	1138
М 2001–2010	0,4	1,6	17,6	18,2	18,4	12,1	15,7	11,8	3,5	0,7	0,0	93287
М 2011–2021	0,4	3,1	10,7	17,6	16,7	14,4	15,7	11,4	7,3	2,5	0,3	26068
М 2001–2021	0,4	1,9	16,2	18,1	18,1	12,6	15,7	11,7	4,3	1,1	0,1	119355

Примечание. «+» – менее 0,1%.

до 18,7%. Соответственно, доля молодых рыб (поколения 2015–2017 гг. рождения) составила 24,7%.

Условия нереста сельди в Северо-Охотоморской подзоне и возрастной

состав нерестового стада (относительно высокая доля производителей в возрасте 4–6 полных лет) в 2021 г. позволяют сделать вывод о формировании нового урожайного поколения.

Таким образом, появление ряда новых урожайных поколений способствует сохранению численности охотской сельди на высоком уровне. Мы ожидаем, что запасы сельди тихоокеанской в Северо-Охотморской подзоне в течение 2022–2025 гг. будут стабильными.

Средний возраст производителей охотской сельди в 2021 г., по сравнению с 2020 г., увеличился и составил 8,28 года (табл. 4). Это объясняется тем, что доля

производителей младших возрастных групп (3–6 полных лет), по сравнению с нерестовым стадом 2020 г., уменьшилась с 29,3% до 24,7%.

По этой же причине и средняя длина тела по Смитту производителей в уловах увеличилась до 29,2 см. Соответственно, увеличилась и средняя масса производителей – с 252,1 г до 275,5 г. (табл. 4). В целом зависимость массы тела от длины тела АС у производителей охотской

Таблица 4. Межгодовая динамика некоторых биологических показателей нерестовой охотской сельди в контрольных и промысловых уловах ставных и закидных неводов

Годы	Длина, см	Масса, г	Возраст, лет	Доля самок, %	АИП, тыс. икр.
2001	28,1	232,6	7,50	50,0	42,10
2002	27,4	212,6	7,00	53,0	39,86
2003	27,6	221,6	7,29	53,2	37,47
2004	28,4	238,1	7,69	51,4	39,97
2005	28,5	240,3	7,66	52,4	43,73
2006	28,5	240,2	7,75	51,6	42,34
2007	27,4	220,0	7,19	56,5	38,14
2008	28,4	237,2	7,99	52,5	40,95
2009	27,9	237,8	7,38	53,4	41,42
2010	28,4	236,2	7,53	47,2	44,94
2011	27,8	223,4	7,24	50,3	41,10
2012	27,7	224,9	7,04	51,3	38,94
2013	28,5	242,2	7,45	49,2	41,70
2014	28,3	250,2	7,46	50,5	40,95
2015	28,8	268,6	7,83	45,9	46,36
2016	29,6	270,5	8,60	50,4	48,60
2017	29,7	274,4	8,72	50,0	48,57
2018	28,9	242,8	7,91	49,8	43,91
2019	28,9	272,8	7,87	45,1	48,47
2020	28,9	252,1	7,93	47,5	45,80
2021	29,2	275,5	8,28	49,6	47,71
М 2001–2010	28,1	231,6	7,49	52,1	41,09
М 2011–2021	28,8	254,3	7,85	49,0	44,74
М 2001–2021	28,4	243,5	7,68	50,5	43,00

сельди достоверно описывается степенным уравнением вида $y = ax^b$ (рис. 3).

В период 2001–2010 гг. длина тела производителей охотской сельди в уловах колебалась от 21,0 до 34,9 см при средних значениях от 27,4 до 29,7 см, а масса тела – от 80,0 до 475,5 г, при средних значениях от 212,6 до 275,5 г. Характерно, что за последнее десятилетие средние значения практически всех параметров производителей сельди в Северо-Охотморской подзоне увеличились (табл. 4). Так, по сравнению с 2001–2010 гг., сред-

няя длина АС производителей увеличилась с 28,1 до 28,8 см, масса – с 231,6 до 254,3 г, плодовитость (АИП) – с 41,09 до 44,74 тыс. икринок. При этом средний возраст производителей увеличился с 7,49 до 7,85 года. Учитывая общий рост численности охотской сельди и, как указывалось выше, стабильное присутствие с 2016 г. в нерестовом стаде в значимых количествах производителей в возрасте 13 полных лет, мы полагаем, что в настоящий период популяция находится в благоприятных условиях.

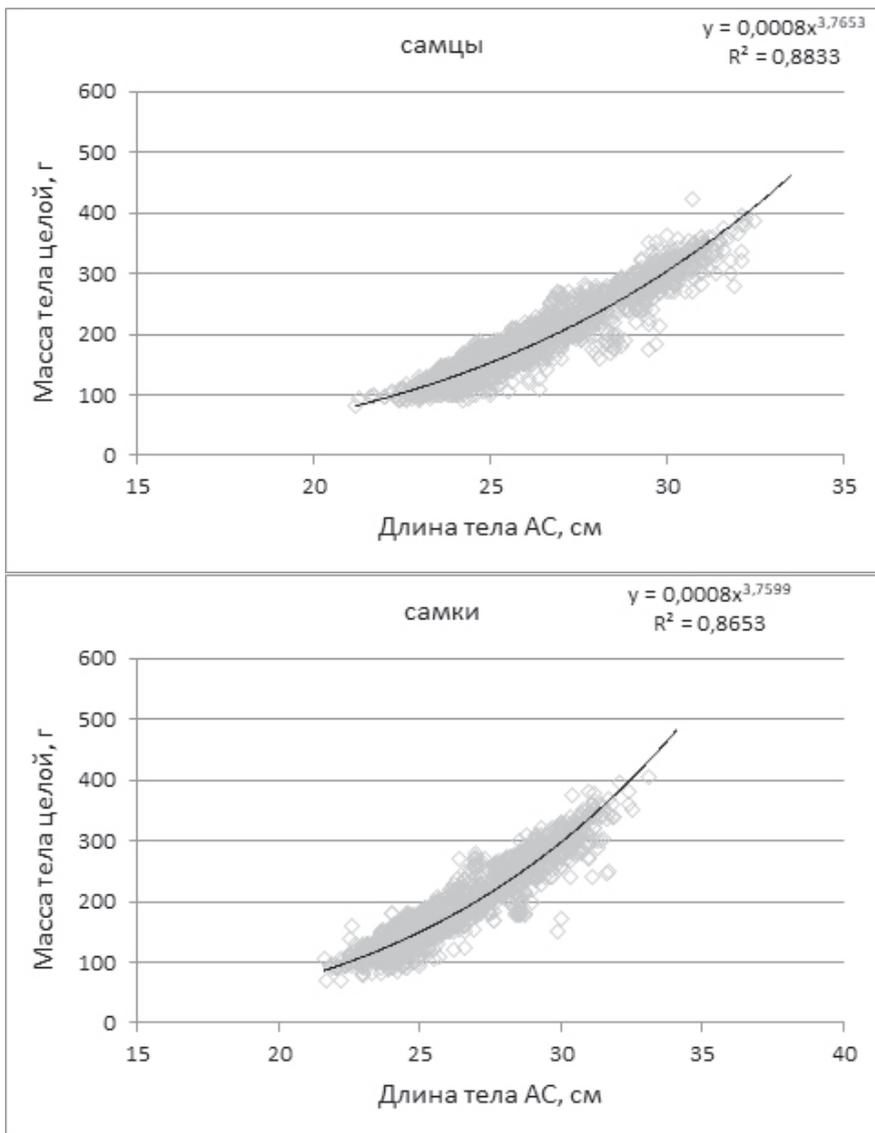


Рис. 3. Зависимость массы тела от длины АС производителей охотской сельди по данным исследований 2001–2021 гг.

Доля самок в нерестовом стаде охотской сельди обычно незначительно превышает долю самцов. Однако в 2015 г. половой состав уловов нерестовой сельди заметно изменился – самки составили в среднем по ареалу только 45,9% (табл. 4). После увеличения в 2016 г. до 50,4%, доля самок снижалась. В 2021 г. самки составили 49,6% от общей численности производителей, при среднемноголетнем значении 48,3%. В целом в 2011–2021 гг. доля самок в нерестовом стаде охотской сельди уменьшилась, по сравнению с предыдущим десятилетием, с 52,1 до 49,0%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В истории исследований охотской сельди нами выделяются 4 периода, в зависимости от состояния популяции. В текущем столетии завершился, после коллапса запаса в 1976–1978 гг., период восстановления и стабилизации, и с 2007 г. отмечается стабильный рост численности охотской сельди

Согласно проведённым исследованиям, в текущем столетии вылов охотской сельди имеет тенденцию к росту, при этом среднее освоение годового ОДУ с 2001 г. составило 90,8%, а в последнем десятилетии – 91,4%. За этот период средний годовой улов увеличился с 176,2 до 243,0 тыс. т. Отмечается тенденция к увеличению вылова зимовальной и преднерестовой сельди в январе – апреле при одновременном снижении уловов нерестовой сельди в мае – июне.

Биологические показатели (длина и масса тела, индивидуальная плодовитость) производителей охотской сельди в 2011–2021 гг., относительно предыдущего десятилетия, увеличились. При этом отмечено снижение доли самок в нерестовом стаде в среднем до 49%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Антонов Н.П., Датский А.В., Мазникова О.А., Митенкова Л.В. Современное состояние промысла тихоокеанской сельди в дальневосточных морях // Рыбн. хозяйство. 2016. № 1. С. 5458.

Безумов К.Я. Промысловые рыбы Магаданской области. Магадан. ОТИ, 1959. 39 с.

Ившина Э.Р. Современное состояние запасов сахалино-хоккейской сельди *Clupea pallasii* у побережья о. Сахалин и южных Курильских островов // Изв. ТИНРО. 2022. Т. 202. № 1. С. 61–70.

Науменко Н.И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский. Камчатский печатный двор, 2001. 330 с.

Панфилов А.М. Динамика возрастного состава и формирование урожайных поколений охотской сельди // Материалы междунар. науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана». Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. Ч. I. С. 84–86.

Панфилов А.М. К вопросу об освоении общего допустимого улова охотской сельди *Clupea pallasii* Cuvier et Valenciennes, 1847 в 2001–2016 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2017. Вып. 45. С. 54–67.

Панфилов А.М., Фархутдинов Р.К. О результатах исследований охотской нерестовой сельди в 2000 г. и перспективах её промысла // Сб. науч. трудов Магаданского НИИ рыб. хозяйства и океанографии. Вып. 1. Магадан: Магадан-НИРО, 2001. С. 94–103.

Перов А.С. Новые сведения о нерестовой сельди у побережья о. Кунашир // Вопр. рыболовства. 2021. Т. 22. № 2. С. 40–50.

Плохинский В.А. Биометрия. Новосибирск: СО АН СССР, 1961. 364 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. Пром-сть, 1966. 376 с.

Правоторова Е.П. Некоторые данные по биологии гижигинско-камчатской сельди в связи с колебаниями её численности и из-

менением ареала нагула // Изв. ТИНРО. 1965. Т. 59. С. 102–128.

Пушикова Г.М. Сахалинско-хоккайдская сельдь: численность и перспективы промысла // Рыбн. хозяйство. 1994. № 6. С. 22–24.

Рокицкий П.Ф. Основы вариационной статистики для биологов. Минск: Изд-во Белгосуниверситета, 1961. 224 с.

Рыбникова И.Г. Популяционно-генетическая структура сельдей Охотского моря // Сельдевые северной части Тихого океана. Владивосток. ТИНРО, 1985. С. 57–63.

Семенов Ю.Г., Смирнов А.А. Особенности распределения и промысла охотской и гижигинско-камчатской сельди в смешанных нагульных скоплениях осенью 2001 г. в При-тауйском районе Охотского моря // Тезисы докл. Всероссийской конференции «Пути решения проблем изучения, освоения и сохранения биоресурсов мирового океана в свете морской доктрины Российской Федерации на период до 2020 года». М, 2002. С. 167–168.

Смирнов А.А. Гижигинско-камчатская сельдь. Магадан: МагаданНИРО, 2009. 149 с.

Смирнов А.А., Панфилов А.М. Многолетняя динамика основных биологических показателей охотской сельди // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2012. № 2. С. 63–68.

Смирнов А.А., Марченко С.Л., Кащенко Е.В. Оценка популяционного статуса сельди Тауйской губы Охотского моря по результатам морфометрического анализа 2001–2002 гг. // Тезисы докл. VI научной конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и при-

легающих морей». Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2005. С. 253–255.

Смирнов А.А., Омельченко Ю.В., Семенов Ю.К., Елатинцева Ю.А. Особенности промысла тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) в январе-апреле 2021 г. в северной части Охотского моря // Рыбн. хозяйство. 2021. № 4. С. 38–43.

Тюрнин Б.В. Структура нерестовой популяции сельди северо-западной части Охотского моря, её динамика и биологические основы прогнозирования улова. Дис... канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО-центр, 1975. 221 с.

Тюрнин Б.В. О причинах снижения запасов охотской сельди и мерах по их восстановлению // Биология моря. 1980. № 2. С. 69–74.

Чернышев Д.Ю., Смирнов А.А., Марченко С.Л. Распределение сельди в смешанных скоплениях северной части Охотского моря в осенний период // Тезисы доклада на V региональной конф. по актуальным проблемам экологии, морской биологии и биотехнологии студентов, аспирантов и молодых учёных Дальнего Востока России. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2002. С. 124.

Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М: Изд-во АН СССР, 1959. 164 с.

Фадеев Н.С. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана // Владивосток: ТИНРО-Центр, 2005. 366 с.

Шунтов В.П. Биологические ресурсы Охотского моря // М. Агропромиздат, 1985. 224 с.

**FISHING, STOCK DYNAMICS AND BASIC
BIOLOGICAL INDICATORS OF SPAWNING
OKHOTSK HERRING AT THE PRESENT STAGE**

© 2021 г. А.М. Панфилов¹, А.А. Смирнов^{2,3}

¹*Magadan Branch of Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography Magadan, 685000*

²*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, 107140*

³*North-Eastern State University, Magadan, 685000*

Based on the MagadanNIRO materials for 1957–2021, the dynamics of the stock and fishery of the Okhotsk herring are considered. The dynamics of the main biological indicators of spawning Okhotsk herring in 2001–2021 is analyze. It is shown that after the end of the recovery and stabilization period, the stock of Okhotsk herring is at a high level with a tendency to increase. Biological indicators of producers of Okhotsk herring increased in 2011–2021.

Key words: pacific herring *Clupea pallasii*, okhotsk herring, stock, fishery, catch, age, length, weight, sex, fertilit.

ПРОМЫСЕЛ, БИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ЗАПАСЫ КОРФО-КАРАГИНСКОЙ СЕЛЬДИ В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

© 2022 г. Ю.К. Курбанов, А.И. Варкентин

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского
института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО),
г. Петропавловск-Камчатский, 683000
E-mail: kurbanov.u.k@kamniro.ru

Поступила в редакцию 20.03.2022 г.

Представлены результаты анализа промысла, биологического состояния и оценок запасов корфо-карагинской сельди в 2011–2021 гг. Показано, что после снятия в 2011 г. запрета на специализированный промысел сельди и увеличения вылова, его объёмы постепенно уменьшались с последующей стабилизацией на среднем уровне в 43 тыс. т. Основной вылов приходится на ноябрь–декабрь и осуществляется, главным образом, разноглубинными тралами. Основу промысловых уловов в 2011–2013 гг. составляли рыбы поколений 2007–2009 гг. возрастом 4+. Затем отмечено длительное преобладание старшевозрастных групп. Основным районом нереста являлся зал. Анапка, что свойственно для данной популяции при среднем уровне её численности. Результаты авиаучётных и икорных съёмов показали тренд на снижение нерестового запаса. По модельным оценкам, в рассматриваемый период после пика биомассы в 2017 г., также зафиксировано снижение как нерестового, так и общего запасов. Предполагается, что вылов в ближайшие годы останется на прежнем уровне и составит 40–50 тыс. т.

Ключевые слова: тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii*, промысел, размерно-возрастной состав, запасы, западная часть Берингова моря.

ВВЕДЕНИЕ

Тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii* является одним из массовых представителей пелагиали, имеющих важное промысловое значение. В Северной Пацифике данный вид обладает достаточно обширным ареалом, включающим как азиатские, так и американские берега, захватывая прилегающие районы Арктики (Световидов, 1952; Eschmeyer, Herald, 1983; Masuda et al., 1984; Науменко, Джангильдин, 1987; Mecklenburg et al., 2016). На столь значительной акватории сельдь представлена несколькими популяциями, которые различаются по биологическим характеристикам, местоположением районов размножения, численностью, а также уровнем промысло-

вой эксплуатации. В западной части Берингова моря наиболее крупной является корфо-карагинская (Панин, 1950; Качина, 1981; Науменко, 2001).

Свое название она получила по наименованию заливов Корфа и Карагинский, где расположены её основные нерестилища. Изучение сельди данной популяции началось практически одновременно с организацией её специализированного промысла. В результате было подготовлено много публикаций (Батрагин, Немуро, 1938; Полутов, 1941; Панин, 1950, 1951; Медников, 1957; Качина, 1967, 1969, 1981; Петрова, 1968; Kawamura, 1970; Калюжная, 1983; Науменко, 1990, 1991 и др.), посвящённых различным аспектам её биологии, про-

мыслового использования и состояния запасов. Итогом этих исследований стала монография Н.И. Науменко (2001), где были обобщены все имеющиеся на тот момент данные по дальневосточным сельдям, в т.ч. корфо-карагинской.

Последующие работы касались выявления основных факторов среды и степени их влияния на формирование урожайности поколений сельди на ранних этапах жизненного цикла (Бонк, 2004, 2005), поиска альтернативных оценок численности, с помощью которых возможно улучшить качество прогнозирования и обоснования общего допустимого улова (ОДУ) (Золотов, 2003а, 2004), либо разработки стратегии рационального использования ресурсов данного вида (Науменко, 2005). В других публикациях рассматривалась динамика вылова, запасов, а также биологических характеристик корфо-карагинской сельди в уловах (Науменко, Бонк, 2002; Золотов, 2003б; Бонк, Золотов, 2004; Науменко, 2009, 2010, 2012; Антонов, 2011; Варкентин и др., 2013; Нагорнов и др., 2014; Датский, 2017 и др.). Однако бóльшая их часть основана на данных одного или нескольких смежных лет и ограничена 2010 годом.

В связи с низким уровнем запаса, во второй половине 2000-х гг. существовал запрет на промышленное освоение ресурсов корфо-карагинской сельди, полное снятие которого состоялось в 2011 г. Однако с этого момента очередной этап освоения ресурсов данного вида в научной литературе практически не освещён.

Учитывая вышеизложенное, назрела необходимость в проведении детального анализа промысла, основных биологических показателей и состояния запасов корфо-карагинской сельди в современный период (2011–2021 гг.), что и является целью данной работы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для настоящего исследования послужили данные, собранные сотрудниками «КамчатНИРО» во время специализированного промысла сельди в осенне-зимний период на промысловых судах и рыбоперерабатывающих заводах в 2011–2021 гг. (табл. 1). В качестве орудий лова использовались различные модификации разноглубинных тралов.

Исследования проводили по стандартным ихтиологическим методикам (Правдин, 1966). Комплекс работ включал выполнение массовых промеров (МП) со вскрытием и выполнение полных биологических анализов (ПБА). У рыб измеряли длину по Смитту (от кончика рыла до конца средних лучей хвостового плавника) с последующим вскрытием для определения пола и стадии зрелости гонад. ПБА заключался в измерении массы целой особи и без внутренностей, длины по Смитту и промысловой (от кончика рыла до конца чешуйного покрова), определении пола и степени зрелости гонад. Стадии зрелости гонад сельди устанавливали по шкале, разработанной норвежскими специалистами (Bucholtz et al., 2008). В ходе анализа также оценивали наполнение желудка, состав пищевого комка и жирность, однако, в нашей работе эти данные мы не рассматривали. Для определения возраста у сельди собирали чешую. Всего в 2011–2021 гг. было проанализировано 752 промысловых траления, выполнено более 106 тыс. промеров и 5,7 тыс. биоанализов.

Итоговый размерный состав сельди получали путём осреднения размерных составов в каждом тралении за месяц взвешенно к улову на 1 час траления в количественном выражении, а затем за промысловый сезон взвешенно к вылову по месяцам в количественном выражении. Возрастной состав получали путем

Таблица 1. Сведения о сроках проведенных исследований научными наблюдателями «КамчатНИРО», объёме собранной информации на специализированном траловом промысле корфо-карагинской сельди

Название судна	Сроки	Кол-во тралений	МП	ПБА
СТР «Василий Головнин»	08.11–03.12.2011	24	4289	250
СРТМ «Петр Ильин»	27.10–20.12.2012	93	10477	500
БМРТ «Михаил Старицын»	17.09–23.12.2012	148	28104	643
БМРТ «Министр Ишков»	01.11–05.12.2013	90	7192	445
БМРТ «Сергей Новоселов»	24.10–17.12.2014	69	7307	375
БМРТ «Иртышск»	02.11–13.12.2015	100	8050	649
БМРТ «Михаил Старицын»	09.11–25.12.2016	51	8506	600
БМРТ «Михаил Старицын»	01.11–10.12.2017	42	7659	650
БМРТ «Михаил Старицын»	04–15.11.2018	20	3937	400
БМРТ «Сергей Новоселов»	01.11–08.12.2019	52	8740	570
Завод «Колхоз им. В.И. Ленина»	11.11–25.12.2020	5	2923	250
БМРТ «Хотин»	10.11–30.12.2021	58	9260	455
Всего		752	106444	5787

пересчёта итогового размерного состава по размерно-возрастному ключу, составленному по определениям возраста рыб (более 4,2 тыс. экз.).

В работе приведены средние значения массы сельди в промысловых уловах, рассчитанные взвешенно к размерному составу рыб. Зависимость «масса–длина» получена по результатам ПБА, выполненных в ноябре–декабре 2011–2021 гг. Она хорошо описывается уравнением степенной функции:

$$W_{\text{ср.}} = a \times L^b, \text{ где}$$

$W_{\text{ср.}}$ – средняя масса рыб, кг; L – длина рыб, см; a – коэффициент, равный 0,003; b – степенной коэффициент, равный 3,345 ($R^2 = 0,919$).

Сведения о вылове и структуре промысла в 2011–2021 гг. получены по данным судовых суточных донесений (ССД) из отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов

Росрыболовства (ОСМ). Для доступа к ОСМ и первичной обработки данных использовали программу «FMS analyst» (Vasilets, 2015).

Для оценки запасов корфо-карагинской сельди использовали модель «Синтез» (Ильин и др., 2014). Она относится к числу сравнительно простых статистических когортных моделей с сепарабельным представлением промысловой смертности, учитывает специфику рыбопромысловой статистики и позволяет получить детальное описание динамики возрастной структуры оцениваемого запаса. Исходными данными для модели послужили:

- вылов (млн экз.) по возрастам (4–13 лет) и годам (1980–2021 гг.);
- среднемноголетняя масса рыб по возрастным группам (W);
- среднемноголетняя доля половозрелых рыб по возрастным группам (M_0), рассчитанная по результатам массовых промеров со вскрытием, выполненных в осенний период;

– среднемноголетние мгновенные коэффициенты естественной смертности (M) по возрастам (табл. 2).

В качестве настроечных индексов использовали уловы на единицу промыслового усилия (т/судосутки) в 2010–2021 гг., стандартизованные по модели GLM относительно судов типа БМРТ (трал р/гл 116/640 м пр. 180 ФОЛ НБАМР), ведущих траловый промысел в ноябре (рис. 1). Предикторы – факторы года, месяца, типа промыслового судна, типа орудия лова и глубины. Стандартизация выполнена средствами статистического пакета R.

Дополнительно для настройки использовали оценки нерестового запаса корфо-карагинской сельди в 1980–2020 гг. по данным авиаучётных и икор-

ных съёмов, выполненных на нерестилищах в период массового воспроизводства (в первой половине мая). На вертолете МИ-8, по возможности, обследовали все потенциальные районы воспроизводства сельди, при этом обязательными для исследования были основные места нереста – заливы Анапка, Уала и Корфа (рис. 2).

Методика проведения исследований стандартная (Качина, 1981; Науменко, 2001). Зону нереста определяли по окрашенной в молочный цвет воде. С помощью спутниковой навигационной системы (GPS) с точностью до 5 м фиксировали координаты границ нереста, по которым затем в программе ArcGIS оценивали площадь нерестилищ. Каждый район, где наблюдался нерест,

Таблица 2. Входные данные для расчётов в модели «Синтез»

Показатель	Возраст									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
M , 1/год	0,341	0,334	0,336	0,344	0,356	0,372	0,392	0,416	0,443	0,476
W , кг	0,244	0,308	0,360	0,404	0,442	0,475	0,505	0,532	0,557	0,580
M_0 , доли	0,570	0,886	0,967	0,980	0,994	1	1	1	1	1

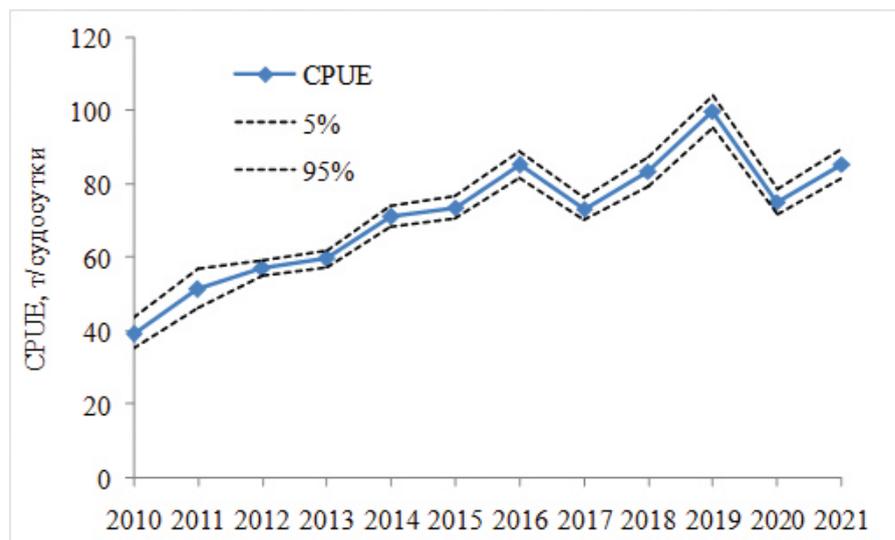


Рис. 1. Стандартизованные с помощью GLM уловы на единицу промыслового усилия.

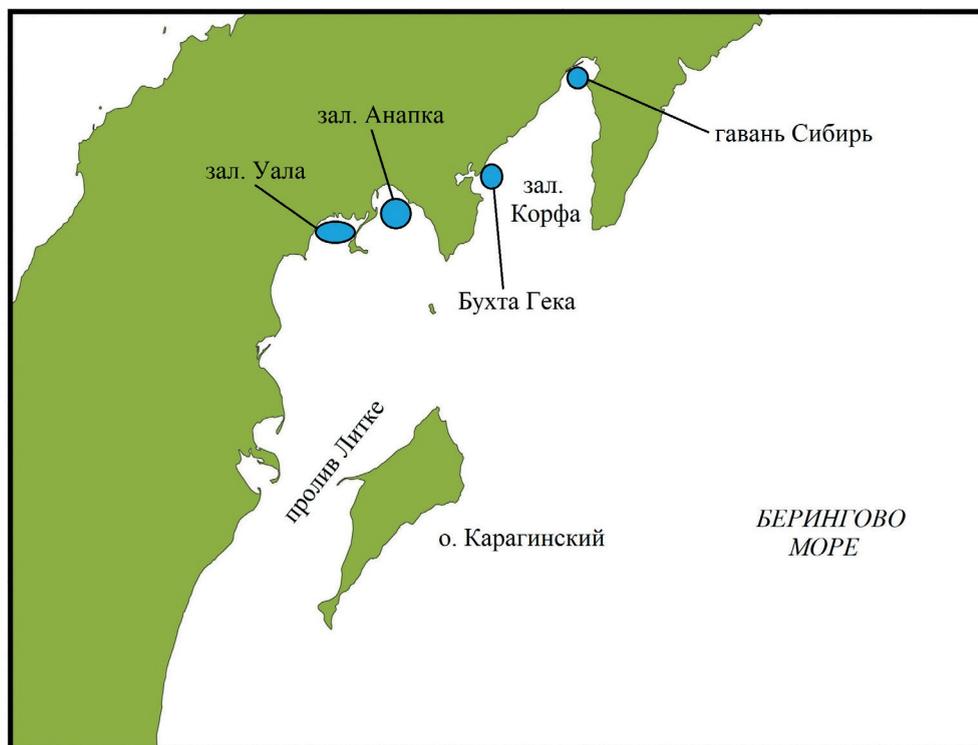


Рис. 2. Примерная схема облётов нерестилищ корфо-карагинской сельди.

в зависимости от видового состава водорослевого субстрата и плотности его произрастания, делили на подрайоны. Для получения фактической площади, занятой обыкнённым субстратом, площадь, охваченную нерестом, в каждом подрайоне умножали на коэффициент, характеризующий плотность произрастающего здесь водорослевого субстрата (зал. Корфа и Анапка – 0,5, зал. Уала – 0,6). Результат суммировали для каждого подрайона, а затем и всего района воспроизводства.

Для определения плотности кладок и количества отложенной икры после нереста в первый сизигийный отлив выполняли икорную съёмку, которая представляла собой сбор проб обыкнённого субстрата с помощью стандартной рамки с участка размером 20×20 см (0,04 м²) в каждом районе. Для репрезентативности выборки пробы на одном нерестилище собирали произвольно на различном удалении от береговой черты, при этом стара-

лись собрать пробы как можно с большей площади. Всего в рассматриваемые годы было выполнено 9 экспедиций (в 2016 и 2021 гг. работы не проводили), затрачено 131 летных часов вертолета МИ-8, собрано 413 проб обыкнённого субстрата (табл. 3).

Зная общую площадь нерестилищ и среднюю плотность обыкновения субстрата, определяли общее количество учтённой икры. На основании данных об индивидуальной абсолютной плодовитости средней самки, соотношении полов, средней массы рыб рассчитывали нерестовый запас.

Следует отметить, что описанный метод оценки нерестового запаса корфо-карагинской сельди имеет довольно много недостатков. Во-первых, коэффициенты, характеризующие плотность произрастающего водорослевого субстрата, экспертно были определены еще в 1980-х гг. и с тех пор ни разу не пересматривались. По нашему мнению, давно назрела необходимость в ревизии

Таблица 3. Сведения о проведённых в 2011–2020 гг. исследованиях на нерестилищах корфо-карагинской сельди

Сроки работ	Кол-во лётных часов	Кол-во проб обыкнённого субстрата
06–19.05.2011	18	63
05–22.05.2012	18	53
07–23.05.2013	10,5	40
06–19.05.2014	16	124
06–19.05.2015	21	45
04–17.05.2017	9	33
27.04–08.05.2018	12	–
06–14.05.2019	12,5	32
08–11.05.2020	14	23
Всего	131	413

этих данных, для чего следует в ближайшие годы провести водолазную съёмку. Во-вторых, в последние годы из-за малого количества лётных часов исследования проводили не на всей акватории нереста сельди, а только в районах основного икрометания. По этой же причине собиралось существенно меньше проб обыкнённого субстрата, чем в прежние годы. В-третьих, отсутствие контрольного лова и, как следствие, отсутствие объективных данных о структуре родительского стада, вынуждает при оценках запаса делать различные допущения (о средней массе, соотношении полов, индивидуальной плодовитости). В этой связи использование результатов авиаучётных съёмок в качестве одного из индексов состояния запасов более чем оправданно.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Характеристика промысла. Промышленную эксплуатацию ресурсов корфо-карагинской сельди начали в конце 1930-х гг. В первые 20 лет промысел базировался на добыче нерестовых рыб ставными неводами в ходе их

подходов к берегам (Батрагин, Немуро, 1938; Панин, 1950; Полутов, 1960). Со второй половины 1950-х гг. началось широкое развитие активного рыболовства в открытых водах Берингова моря, сопровождавшееся работой научно-поисковых судов и применением гидроакустических приборов. Впоследствии были обнаружены значительные скопления сельди в Олюторском заливе и Олюторско-Наваринском районе. С этого момента её стали добывать дрефтерами во время преднерестовых миграций, также активизировался лов кошельковыми неводами во время нагула и травами в период образования зимовальных скоплений (Качина, 1981; Науменко, 2001, 2005). В итоге, к концу 1950-х – началу 1960-х гг. уловы сельди достигли исторического максимума, превысив 250 тыс. т (рис. 3).

Помимо СССР, освоение ресурсов корфо-карагинской сельди с 1961 г. начали и японские рыбаки, добывая её в период нереста и летнего нагула. В последующие 9 лет ежегодный вылов судами Японии колебался от 10 до 72 тыс. т (Качина, 1981).

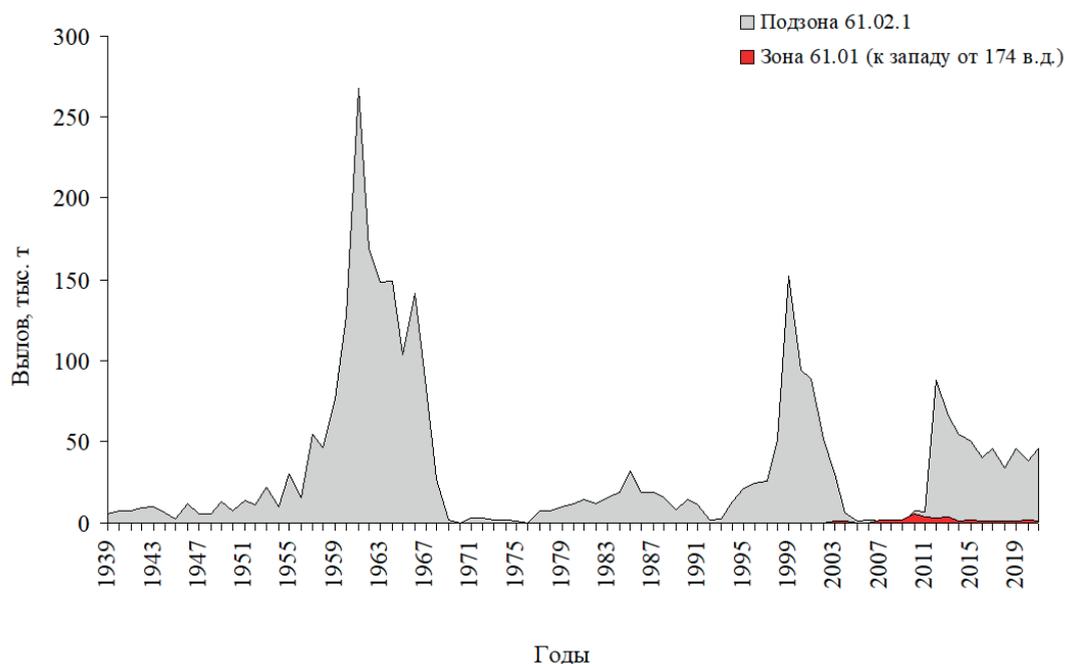


Рис. 3. Межгодовая динамика вылова корфо-карагинской сельди (по: Науменко, 2001 с дополнениями).

В 1960-х гг. интенсивность промысла сельди была настолько высока, что к 1969 г. уловы на 80% состояли из молоди, а сама популяция находилась в депрессивном состоянии – уровень производителей составил лишь 2% от оптимального количества. В связи с этим, с 1970 г. был введён полный запрет промысла, существовавший до 1985 г. На протяжении этого периода сохранялся только ограниченный лов в научно-исследовательских целях (Качина, 1981, 1986; Науменко, 2003). Затем, с 1986 по 1997 гг., добыча осуществлялась в щадящем режиме с целью избежать перелова и каких-либо ошибок в определении величины ОДУ (Науменко, 2005). К 1998 г. запас сельди достиг максимальной величины с момента запрета специализированного промысла, что позволило возобновить интенсивное освоение её ресурсов. Основной пресс пришёлся на 1999–2001 гг., когда суммарно было добыто 334 тыс. т (рис. 3). Однако из-за отсутствия в популяции урожайных по-

колений и нерационального промысла, запасы корфо-карагинской сельди резко снизились, что привело к введению в 2005 г. очередного запрета на её промышленный лов (Науменко, 2005; Антонов, 2011). В это время были продолжены мониторинговые работы, показавшие постепенное восстановление численности вида, позволившие уже к концу 2010 г. снова возобновить ограниченный вылов (Варкентин и др., 2013).

Полное снятие запрета промысла корфо-карагинской сельди было в 2011 г. С этого момента наступил очередной, современный, этап освоения ресурсов данного вида. Уже в следующем году её вылов увеличился почти в 9 раз (90,4 тыс. т) (рис. 3; табл. 4). Далее, он постепенно уменьшался, и в последние 5 лет добывалось в среднем около 43 тыс. т ежегодно. В целом можно констатировать, что, с учётом довольно печального опыта ведения интенсивного рыболовства в прошлом (рис. 3), вылов сельди в последние годы был относительно стабилен.

Таблица 4. Общий допустимый улов (ОДУ), рекомендованный вылов (РВ), фактический вылов (тыс. т) и освоение ОДУ (РВ) (%) корфо-карагинской сельди в 2011–2021 гг.

Год	61.02.1*			61.01 (западнее 174° в.д.)*			Всего		
	ОДУ	Вылов	%	РВ	Вылов	%	ОДУ+РВ	Вылов	%
2011	10,0	7,027	70,3	1,0	3,452	345,2	11,0	10,479	95,3
2012	126,6	87,603	69,2	2,0	2,807	140,4	128,6	90,410	70,3
2013	73,5	65,263	88,8	1,0	3,355	335,5	74,5	68,618	92,1
2014	74,2	54,132	73,0	1,0	1,077	107,7	75,2	55,209	73,4
2015	59,2	49,600	83,8	1,0	1,333	133,3	60,2	50,933	84,6
2016	53,9	40,227	74,6	1,0	0,562	56,2	54,9	40,789	74,3
2017	50,8	45,330	89,2	1,0	0,413	41,3	51,8	45,743	88,3
2018	48,1	33,501	69,6	1,0	0,383	38,3	49,1	33,884	69,0
2019	45,4	45,067	99,3	1,0	0,944	94,4	46,4	46,011	99,2
2020	45,4	38,329	84,4	1,2	1,523	126,9	46,6	39,852	85,5
2021	45,9	45,623	99,4	0,7	0,503	71,9	46,6	46,126	99,0

Примечание.* 61.02.1 – Карагинская подзона, 61.01 – Западно-Беринговоморская зона.

Заметим, что исторически основным районом промысла сельди в западной части Берингова моря являются Олюторский и северная часть Карагинского заливов (Качина, 1981), расположенных в пределах Карагинской подзоны. Тем не менее, часть сельди добывается и в Олюторско-Наваринском районе в пределах Западно-Беринговоморской зоны, куда она мигрирует по окончании нереста для откорма. При этом протяжённость миграций связана с численностью стада – чем она больше, тем сильнее сельдь распространяется в восточном направлении. В годы с высоким и средним уровнем запаса она может достигать 177° з.д. (Качина, 1981; Науменко, 2001). В настоящее время границей распространения корфо-карагинской сельди признается 174 восточный меридиан. Объёмы вылова на этом участке невысоки (табл. 3), т.к. изъятие осу-

ществляется, в большей степени, в ходе промысла минтая.

Исходя из действующих правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна¹, в Восточно-Камчатской зоне (в состав которой входит Карагинская подзона) специализированный промысел сельди тралящими орудиями лова запрещён с 1 февраля по 31 октября, а кошельковыми неводами – с 15 января по 31 августа. В рассматриваемый период основной вылов отмечен в ноябре–декабре (так называемый, сезон «Б»), при этом в 2015, 2018 и 2021 гг. значимые объёмы осваивались и в январе (сезон «А») (табл. 5).

Основными орудиями лова при добыче сельди остаются разноглубинные тралы, доля которых ежегодно превышает 95% (табл. 6). Донными тралами и снюрреводами целенаправленный промысел не ведётся. В этом случае сельдь

¹П. 28.2 а) правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, утверждённых приказом Минсельхоза РФ от 23.05.2019 г. № 267.

Таблица 5. Вылов корфо-карагинской сельди на специализированном промысле в подзоне 61.02.1 по сезонам

Годы	Вылов, тыс. т			Вклад в общий вылов, %	
	Сезон «А»	Сезон «Б»	Общий вылов	Сезон «А»	Сезон «Б»
2013	1,453	59,845	61,298	2,4	97,6
2014	0,000	54,088	54,088	0,0	100,0
2015	3,883	45,675	49,558	7,8	92,2
2016	1,446	34,408	35,854	4,0	96,0
2017	1,032	44,212	45,244	2,3	97,7
2018	3,457	29,759	33,216	10,4	89,6
2019	1,201	43,529	44,730	2,7	97,3
2020	0,383	36,619	37,002	1,0	99,0
2021	7,638	37,730	45,368	16,8	83,2

Примечание. Общий вылов указан без учёта прилова сельди на промысле других рыб.

Таблица 6. Доли уловов (%) корфо-карагинской сельди различными орудиями лова в 2011–2021 гг.

Годы	Орудие лова			
	Разноглубинный трал	Донный трал	Снюрревод	Кошельковый невод
2011	100,0	–	–	–
2012	99,4	+	0,6	–
2013	99,9	+	–	–
2014	99,9	0,1	–	–
2015	99,9	+	+	–
2016	98,9	1,1	–	–
2017	98,0	0,2	–	1,8
2018	95,1	0,5	+	4,4
2019	98,0	0,9	–	1,1
2020	96,0	4,0	–	–
2021	99,3	0,6	+	–

Примечание. «+» — менее 0,1%.

отмечается преимущественно в качестве прилова. Примечательно, что в 2017–2019 гг. возобновился промысел кошельковым неводом, доля которого не превышала 4,4%. Добычу сельди данным орудием лова осуществляла только одна рыбодобывающая компания в ноябре в

период образования предзимовальных скоплений. Следует подчеркнуть, что по сведениям Т.Ф. Качиной (1981), именно кошельковые неводы довольно активно использовали в 1950–1960 гг. Однако на современном этапе этот опыт следует признать единичным.

За рассматриваемый период отмечены изменения в структуре рыбодобывающего флота, задействованного на промысле сельди (табл. 7). С 2011 по 2021 гг. доля крупнотоннажных судов сократилась почти в 2 раза при 3-кратном увеличении таковой для среднетоннажных. Подобная динамика, на наш взгляд, обусловлена моральным устареванием крупных судов с последующим выводом их из эксплуатации. Заметим, что по данным А.А. Бонка и А.О. Золотова (2004), в 1999–2002 гг. более 80–90% сельди добывалось именно крупнотоннажным флотом, а до 1997 г. доля вылова судами среднего типа изменялась от 40 до 65%.

Примечательно, что в январе 2021 г. на промысле корфо-карагинской сельди впервые отмечены суда типа РТМС несерийные, которые вели добычу с доставкой улова (до 500 т) в RSW-танках (танки, охлаждаемые морской водой) на береговую фабрику, расположенную в черте г. Петропавловск-Камчатский.

Основные биологические показатели сельди в промысловых траловых уловах.

Как показали предыдущие исследования (Качина, 1981; Науменко, 2001), корфо-карагинская сельдь, наряду с сахалино-хоккайдской и зал. Петра Великого, по своим размерным характеристикам относится к сравнительно крупным рыбам, а продолжительность жизни оценивается как средняя. По данным последнего из указанных авторов, нагульная сельдь представлена особями в возрасте 1+–16+ лет, а средний показатель изменяется по годам от 2,7 до 9,2 лет (в среднем – 6+ лет). Нерестовая часть стада представлена 2–17-годовалыми рыбами, а средний возраст составляет 4,9–9,2 лет (в среднем – 6,9 лет).

В целом, это подтверждается и новыми данными за 2011–2021 гг. Длина рыб в промысловых траловых уловах изменялась от 17 до 40 см, возраст – от 1+ до 18+ лет, а масса – от 0,057 до 0,735 кг. Подобные изменения коснулись и средних показателей (табл. 8). Ранее (Нау-

Таблица 7. Доли уловов (%) корфо-карагинской сельди судами различных типов в 2011–2021 гг.

Годы	Тип судна		
	Крупные	Средние	Малые
2011	80,9	19,1	–
2012	73,4	26,6	–
2013	70,9	29,1	–
2014	73,4	26,6	–
2015	60,1	39,8	+
2016	47,5	52,4	+
2017	41,4	56,8	1,8
2018	48,8	46,8	4,4
2019	44,6	54,3	1,1
2020	54,4	45,4	0,2
2021	45,6	53,6	0,7

Примечание. Доля указана без учёта вылова сельди научно-исследовательскими судами в ходе мониторинговых работ; «+» — менее 0,1 %.

Таблица 8. Межгодовая динамика некоторых биологических показателей корфо-карагинской сельди в промысловых траловых уловах

Годы	Длина, см	Масса, кг	Возраст, лет	Доля самок, %
2011	17–40 / 32,1	0,165–0,695 / 0,350	1+–18 / 7,2	66,1
2012	17–39 / 30,4	0,109–0,630 / 0,299	1+–18 / 6,1	55,5
2013	18–37 / 29,1	0,130–0,620 / 0,255	1+–18+ / 5,0	47,3
2014	25–37 / 30,4	0,220–0,659 / 0,292	3+–18+ / 5,8	50,1
2015	21–38 / 30,9	0,105–0,735 / 0,309	2+–18+ / 7,0	45,6
2016	23–38 / 31,4	0,170–0,680 / 0,325	2+–18+ / 6,8	46,6
2017	19–39 / 33,1	0,109–0,675 / 0,387	2+–14+ / 7,5	51,6
2018	25–38 / 31,9	0,109–0,653 / 0,342	3+–18+ / 7,6	48,5
2019	18–40 / 33,0	0,057–0,647 / 0,384	2+–18+ / 8,9	44,0
2020	18–40 / 33,4	0,090–0,600 / 0,401	2+–18+ / 9,3	30,6
2021	18–39 / 30,2	0,130–0,630 / 0,308	2+–18+ / 7,0	52,9

Примечание. До черты – пределы варьирования; после – среднее значение.

менко, 2001) было установлено, что межгодовые вариации в размерно-возрастном составе корфо-карагинской сельди весьма велики и зависят от урожайности поколений, слагающих нерестовое и нагульное стада, а также от интенсивности рыболовства.

Соотношение полов у корфо-карагинской сельди по годам бывает весьма не постоянное. Известно (Науменко, 2001, 2012), что доля самок является одним из важных признаков, влияющих на успешность воспроизводства. Упомянутым автором было показано, что в нерестовой части стада этот показатель менялся от 40,8 до 59,3%. Однако для предзимовальных и зимовальных группировок подобная информация отсутствует. По нашим данным, в осенне-зимний период относительное количество самок по годам также подвержено значительным колебаниям – от 30,6 до 66,1% (табл. 8).

По сведениям Н.И. Науменко (2012), дефицит, либо численное преобладание

самок в дальнейшем не способствует расширенному воспроизводству, а оптimumом считается 45,1–50,0%. Однако при подобном соотношении полов вероятность появления урожайных поколений составляет 28,5%. По полученным нами данным, средняя доля самок в 2011–2021 гг. составила 49,0%, что вполне укладывается в упомянутые пределы и указывает на относительно малую возможность появления высокочисленных генераций.

Помимо коротких и длительных колебаний размеров сельди, наблюдаются изменения в доминирующих размерно-возрастных группах. Так, в 2011 г. основу уловов составляли крупные рыбы длиной 33–35 см (58,9%) в возрасте 7+–9+ лет (рис. 4–5). На кривой размерного состава также отчетливо выделялся пик в модальных группах 28–30 см (20,2%), ассоциирующийся с возрастом 4+ (поколение 2007 г.). Средняя длина рыб составила 32,1 см, а возраст – 7,2 лет (табл. 8).

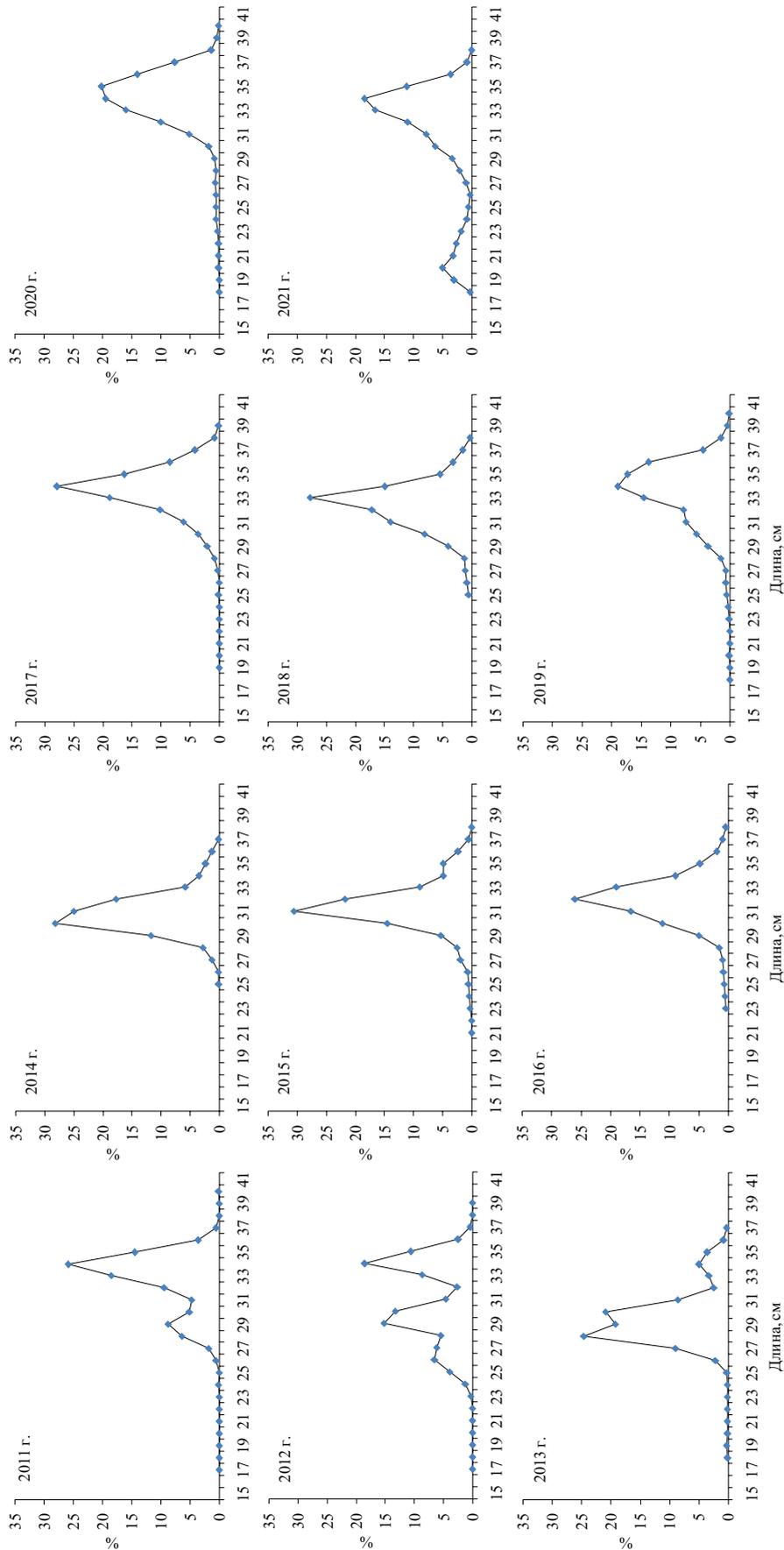


Рис. 4. Межгодовая динамика размерного состава корфо-карагинской сельди в промысловых траловых уловах в ноябре-декабре.

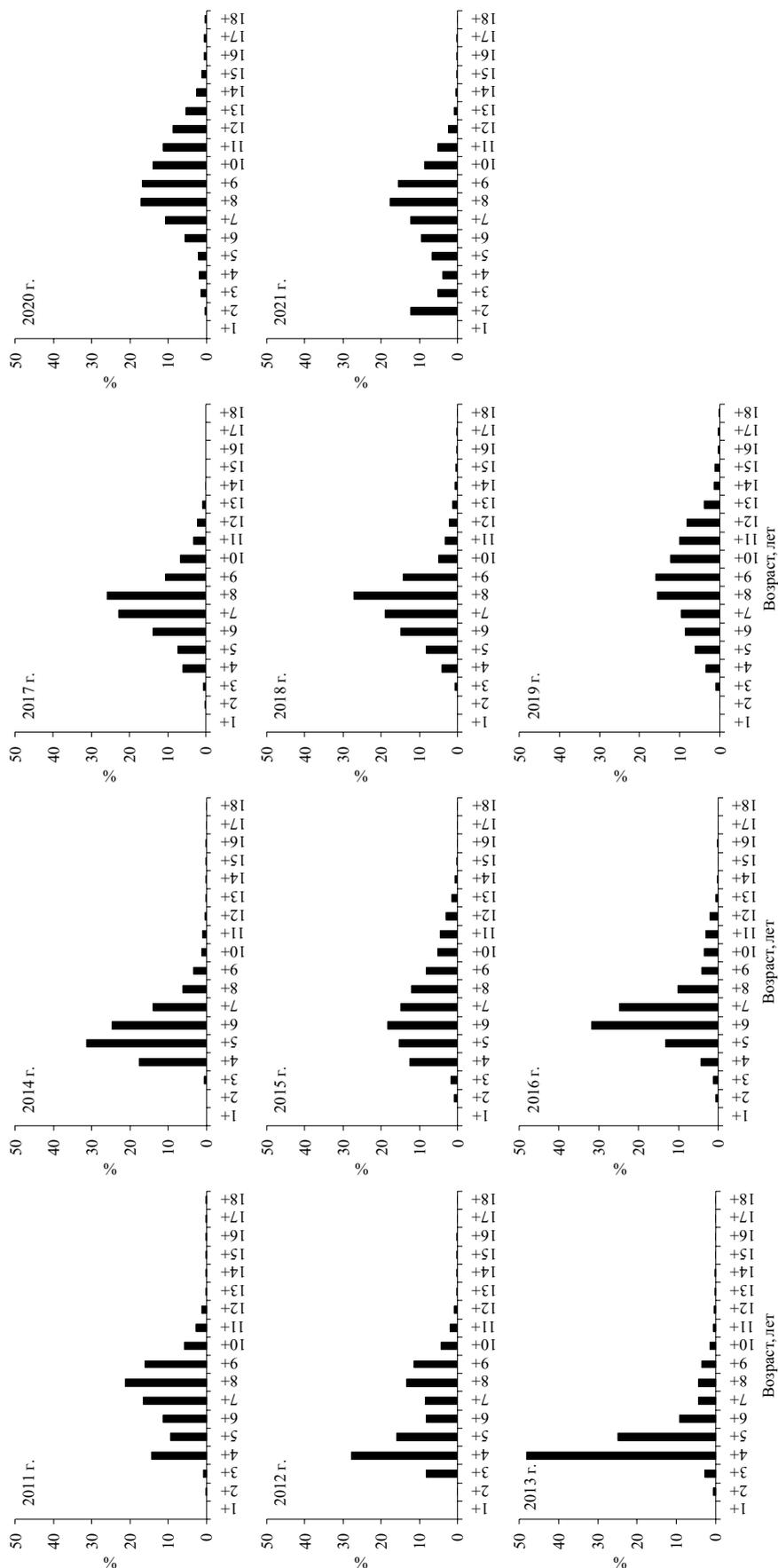


Рис. 5. Межгодовая динамика возрастного состава корфо-карагинской сельди в промысловых траловых уловах в ноябре-декабре.

Годом позднее рыбы генерации 2007 г. также составляли значимую долю в уловах (16,0%), но при этом доминировала сельдь в возрасте 4+ поколения 2008 г. (27,8%). По-прежнему, заметную долю в уловах составляли крупноразмерные рыбы в возрасте 8+–9+ лет. Однако средние показатели длины и возраста уменьшились.

В 2013 г. в уловах преобладали рыбы размерных групп 28–30 см (64,6%) в возрасте 4+ (поколение 2009 г.). На втором месте по частоте встречаемости были особи в возрасте 5+ генерации 2008 г. Средняя длина и возраст рыб снизились до минимальных за рассматриваемый период значений. В 2014–2015 гг. поколение 2009 г. последовательно доминировало в уловах. В 2016 г. по частоте встречаемости оно было на втором месте, а в 2017 г. – вновь на первом.

По данным Н.И. Науменко (2001), для популяций, воспроизводящихся на северных окраинах ареала, в т.ч. и в западной части Берингова моря, характерным является довольно редкое появление поколений высокой численности, что связано с весьма суровыми условиями обитания рыб. На урожайность поколения может указывать высокое относительное количество в промысловых уловах сельди в возрасте 3+–4+ лет и доминирование рыб этой генерации на протяжении нескольких лет подряд. Учитывая вышеизложенное, поколение 2009 г. можно отнести к категории высокочисленных.

После 2015 г. и вплоть до 2020 г., включительно, в промысловых уловах практически не встречалась молодь сельди в возрасте 1+–4+ лет, при этом возрастало относительное количество крупных, старшевозрастных рыб, что отразилось на последующем увеличении средней длины и возраста.

В 2021 г. в уловах впервые за рассматриваемый интервал лет отмечены трехлетние особи (12,3%), а основу уловов составляли крупноразмерные рыбы в возрасте 7+–9+ лет. Средняя длина и возраст при этом закономерно уменьшились.

Таким образом, в 2011–2021 гг. промысел корфо-карагинской сельди базировался на рыбах урожайной генерации 2009 г. Поколения 2008 и 2010 гг. можно отнести к категории средних. К 2021 г. сельдь указанных годовых классов практически вышла из промысла. По предварительным данным, поколение 2019 г. можно оценить как выше среднего уровня.

Результаты авиаучетных и икорных съёмок. Нерестилища корфо-карагинской сельди расположены в центральной (бух. Оссора, Карага) и северной (бух. Тымлат, зал. Кичигинский, Уала, Анапка) частях Карагинского залива, вдоль западного (бух. Ложных Вестей) и восточного побережий о. Карагинский, а также в зал. Корфа (бух. Гека, гавани Сибирь, Скрытая, Скобелева) (Науменко, 2001). По данным того же автора, в годы высокой численности популяции сельди нерестовала во всех вышеперечисленных районах. По мере сокращения запаса, она постепенно покидала южные нерестилища. В годы депрессии единственным районом воспроизводства оставался зал. Корфа. Характер распределения производителей сельди по нерестовым районам, в целом, соответствует весьма простой схеме: в годы с чрезвычайно низким запасом производители сосредотачиваются в гавани Сибирь, при среднем уровне запаса основным районом воспроизводства становится зал. Анапка, дальнейший рост репродуктивного потенциала приводит, с одной стороны, к расширению географии нереста, с другой, к заметному сокращению доли нерестилищ.

Результаты исследований, полученные Н.И. Науменко (2001), подтверждаются и новыми данными. В 2011–2015 гг. и 2017–2020 гг. основное воспроизводство корфо-карагинской сельди отмечено в зал. Анапка. Здесь в среднем было учтено порядка 83% общего количества икры. По 7,1 и 9,9% зафиксировано в заливах Корфа и Уала.

В 2017 г. общая площадь нерестилищ в зал. Анапка, по сравнению с 2011 г., уменьшилась многократно (табл. 9). Затем, в 2018 г. она резко увеличилась, но уже к 2020 г. снизилась более чем в 7 раз. С учётом средней плотности обикрения субстрата, наибольшее количество учтённой на нерестилищах в этом заливе икры сельди отмечено в 2011 г., а наименьшее – в 2020 г.

Как видно по данным, представленным на рисунке 6, 1940–1960-е гг. характеризовались высоким уровнем нерестового запаса. Затем, достаточно длительный период, продолжавшийся вплоть до середины 1990-х гг., биомасса родительского стада была на низком уровне.

Последовавший к концу XX в. резкий рост нерестового запаса в середине

2000-х гг. сменился столь же резким снижением. Очередной период роста биомассы производителей зарегистрирован в 2011 г., однако, уже к 2013 г. она снизилась, что, вероятно, связано с высокой естественной смертностью сельди на нерестилищах, а также возможным недоучётом запаса. Подтверждением первому служат наблюдавшиеся здесь в 2011–2013 гг. «заморы» сельди (Бонк, Агафонов, 2013). В 2014–2020 гг. нерестовый запас был подвержен интенсивным колебаниям, находясь на среднем уровне, при этом отчетливо прослеживался тренд на снижение ресурсов. В 2020 г. биомасса производителей составила 208,0 тыс. т, что является минимальным показателем, начиная с 2011 г.

Таким образом, ресурсы корфо-карагинской сельди в последние годы снижаются.

Результаты модельных оценок запаса. По результатам модельных расчетов, в начале 1990-х гг. общий и нерестовый запас корфо-карагинской сельди увеличивался (рис. 7). Максимальное значение первого отмечено в 1998 г. (более 1 млн т), второго – в 1999 г. (около

Таблица 9. Основные характеристики нереста корфо-карагинской сельди в зал. Анапка

Годы	Площадь нерестилищ с учётом субстрата, км ²	Средняя плотность обикрения субстрата, тыс. икр.	Кол-во учтённой икры на нерестилище, трлн икр.
2011	42,966	952,014	40,904
2012	32,300	1109,039	35,822
2013	30,652	578,125	17,721
2014	27,605	842,578	23,259
2015	28,723	578,125	16,605
2016	—	—	—
2017	14,800	1061,3	15,707
2018	45,052	578,125	26,046
2019	35,991	925,325	33,303
2020	6,342	1921,925	12,189

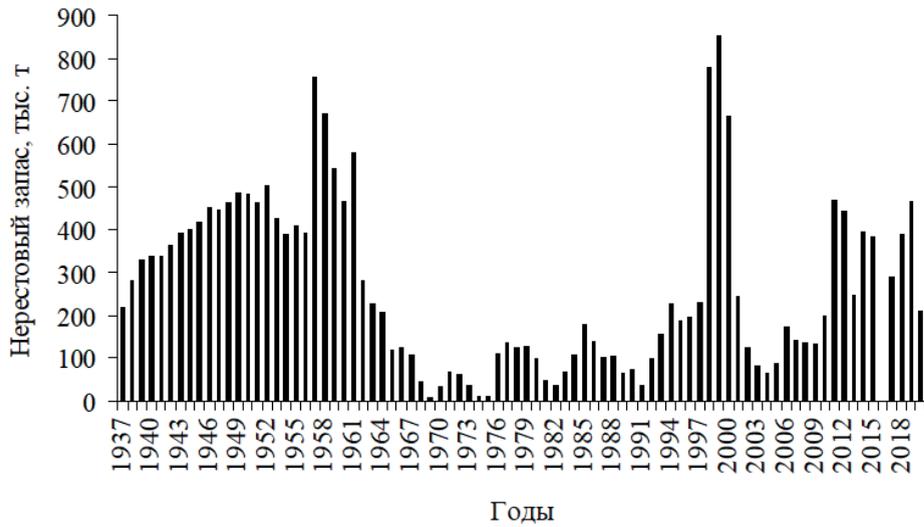


Рис. 6. нерестовый запас корфо-карагинской сельди по результатам авиаучётных и икорных съёмок.

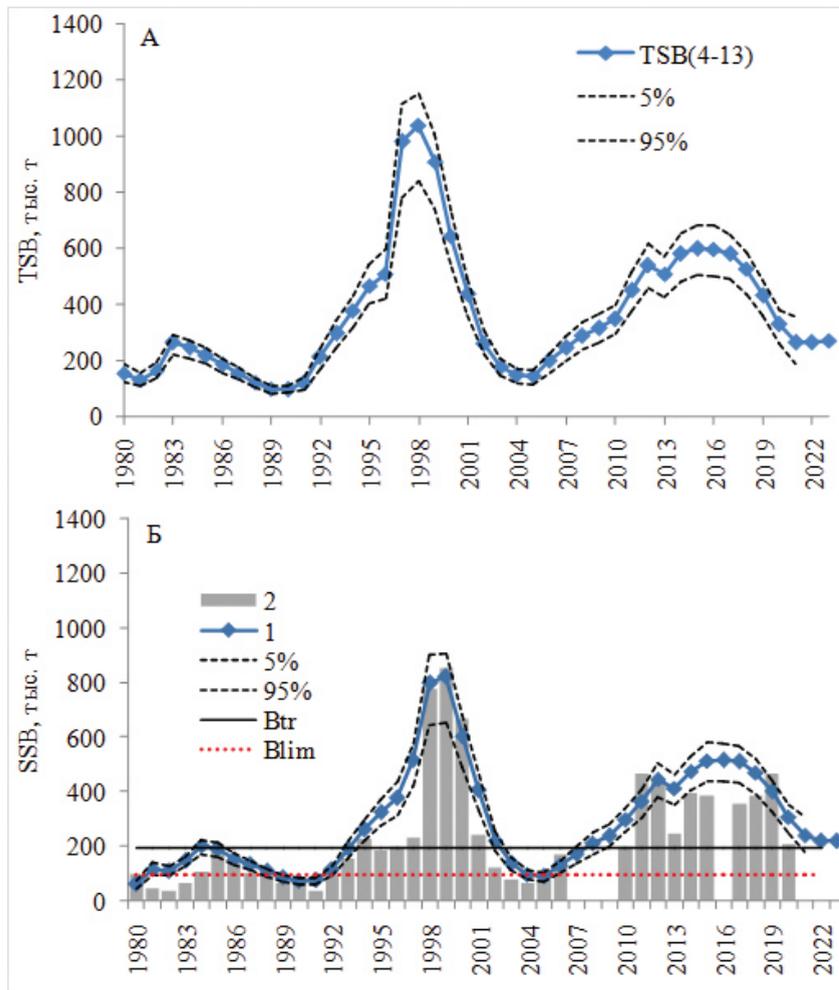


Рис. 7. Межгодовая динамика биомассы общего (А) и нерестового (Б) запаса корфо-карагинской сельди (1 – модельные оценки, 2 – результаты авиаучётных, икорных съёмки), проценти́ли бутстреп-распределения оценок.

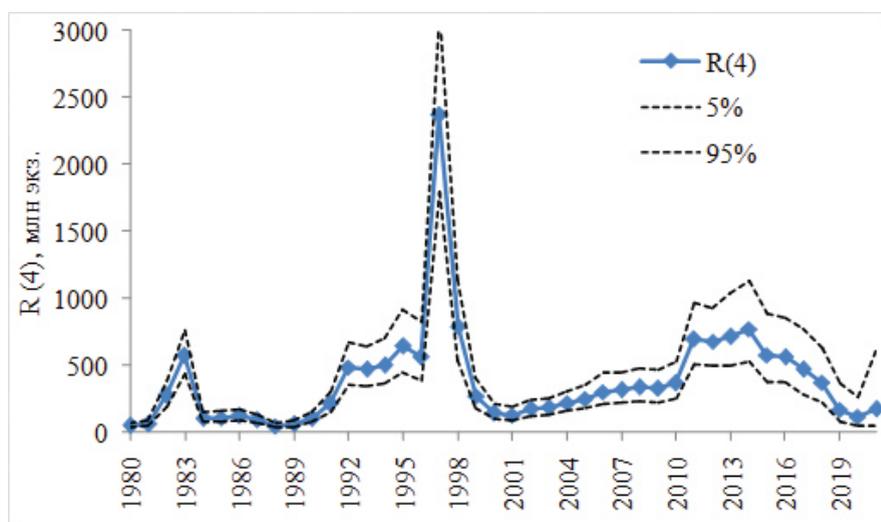


Рис. 8. Межгодовая динамика численности пополнения промыслового запаса корфо-карагинской сельди и процентиля бутстреп-распределения её оценок.

821 тыс. т). Далее из-за отсутствия в популяции урожайных поколений и нерационального промысла запасы корфо-карагинской сельди резко снизились. В 2005 г. общий запас составлял всего порядка 145 тыс. т, а нерестовый – 90 тыс. т. С этого момента начал действовать запрет на промышленный лов сельди. К 2010 г. общий запас увеличился почти до 347 тыс. т, а нерестовый – до 297 тыс. т, что позволило в этом году возобновить ограниченный промышленный лов.

После пика биомассы, который по модельным оценкам зафиксирован в 2017 г., ресурсы корфо-карагинской сельди начали снижаться. В итоге, на начало 2021 г. общий запас составил 264 тыс. т, а нерестовый – 241 тыс. т. На наш взгляд, основными причинами снижения запасов сельди являются отсутствие после 2010 г. урожайных или средних по численности годовых классов (рис. 8), естественная элиминация рыб и воздействие промысла. Тем не менее, запас продолжает находиться выше целевого ориентира по нерестовой биомассе ($B_{tr} = 193,2$ тыс. т) и существенно выше граничного ориентира ($B_{lim} = 96,7$ тыс. т).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённых исследований установлено, что промысел корфо-карагинской сельди в последние годы характеризуется относительно стабильным выловом, который в среднем составляет около 43 тыс. т. В осенне-зимний период, когда разрешен специализированный лов, значительные объёмы осваиваются в ноябре–декабре на предзимовальных и зимовальных скоплениях. В нагульный период в Олюторско-Наваринском районе сельдь добывают в качестве прилова на промысле других рыб, преимущественно минтая. Как и в конце 1990-х – начале 2000-х гг., основным орудием лова остаются разноглубинные тралы, а лов кошельковыми неводами практически не ведётся.

Отмечены межгодовые изменения пределов колебания размеров и возраста сельди, а также соотношения полов в уловах. Средняя доля самок в 2011–2021 гг. составила 49,0%, что может указывать на относительно малую вероятность появления урожайных поколений в ближайшее время. Анализ размерно-возрастных составов сельди

в промысловых уловах показал значительное преобладание рыб старшевозрастных групп после 2015 г. В то же время, в 2021 г. зафиксировано появление молоди возрастом 2+ поколения 2019 г. По предварительным данным, оно пока относится к категории средних по численности.

Нерестовый запас сельди в рассматриваемый период имел явный тренд на снижение, несмотря на резкие колебания биомассы по годам. При этом основным районом нереста оставался зал. Анапка, что характерно при среднем уровне численности.

Модельные оценки как нерестового, так и общего запаса после 2017 г. демонстрировали снижение, а также отсутствие значимых по численности поколений. Значения биомассы, полученные на начало 2021 г., оказались минимальными за весь период исследований. С учётом намечающегося периода стабилизации запаса и появления младшевозрастных рыб в уловах, можно предполагать, что вылов корфо-карагинской сельди в ближайшие годы останется на уровне 40–50 тыс. т.

Благодарности

Авторы выражают искреннюю признательность С.В. Агафонову, А.А. Бонку (КамчатГТУ), А.В. Виноградской, С.А. Веселову, А.А. Калугину, Г.А. Колыбину, Е.А. Михалютину, Р.Т. Овчеренко и Д.А. Шалиманову, которые принимали участие в сборе и обработке первичного материала по корфо-карагинской сельди.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Антонов Н.П. Промысловые рыбы Камчатского края: биология, запасы, промысел. М.: Изд-во ВНИРО, 2011. 244 с.

Батрагин А.М., Немиро Е.А. Промысел и биология сельди (*Clupea harengus pallasii*) в

заливе Корфа по материалам 1936–1937 гг. // Бюлл. КоТИРХа. 1938. № 1. С. 1–51.

Бонк А.А. Влияние некоторых биотических и абиотических факторов на выживание корфо-карагинской сельди в период раннего онтогенеза: Дис. ... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский, 2004. 133 с.

Бонк А.А. Элиминация икры корфо-карагинской сельди (*Clupea pallasii*) в процессе инкубации // Изв. ТИНРО. 2005. Т. 143. С. 21–34.

Бонк А.А., Агафонов С.В. Гибель производителей корфо-карагинской сельди в период нереста // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловые и технологические исследования: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции 18–22 марта 2013 г. 2013. С. 122–131.

Бонк А.А., Золотов А.О. О рациональном использовании запасов сельди западной части Берингова моря (корфо-карагинская популяция) // Рыбн. хозяйство, 2004. № 5. С. 32–35.

Варкентин А.И., Дьяков Ю.П., Золотов О.Г. и др. Результаты исследований, проведённых лабораторией морских промысловых рыб // Материалы отчётной сессии ФГУП «КамчатНИРО» по итогам науч.-исслед. работ в 2012 г. 2013. С. 13–26.

Датский А.В. Особенности биологии массовых рыб в Олюторско-Наваринском районе и прилегающих водах Берингова моря. 2. Семейства долгохвостовые (Macrouridae), сельдевые (Clupeidae), корюшковые (Osmeridae) // Вопр. ихтиологии. 2017. Т. 57. № 1. С. 66–81.

Золотов А.О. Прогнозирование величины пополнения корфо-карагинской сельди // Изв. ТИНРО. 2003а. Т. 134. С. 154–167.

Золотов А.О. Современный промысел корфо-карагинской сельди и некоторые аспекты его регулирования // Вопр. рыболовства. 2003б. Т. 4. № 1. С. 103–115.

Золотов А.О. Оценка численности корфо-карагинской сельди *Clupea pallasii* Valenciennes (Clupeidae) методами когортного анализа // Исследования водных био-

логических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2004. Вып. 7. С. 187–195.

Ильин О.И., Сергеева Н.П., Варкентин А.И. Оценка запасов и прогнозирование ОДУ восточнокамчатского минтая (*Theragra chalcogramma*) на основе предосторожного подхода // Тр. ВНИРО. 2014. Т. 151. С. 62–74.

Калюжная Т.И. Сезонные изменения физиологического состояния половозрелой корфо-карагинской сельди // Биол. моря. 1983. № 3. С. 21–23.

Качина Т.Ф. Метод расчёта промыслового запаса сельди корфо-карагинского стада // Изв. ТИНРО. 1967. Т. 57. С. 135–141.

Качина Т.Ф. Закономерности весового роста корфо-карагинской сельди // Вопр. ихтиологии. 1969. Т. 9. № 5. С. 887–894.

Качина Т.Ф. Сельдь западной части Берингова моря. М.: Лег. и пищ. пром-ть, 1981. 121 с.

Качина Т.Ф. Тихоокеанская сельдь // Биол. ресурсы Тихого океана. М.: Наука, 1986. С. 146–156.

Медников Б.М. О планктоне и сельди Олюторско-Наваринского района // Изв. ТИНРО. 1957. Т. 44. С. 57–65.

Нагорнов А.А., Малых К.М., Коваленко М.Н. Некоторые особенности биологии и промысла корфо-карагинской сельди *Clupea pallasii* Valenciennes (Clupeidae) в осенне-зимний период 2013 года // Рыбн. хозяйство, 2014. № 6. С. 64–67.

Науменко Н.И. Причины долголетней депрессии корфо-карагинской сельди // Биол. ресурсы шельфовых и окраинных морей СССР. М.: Наука, 1990. С. 139–148.

Науменко Н.И. Некоторые закономерности воспроизводства корфо-карагинской сельди // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа. 1991. Вып. 1. Ч. 1. С. 198–209.

Науменко Н.И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский: Камчат. печат. двор, 2001. 330 с.

Науменко Н.И. Сельдь корфо-карагинская // Состояние биол. ресурсов северо-западной Пацифики. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 2003. С. 21–23.

Науменко Н.И. Метод промыслового использования корфо-карагинской сельди // Вопр. рыболовства. 2005. Т. 6. № 1. С. 132–142.

Науменко Н.И. Динамика величины и состава промышленных уловов водных биоресурсов в прикамчатских водах в 1995–2008 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2009. Вып. 15. С. 34–43.

Науменко Н.И. Динамика численности сельди *Clupea pallasii* Val. западной части Берингова моря // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2010. Вып. 16. С. 140–145.

Науменко Н.И. Некоторые особенности воспроизводства корфо-карагинской сельди // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2012. Вып. 26. С. 69–74.

Науменко Н.И., Бонк А.А. Промысел нерестовой корфо-карагинской сельди // Рыбн. хозяйство, 2002. № 5. С. 27–28.

Науменко Н.И., Джангильдин Ч.А. Распределение планктона и некоторых рыб в южной части Чукотского моря // Биол. ресурсы Арктики и Антарктики. М.: Наука, 1987. С. 224–238.

Панин К.И. Материалы по биологии сельди северо-восточного побережья Камчатки // Изв. ТИНРО. 1950. Т. 32. С. 3–36.

Панин К.И. Распределение нагульной сельди у восточного побережья Камчатки // Изв. ТИНРО. 1951. Т. 34. С. 257–259.

Петрова Л.С. Некоторые данные о биологии и распределении личинок корфо-карагинской сельди // Изв. ТИНРО. 1968. Т. 64. С. 321–327.

Полутов И.А. Камчатская сельдь и её промысел // Рыбн. хозяйство, 1941. № 5. С. 3–6.

Полутов И.А. Морские промысловые рыбы Камчатки. М.: Рыбн. хозяйство, 1960. 33 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-ть. 1966. 376 с.

Световидов А.Н. Фауна СССР; Рыбы: Сельдевые (Clupeidae). М., Л.: Изд-во АН СССР. 331 с.

Bucholtz R.H., Tomkiewicz J., Dalskov J. Manual to determine gonadal maturity of herring (*Clupea harengus* L.) // DTU Aqua-report 197-08, Charlottenlund: National Institute of Aquatic Resources. 2008. 45 p.

Eschmeyer W.N., Herald E.S. A field guide to Pacific Coast fishes of North America from the Gulf of Alaska to Baja California // Peterson Field Guide Series. 1983. No. 28. Houghton-Mifflin Co., Boston. i-xii + 1-336, Pls. 1-48.

Kawamura A. Distribution and catch of korfo-karaginsk herring in 1967 and 1968 // Study of herring in the north-western Pacific Ocean // Bull. Fac. Hok. Univ. 1970. V. 27. № 1. P. 1-11.

Masuda H., Amaoka K., Araga C. et al. The fishes of the Japanese Archipelago. Tokyo: Toh kai University Press. 1984. 437 p.

Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Sheiko B.A., Steinke D. Pacific Arctic Marine Fishes. Conservation of Arctic Flora and Fauna, Akureyri, Iceland. CAFF Monitorin Series Report No. 23. 2016. i-v + 1-377 et sec., Figs. for species, pls. 1-9.

Vasilets P.M. FMS analyst — computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. 2015. DOI: 10.13140/RG.2.1.5186.0962.

AQUATIC ORGANISMS FISHERY

**FISHERY, BIOLOGICAL STATUS AND STOCKS
OF THE KORFO-KARAGINSK HERRING
IN THE RECENT PERIOD**

© 2022 г. Yu.K. Kurbanov, A.I. Varkentin

*Kamchatka branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000*

The results of the analysis of fishery, biological state and estimates of the of korfo-karaginsk herring stock in 2011–2021 are presented. It is shown that after the lifting of the ban on the specialized herring fishery in 2011 and the increase in the catch, its volume gradually decreased and then stabilized at the average level of 43 thousand tons. The main catch is in November–December, and it is mainly carried out with midwater trawls. The basis of commercial catches in 2011–2013 consisted of fish of the 2007–2009 generations of age 4+. Then a long predominance of older age groups was observed. The main spawning area was Anapka Bay, that is typical for this population at the average level of its abundance. The results of avia and egg surveys showed a trend towards a decrease in the spawning stock. According to model estimates, both spawning and total stocks also declined in the period under consideration after the 2017 biomass peak. It is assumed that the catch in the coming years will remain at the same level and amount to 40–50 thousand tons.

Keywords: Pacific herring *Clupea pallasii*, fishery, size and age composition, stocks, western Bering Sea.

СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЛОМОРСКОЙ СЕЛЬДИ

© 2022 г. С.Б. Фролов¹, В.И. Зубов², М.А. Носов²

¹Северный филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (Северный), г. Архангельск, 163002

²Полярный филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО им. Н.М. Книповича),
г. Мурманск, 183038
E-mail: frolov@pinro.ru

Поступила в редакцию 15.02.2022 г.

Беломорская сельдь (*Clupea pallasii marisalbi* Berg, 1923) является одним из основных промысловых объектов внутренних районов Белого моря от добычи которой зависит успех деятельности рыбодобывающих предприятий Мурманской, Архангельской областей и Республики Карелия. Современное падение уловов беломорской сельди произошло из-за организационных причин. Устойчивое повышение теплозапаса Белого моря повлекло за собой резкий сдвиг в сроках формирования зимовальных скоплений, районов зимовки. Эти особенности современного распределения сельди сильно сужают возможности развития прибрежного промысла пассивными орудиями лова. Сроки зимнего промысла сузились до трёх месяцев, с февраля по апрель. Очевидно, что полное использование запасов беломорской сельди в сложившихся условиях невозможно без развития судового промысла, прежде всего, на путях предзимовальных и зимовальных миграций. Имеющийся опыт позволяет рекомендовать промысел в сентябре-октябре в Восточной Соловецкой Салме Онежского залива, у Терского берега Бассейна, в губах Кандалакшского залива и вдоль Карельского берега Бассейна.

Ключевые слова: беломорская сельдь, Сорокская губа, Кандалакшский залив, Восточная Соловецкая Салма, Терский берег Бассейна

ВВЕДЕНИЕ

Слабое освоение водных биоресурсов Белого моря стало отличительной чертой последних 20 лет, общий вылов неуклонно падает. Основной причиной снижения уловов и неполной реализации рекомендуемого вылова, помимо уменьшения промыслового запаса в результате вступления в промысел поколений низкой численности, являлись социально-экономические процессы, происходящие в стране (разрушение береговой инфраструктуры, утрата позиций государственных предприятий, стихийный

«любительский» лов), но при этом существуют значительные перспективы в освоении данного объекта, традиционного на местном рынке.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работа выполнена на основе материалов, собранных в период с 1978 по 2020 гг. В осенний период проводились тралово-акустические съёмки на судах РС «Кварцит», СРТ «Поиск», СЧС «Телемах», РС «Поиск», МРТР «Профессор Бойко». Сбор биологического материала выполнялся в соответствии с инструкциями и наставлениями, принятыми

в ФГБНУ «ВНИРО» (Изучение экосистем ..., 2006).

Для сбора ихтиологического материала использовали донный трал проекта ББГЛ (модифицированный чертёж 2352), с горизонтальным раскрытием 14,5 м, вертикальным раскрытием 5 м, размером ячеи в кутке 16 мм с мелкой ячейной вставкой 8 мм. Продолжительность тралений составляла 15 мин., скорость – 3,0–3,5 узла.

Гидроакустические работы выполнялись эхолотом ЕК60 на частоте 38 кГц с установленной версией программного обеспечения 2.2.1 по стандартной методике (Методическое пособие по проведению инструментальных съёмов запасов..., 2004).

Исходной информацией для определения запаса и возможного вылова беломорской сельди с 2010 г. являются результаты ТАС 2001–2016, 2018 и 2020 гг., данные уловов и размерно-возрастной состав рыб из них за 1964–2020 гг. Для оценки запаса использовался инструментальный способ. Полученная величина общего и промыслового запаса принималась как абсолютная. В отдельных случаях выполнялись корректирующие расчёты с использованием уравнений, применяемых в методе ВПА на основе ретроспективных данных. Рекомендованный вылов рассчитывался при уровне промысловой смертности $F=0,26$ (средний уровень в 1980–1990 гг.).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сельдь Белого моря представлена несколькими экологическими группировками, имеющими определённые различия в биологических показателях. Это сельди внутренних районов моря: Кандалакшского, Онежского и Двинского заливов. Различают две формы – крупную и мелкую. Наиболее многочисленна сельдь мелкой формы.

Морская стайная рыба, которая, по сравнению с атлантической сельдью, более приспособлена к арктическим условиям и опреснению. У крупных сельдей более длительный жизненный цикл и созревание в возрасте 4 лет, у мелких сельдей созревание происходит в возрасте 2–3 лет, а в возрасте 6 лет поколения уже выходят из промысла (Андрияшев, 1954).

Нерест мелкой сельди в Кандалакшском заливе происходит подо льдом в конце апреля – начале мая, в Онежском и Двинском заливах – по открытой воде в мае – начале июня (Рабинерсон, 1928).

Крупная беломорская сельдь нерестится во второй половине июня. Икру откладывает в прибрежной зоне от линии прилива до глубины 5 м. Температура воды во время нереста мелких беломорских сельдей колеблется от 0,3 до 13,0 °С. Крупная сельдь нерестится при 6–11 °С. Солёность на местах нереста колеблется от 6 до 26.

Плодовитость мелких сельдей – от 3 до 22 тыс. икринок, в среднем 7,8 тыс., крупных – от 9 до 62 тыс. икринок, в среднем 27,4 тыс. Вся икра выметывается одновременно. Икра донная, прилипающая к субстрату, откладываеться ровным слоем. Продолжительность развития от 7 до 50 дней, в зависимости от температуры воды (Рабинерсон А.И., 1925).

Мелкая беломорская сельдь достигает длины 25 см и массы 100 г, крупная – 33–35 см и массы 500–600 г. Жизненный цикл мелкой сельди до 10 лет, крупной – до 12–13. Часть мелких сельдей созревает к двум годам, в возрасте 3 лет обычно вся сельдь достигает половой зрелости. Крупная сельдь становится половозрелой в возрасте 4 лет, отдельные особи созревают в трёхлетнем возрасте (Аверинцев, 1928; Андрияшев, 1954). В Онежском заливе сельдь с мест

нереста переходит на нагул в Восточную Соловецкую Салму и Бассейн. В Двинском заливе из устьевой зоны вдоль Зимнего берега в Бассейн. После нереста из губ Кандалакшского залива она перемещается на откорм к Терскому берегу Бассейна. Осенью сельдь движется в обратном направлении (Мухомедияров, 1975; Гошева, 1967).

По результатам тралово-акустических съёмок 1978–2020 гг. установлено, что формирование косяков высокой плотности в Онежском заливе приходится на середину сентября, когда сельдь придерживается глубин 20–40 м. В основном это район пролива Восточная Соловецкая Салма.

С начала августа косяки сельди встречаются на всём протяжении Терского берега от р. Оленица до д. Тетрино на глубинах 20–30 м. По мере охлаждения поверхностных вод косяки становятся плотнее и опускаются до глубин 60–75 м. В сентябре сельдь чаще всего держится в районе д. Кашкаранцы – д. Чаваньга. После завершения откорма особи старших возрастных групп мигрируют в вершину Кандалакшского залива, где к середине сентября формируются значительные скопления.

В 1985 г. нами (Гошева и др., 1985) была подтверждена зависимость образования скоплений от температуры воды, ранее описанная В.М. Надёжиным (1959, 1976). В 1993 г. обобщены данные, касающиеся закономерностей формирования предзимовальных скоплений, путей предзимовальных миграций и районов концентрации этой рыбы (Фролов, Климов, 1993).

На сегодняшний день нет единого мнения по поводу популяционной структуры беломорской сельди, мнения исследователей на эту проблему различны, что подробно отражено в работе Лайуса (1997). В силу неопределённо-

го статуса рассматриваемых группировок промысловый запас сельдей Белого моря условно считается единым и рассчитывается как, сумма запасов сельдей из трёх заливов.

Авторы придерживаются мнения, что к каждому заливу приурочена какая-то часть общего стада, а на стыке ареалов происходит взаимопроникновение особей, особенно во время нагула и предзимовальных миграций. Вместе с тем, взаимообмен особями между заливами различен: наиболее тесный контакт существует между сельдями Онежского и Двинского заливов. В летний и осенний период косяки сельди здесь часто перемещаются из залива в залив в зависимости от направления и продолжительности ветров. В тоже время сельдь Кандалакшского залива мигрирует на откорм только к Терскому берегу и обратно. Перемешивание сельди данного залива с сельдями из других возможно, но маловероятно. В 1993 г. были смоделированы различные варианты перемешивания группировок сельди: от полной изолированности до полного перемешивания (Наймарк, Фролов, 1993). Выяснилось, что наиболее устойчивой является система с обменом 25% особей.

До 20-х гг. XX в. промысел сельди в Белом море вёлся пассивными орудиями лова и производился в Кандалакшском заливе весной, в Двинском и Онежском заливах – зимой. Из орудий лова применялись тягловые, покровские и усть-двинские невода.

На протяжении более чем 3 веков основными подледными орудиями добычи сельди в устье р. Северной Двины являются ловушки – усть-двинские неводы и рюжи.

В 20-х гг. XX в. в Кандалакшском заливе на весеннем промысле были применены завески, а в 1923 г. впервые в этом заливе был проведён кошельковый

лов сельди, с тридцатых годов вошли в практику ещё более уловистые орудия лова – дальневосточные ставные неводы и неводы – гиганты. В отдельные годы практиковалось перегораживание губ Кандалакшского залива (запорный лов).

Помимо совершенствования орудий лова происходило расширение района промысла и одновременно развивался весеннее-летний лов сельди. Облов стал производиться у Терского, Летнего, Зимнего берегов. На некоторых ранее освоенных участках сельдь стала вылавливаться не только зимой, но и весной.

В 1965 г. впервые был начат траповый лов в губе Сорокской Онежского залива, постепенно этот вид лова стал приоритетным, а количество судов на промысле увеличивалось. В 1977 и 1978 гг., кроме Сорокской губы был проведён интенсивный промысел в Кандалакшском заливе. С развитием судового лова в Онежском и Кандалакшском заливах использование запаса сельди внутренних районов Белого моря возросло.

Интенсификация промысла сельди привела к значительному росту её вы-

лова в 20-е гг. XX в. и к последующей стабилизации её изъятия в 30–60-е гг. на уровне около 2,5 тыс. т. Снижение численности сельди в конце 60-х гг. и её значительное изъятие в 1977 и 1978 гг. в результате развития судового промысла вызвало опасение за подрыв её запасов (Гошева, 1982).

Для того чтобы предохранить беломорскую сельдь от чрезмерного изъятия и создать условия для расширенного воспроизводства, с 1979 г. были введены: ограничение на вылов сельди, запрет на любительский лов и лов во время нереста. Также были выполнены работы по установке искусственных нерестилищ. Все эти меры оказали существенное воздействие на состояние запасов сельди, и уже к 1985 г. наметилась тенденция к росту запасов и вылова. В начале 90-х гг. запас находился на уровне 30–40-х гг. XX в. Вылов сельди в 1991 г. составил 2164 т (табл. 1).

Лов сельди в Белом море ведут рыбаки Архангельской, Мурманской областей и Республики Карелия. Причём доля этих регионов в общем вылове

Таблица 1. Вылов сельди в Белом море по пятилетиям, т

Пятилетия	Улов	Пятилетия	Улов
1906–1910	2700	1966–1970	583
1911–1915	3179	1971–1975	750
1916–1920	-	1976–1980	1277
1921–1925	4481	1981–1985	1096
1926–1930	5226	1986–1990	1980
1931–1935	2513	1991–1995	1372
1936–1940	2460	1996–2000	483
1941–1945	2200	2001–2005	734
1946–1950	2120	2006–2010	350
1951–1955	2504	2011–2015	330
1956–1960	2190	2016–2020	380
1961–1965	2191	2021	131

меняется. В 50-е гг. XX в. 45% всей добычи приходилось на Мурманскую область. Постепенно вылов сельди этой областью уменьшился, и в течение последних трёх десятилетий XX в. большая часть рыбы вылавливалась Карелией (59–69%) (рис. 1). После 1998 г., когда предприятиями Карелии было добыто 558 т сельди, её вылов в данном регионе неуклонно снижался и достиг минимума в 2005 г. – 55 т. В Архангельской области вылов вырос в период с 2001 по 2010 гг., его доля была не менее 63,9% общего улова, а в 2005 г. увеличилась до 80,1%

В период с 2011 по 2021 г. вновь доля Республики Карелия в общем вылове сельди увеличилась, а вылов в Архангельской области редко превышал 100 т., а в 2021 г. вылов составил всего 10 т. Увеличивается вылов предприятиями Мурманской области – в 2021 г. из общего вылова 131 т, 97 т пришлось на Мурманскую область.

Причины наблюдаемых изменений соотношения вылова предприятиями

прибрежных субъектов РФ в промысле сельди заключаются в различной структуре и особенностях режима рыболовства, исторически сложившихся в рассматриваемом регионе.

В 50-е гг. XX в., в отсутствие запрета на лов сельди в нерестовый период, неводной лов проводился в губах Кольского полуострова осенью и в больших размерах, чем сейчас. Меньшее количество сельди добывалось летом на местах откорма. Таким образом, вылов был представлен в основном преднерестовой и нерестовой сельдью. Запрет на промысел во время нереста был введён в 1979 г. В Кандалакшском заливе лов кошельковыми неводами впервые был опробован в 1977 г. (три судна типа РС) и продолжен в 1978 г. (вылов в 1977 – 480,9 т; в 1978 – 200,0 т), но из-за подрыва запасов эта практика была прекращена.

Из-за того, что сельдь придерживается больших глубин открытой части Кандалакшского залива и традиционным орудиям лова недоступна, зимний промысел в нём, в отличие от других

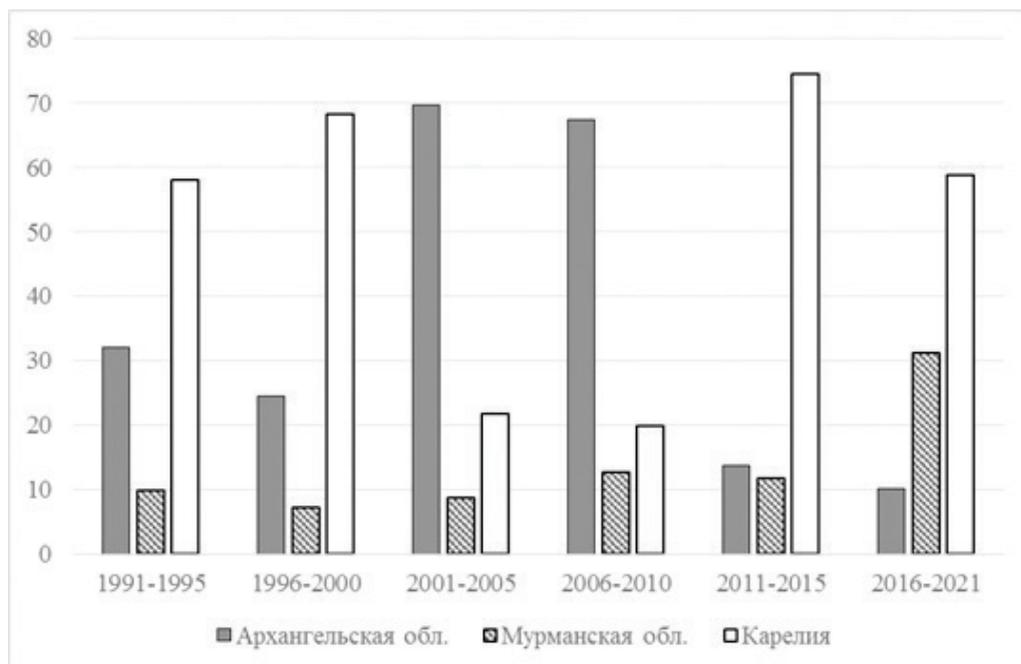


Рис. 1. Вылов беломорской сельди субъектами РФ по пятилетиям 1991–2021 гг., т.

заливов, невозможен. Поэтому в Мурманской области наибольшее количество сельди добывается в летнее время, когда потребительские свойства продукции низкие и на неё меньше спроса. Большинство рыболовецких участков находится далеко от рынков сбыта, крупных населённых пунктов и высокая стоимость доставки сельди к потребителю делает промысел убыточным. Все вышеперечисленные факторы послужили причиной снижения вылова в этом районе. В осенний период лов проводится только закидными неводами. Как правило, облавливаются закрытые акватории губ с удобными для облова местами на мелководьях, куда рыба подходит редко.

Траловый лов в Мурманской области, в отличие от Республики Карелия и Архангельской области, до настоящего времени не получил развития, несмотря на имеющиеся ресурсные возможности и успешный экспериментальный опыт. В 1991 г. в этих районах работал МСТБ «Жижгин» РК «Беломорский рыбац» и за 7 дней промысла вылов составил 29 т сельди. При этом значительная часть рейсового времени приходилась не на промысел, а на переходы, связанные с транспортировкой улова и поиском скоплений. В аналогичных условиях при работе на открытой акватории Бассейна судно типа СРТМ-К вело бы промысел гораздо эффективнее, поскольку возможности работы судов типа МСТБ и аналогов ограничены мореходными качествами. В ходе экспериментального лова в 2001 г. СРТМ-К здесь за 17 дней промысла было добыто более 130 т сельди. Небольшие же суда имеют несомненные преимущества при работе в губах и шхерных районах.

Осенью 2016 г. в Палкиной губе Кандалакшского залива с начала сентября вело промысел судно типа ММРТР МК -1439 «Руби-1». В начале промыс-

ла среднесуточный вылов не превышал 1,5 т, но затем вылов увеличился до 5 т в сутки и сдерживался только возможностями переработки. В начале второй декады октября производительность тралового лова снизилась до 2,5 т в сутки. Всего осенью в губах Кандалакшского залива, в границах Мурманской области было добыто одним судном 146 т. В 2017 г. этим судном в Кандалакшском заливе и у Терского берега Бассейна промысловых скоплений не было обнаружено. За весь период (сентябрь-октябрь) было выловлено 15 т. В последние годы основная масса сельди Кандалакшского залива вылавливается после нереста вблизи п-ова Турий, откуда её ближе доставлять потребителю в пос. Умба, г. Кандалакша, г. Мурманск.

В Республике Карелия осенний судовой промысел до 1998 г. имел большое значение. В отдельные годы в Сорокской губе Онежского залива судами добывалось до 800 т сельди. Количество судов иногда достигало 12 единиц, причём на мелководьях работали суда типа МРБ, на больших глубинах и в отдалённых районах – суда типа РС, СТБК, МРТК, СЧС, ПТС, МСТБ. В конце 80-х гг. в Сорокскую губу на зимовку постоянно подходило значительное количество сельди и трудностей в её добыче как тралами, так и ставными орудиями лова не возникало. Но начиная с 1992 г., в связи с общим потеплением климата, теплосодержание моря существенно выросло и сельдь стала часто зимовать на местах нагула (Светочев, Светочева, Бондарев и др., 2009). Этому же способствовало быстрое выхолаживание мелководной зоны, которое препятствовало подходам рыбы в Сорокскую губу. Поэтому в последние годы здесь складывается неблагоприятная ситуация как для судового промысла, так и для подлёдного лова. В результате Сорокская губа

в последние годы утратила своё былое значение в промысле, и, как следствие, уменьшился и вылов по Республике Карелия (Фролов и др., 1995; Фролов, Похилюк, 1999). В отдельные годы были отмечены подходы сельди в губы Вирма, Сухое, Сумскую, Калгалакша что, тем не менее, не изменило общей ситуации. Вылов в Республике Карелия в период с 2011 по 2021 гг. колебался от 24 до 454 т. Вылов более 400 т отмечен дважды за истекшее десятилетие.

Наибольшее количество сельди в Архангельской области до 1988 г. добывалось в весенне-летнее время, но затем постепенно произошла переориентация промысла на декабрь-март, что позволило повысить потребительские качества продукции. Лов в основном проводился в приустьевой зоне р. Северная Двина. Долгое время, с 1987 по 1995 гг. благоприятные погодные условия и величина промыслового запаса обеспечивали высокий уровень добычи. Но с начала XXI в. и до настоящего времени погодные условия характеризовались мягкими, «тёплыми» зимами. В этих условиях сельдь распределялась на значительной акватории вне досягаемости пассивных орудий лова, что резко снизило эффективность промысла в Двинском заливе.

Начало экспериментального тралового промысла в Архангельской области следует отнести к 1989 г., когда лов в Восточной Соловецкой Салме начал осваивать МСТБ «Спрей». На промысле был применён придонный сельдяной трал, используемый судами данного типа на Балтийском море. Данный промысел является образцом эффективной предпринимательской деятельности с использованием малотоннажного судна для лова сельди, и осуществляемый по следующей схеме: переход из порта г. Онеги к месту промысла в Восточной Соловецкой Салме – 12 ч, затем промы-

сел и доставка рыбопродукции в объёме 4–6 т. С 1989 по 2001 гг. максимальный сезонный вылов этого МСТБ составил 30 т. Следует отметить, что промысловые работы в местах концентрации сельди подтвердили действенность наших рекомендаций, в сентябре 2001 г., кроме МСТБ в Восточной Соловецкой Салме работало также судно типа СРТМ-К АИ-1485 «Рось». МСТБ было добыто 23 т, СРТМ-К – 279 т, улов на час траления в северной части Онежского залива зачастую превышал 2000 кг. Затем с 2002 до 2010 гг. проводился лов только среднетоннажными судами, вылов в этом районе колебался от 79 до 490 т. В промысле участвовали суда АИ-0087 «Онега», АИ-700 «Ягры», СРТМ-К «Тилигул». После 2010 г. судовой лов в Архангельской области не проводился и в период с 2011 по 2021 гг. вылов не превышал 86 т (табл. 3).

Для сельди, рыбы с относительно коротким жизненным циклом, характерны значительные колебания численности. Как правило, после урожайных поколений следует 2–3 поколения низкой численности. Как уже было отмечено рядом авторов и неоднократно подчёркивалось нами в предыдущие годы, урожайные поколения сельди появляются в годы с тёплой и ранней весной (Азерникова О.А., 1967; Гошева Т.Д., 1982; Трошков В.А, Фролов С.Б., 2005; Парухина, Фролов, 2016; Фролов С.Б., 2016), жарким летом и тёплой затяжной осенью. В такие годы наблюдается активный нерест, рождается и выживает, как правило, многочисленное урожайное поколение сельди, и она питается фактически круглый год. Эти периоды совпадают с пиками и началами спадов солнечной активности.

Самым многочисленным за последние 40 лет было поколение 1988 г., численность которого составила

278 млн. экз. Численность поколения 1989 г. также была высока – 160 млн экз. Поэтому в начале 90-х гг., после вступления в промысел этих двух поколений, промысловый запас увеличился до 12–14 тыс. т. Из-за неурожайных поколений 1990 и 1991 гг. запас снизился до 6 тыс. т. Выход из промысла урожайных поколений частично компенсировали поколения 1992 и 1993 гг., численность которых была оценена на уровне 160–180 млн. экз. Численность поколения 1995 г. составила свыше 112 млн. экз. В связи с неурожайными поколениями 1994, 1996 и 1997 гг. запас вновь снизился до 6–7 тыс. т и держался на этом уровне до 2001 г. После чего, в результате его пополнения урожайными поколениями 1999 и 2000 гг. (численность – 115 и 120 млн. экз., соответственно), он вырос до 12 тыс. т. В 2001–2003 гг. сформировались поколения средней численности (91, 74 и 59 млн экз., соответственно), вследствие этого запас в 2005 г. несколько снизился – до 10,2 тыс. т (рис. 1). Однако, в связи с вступлением в промысел

урожайных поколений 2005 и 2006 гг., численность которых насчитывает не менее 150 млн экз., тенденция роста запасов наметилась вновь.

Поколения 2007, 2008 и 2010 гг. были оценены как среднеурожайные и не внесли существенного вклада в формирование промыслового запаса, но при этом запас не опустился ниже 8,5 тыс. т.

После вступления в промысел урожайных поколений 2009, 2011 и 2013 гг. промысловый запас вырос до 12 тыс. т, эта тенденция роста сохранилась и при вступлении в промысел поколений 2014, 2015 гг. (Фролов С.Б., 2016). При вступлении в промысел поколений 2016, 2017, 2018 и 2019 гг. промысловый запас увеличился до 12,5 тыс. т (рис. 2).

По сравнению с началом 2000-х гг. произошло некоторое перераспределение сельди по заливам, значительное увеличение биомассы в Онежском и Двинском заливах, и уменьшение у Терского берега Бассейна Белого моря (табл. 2).

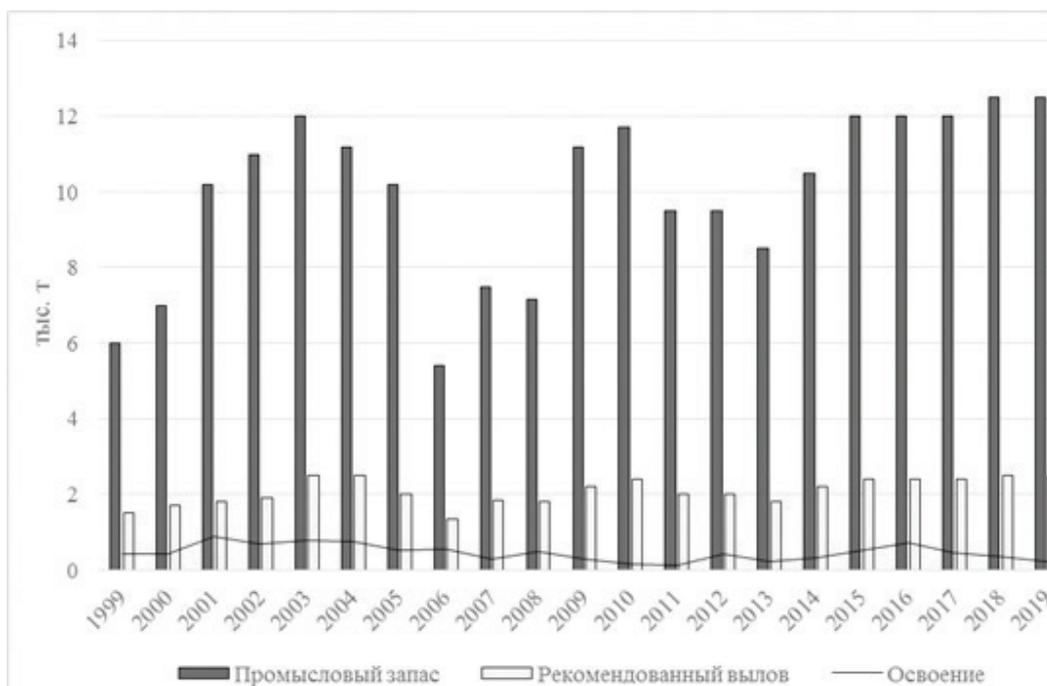


Рис. 2. Динамика запасов и вылова беломорской сельди в 1998–2020 гг., т.

Таблица 2. Распределение сельди по данным тралово-акустических съёмки, 2013–2020 гг.

Годы	Районы Белого моря			
	Двинский залив	Онежский залив	Кандалакшский залив	Терский берег Бассейна
2013	2,2 тыс. т	6,0 тыс.	0,9 тыс. т	4,5 тыс. т.
2014	2,8 тыс. т	9,9 тыс. т,	2,06 тыс. т	1,28 тыс. т.
2015	3,47 тыс. т	9,24 тыс. т	1,7 тыс. т,	4,07 тыс. т
2016	4,2 тыс. т	9,5 тыс. т	0,4 тыс. т.	2,8 тыс. т
2018	2,6 тыс. т	5,8 тыс. т	2,4 тыс. т.	0,6 тыс. т
2020	2,3 тыс. т	3,5 тыс. т	0,4 тыс. т.	2,2 тыс. т

Таблица 3. Общий вылов сельди и улов на усилие в Восточной Соловецкой Салме в 2001–2010 гг.

Год	Количество судов, ед.	Общий вылов, т	Улов на усилие, т		
			на 1 судно	в сутки	В час
2001	1	200	200	14,2	10,1
2002	2	356	178	5,9	1,2
2003	2	490	245	4,9	0,5
2004	1	350	350	10,6	3,5
2005	1	275	275	7,1	1,1
2006	2	215	107	12,3	3,1
2007	Не проводился				
2008	1	110	110	10,0	3,5
2009	1	77	72	2,1	0,2
2010	1	2	2	0,3	0,1

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Устойчивое повышение теплозапаса Белого моря повлекло за собой резкий сдвиг в сроках формирования зимовальных скоплений, районов зимовки. Изменились пути миграций, частично – распределение по нерестилищам. С большой уверенностью можно говорить, что эта тенденция сохранится и в будущем, рыба долгое время будет придерживаться мест нагула. Такие особенности современного распределения сельди сильно сужают возможности развития

прибрежного рыболовства пассивными орудиями лова. Состояние запасов сельди в настоящее время опасений не вызывает, но по ряду причин (разрушение береговой инфраструктуры, утеря позиций государственных предприятий, отсутствие малотоннажного флота) промысловый запас не в полной мере используются промыслом. Подлёдный лов в значительной мере трудозатратен и связан со значительным риском. Сложные погодные условия в зимний период, работа на льду вдали от берега – всё это

не может не снижать привлекательность данного вида деятельности. Во многих районах уже не ведётся промысел, т.к. тяжёлый труд не окупает всех затрат.

Очевидно, что полное использование запасов беломорской сельди в сложившихся условиях невозможно без развития судового промысла, прежде всего на путях предзимовальных и зимовальных миграций. Реализация этого направления эксплуатации запасов требует решения нескольких взаимосвязанных задач.

Наиболее эффективным в Белом море является судовой траловый промысел сельди в осеннее время. Имеющийся опыт позволяет рекомендовать промысел в сентябре-октябре в Восточной Соловецкой Салме Онежского Залива, у Терского берега Бассейна, в губах Кандалакшского залива и вдоль Карельского берега Бассейна. Наиболее рентабельно использование для этой цели судов типа СРТМ-К в сентябре-октябре в Восточной Соловецкой Салме и у Терского берега. Расширение здесь промысла позволило бы увеличить сроки тралового лова и уменьшить зависимость его эффективности от подходов сельди в Сорокскую губу. Возможная производительность промысла сельди здесь может достигать 10–15 т в сутки. В каждом из районов возможно использование одного судна этого типа. Для судов типа МРТК, СТБК возможна суточная производительность промысла 5–10 т, но необходимость в периодической сдаче рыбопродукции и пополнении топливом и пресной водой ограничивает их возможности, как по вылову, так и по рентабельности. В перечисленных районах возможно использование до шести судов этих типов, как в режиме автономного промысла, так и в группе с последующей выгрузкой сельди на базу для дальнейшей переработки и транспортировки.

При ведении тралового промысла следует учитывать особенности формирования скоплений в различных районах моря. Так для сельди Онежского залива характерны придонные скопления с вертикальным развитием до 5 м, у Терского берега Бассейна наряду с придонными (развитием 5–10 м) формируются «веретенообразные» косяки с развитием до 35 м. В связи с этим на промысле должны использоваться как разноглубинные так и донные тралы, а на сложных участках Бассейна и Кандалакшского залива кошельковые невода.

В Сорокской губе, при благоприятной промысловой обстановке, возможно использование до 10 судов. В губах Кандалакшского залива можно использовать суда типа МСТБ, МРТК и СТБК. Автономность судов типа МСТБ ограничена, поэтому их целесообразно использовать в районах вблизи портов выгрузки, с работой на промысле в течение 2–4 сут. При работе в вершине Кандалакшского залива возможна выгрузка продукции в Кандалакшском порту, при работе у Терского берега в пос. Чупа и пос. Умба; при работе в Восточной Соловецкой Салме в г. Беломорск, г. Кемь, г. Онега, г. Архангельск.

Поскольку возможности по переработке у всех типов судов различны, так на СРТМ-К возможен выпуск мороженой и солёной продукции, что не снижает сроков нахождения на промысле. Во время как МСТБ может производить солёную и охлаждённую продукцию, выпуск которой ограничивается 6 т в сутки (за исключением Сорокской губы, где возможен и больший улов).

Исходя из вышеизложенного, при низком уровне запаса (4000) и рекомендованном улове в 1000 т возможно использование судов типа МСТБ, МРТК, РС, СХС в количестве до 10 единиц на промысле во всех районах моря.

При большем уровне запасов помимо этих судов становится необходимым использование судов типа СРТМ-К в открытых районах моря (Терский берег Бассейна, Восточная Соловецкая Салма).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аверинцев С.В.* Сельди Белого моря // Тр. научного института рыбного хозяйства. 1928. Т. 3. Вып. 4. С. 73–112.
- Андрияшев А.П.* Рыбы северных морей СССР / М.- Л.: Изд-во АН СССР, 1954. 566 с.
- Азерникова О.А.* Естественные факторы колебаний численности беломорской сельди // В кн. Методы оценки запасов и прогнозирования уловов рыб. Труды ВНИРО. 1967 Т. 72. С. 166–180.
- Гошева Т.Д.* О миграциях сельди в заливах Белого моря // Рыбн. хозяйство. 1967. № 9. С. 11–14
- Гошева Т.Д.* Запасы сельди Белого моря. Рыбн. хозяйство. 1982. № 9. С. 30–32.
- Гошева Т.Д., Фролов С.Б., Елсукова Р.Р.* Осеннее распределение сельди во внутренних районах Белого моря // Тез. докладов конференции «Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря. Архангельск, 1985. С. 219
- Изучение экосистем рыбохозяйственных водоёмов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Выпуск 1. Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в морях Европейского Севера и Северной Атлантики. 2-е изд., испр. и доп. М.: Изд-во ВНИРО, 2004. 300 с.*
- Лайус Д.Л.* Популяционная структура беломорской сельди. Рыбн. хозяйство, № 4.1997. С. 27–30.
- Методическое пособие по проведению инструментальных съёмок запасов промысловых гидробионтов в районах исследований ПИНРО. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2006. 162 с.*
- Мухомедияров Ф.Б.* О динамике и структуре локальных популяций сельдей в заливах Белого моря. В кн.: Биология беломорской сельди. Л.: Наука. Ленинградское отделение, 1975. С. 26–37.
- Надёжин В.М.* Влияние гидрологических и метеорологических условий на концентрации некоторых беломорских сельдей // Зоол. Журнал. 1959. Т. 38. Вып. 2. С. 228–242.
- Надёжин В.М.* и др. Гидрологические условия и распределение некоторых промысловых рыб Белого моря. Мурманск: ПИНРО, 1976.
- Наймак Е.Б., Фролов С.Б.* Моделирование популяций сельди Белого моря // Вопр. ихтиологии. 1993. № 3. С. 359–366.
- Парухина, Л.В., Фролов, С.Б.* Особенности формирования поколений сельди *Clupea pallasii marisalbi* Berg в Двинском заливе Белого моря / Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов: Труды 4-й Междунар. науч.-практ. конф. КГТУ. Калининград, 2016 г. С. 50–53.
- Рабинерсон А.И.* Материалы по исследованию беломорской сельди (данные 1923–1924 гг.) // Труды ин-та по изучению Севера. 1925. Вып. 25, С.1–145.
- Рабинерсон А.И.* О мелкой расе беломорских сельдей // Изв.отд.прикл.ихтиологии. 1928. Т. 8. С. 99–111.
- Светочев В.Н., Светочева О.Н., Бондарев В.А.* и др. Изучение сезонных миграций белухи (*Delphinapterus leucars* Pall.) с помощью датчиков спутниковой телеметрии (ДТС). Результаты исследований в 2005–2006 гг. // Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря: материалы X международной конференции (Архангельск, 18–20 сент. 2007 г.). Архангельск: Изд-во СГМУ. 2007. С. 345–349.
- Зоология наземных позвоночных (Териология. Охотоведение. Зоопарки).* 2009. № 3.
- Трошков В.А., Фролов С.Б.* Влияние факторов внешней среды на формирование поколений беломорской сельди // Материалы конференции «Структурно-функциональные

особенности биосистем Севера (особи, популяции, сообщества)». Петрозаводск. Изд-во ПетрГУ, 2005. С. 176–179.

Фролов С.Б. Состояние запасов и перспективы использования беломорской сельди // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: в 3-х т. / сб. материалов Всероссийской науч. -практической конференции с международным участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции (Севастополь, 19–24 сентября 2016 г.) / под общ. ред. А.В. Гаевской. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. Т. 3. С. 468–470.

Фролов С.Б., Климов С.И. Особенности распределения сельди в осенний период. // Рыбн. хозяйство. 1993. № 6. С. 18–19.

Фролов С.Б., Гнетнева Л.В., Похилиук В.В. Изменение характера промысла беломорской сельди в Сорокской губе Белого моря // Тез. докладов региональной конференции «Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря». СПб, 1995. С. 115.

Фролов С.Б., Похилиук В.В. Осеннее распределение беломорской сельди в 1998 году // Тез. докладов международной конференции. Петрозаводск, 1999. С. 168.

AQUATIC ORGANISMS FISHERY

THE STATE OF WHITE SEA HERRING STOCK AND FISHING PERSPECTIVE

© 2022 y. S.B. Frolov¹, V.I. Zubov², M.A. Nosov²

¹ Northern branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Arkhangelsk, 163002

² Polar branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Murmansk 183038

White Sea herring (*Clupea pallasii marisalbi* Berg, 1923) is one of general commercial fisheries object. White Sea herring fishery determines the success of Murmansk, Arkhangelsk rejoins and Karelia Republic fishing companies.

Keywords: White sea herring, Sorokskaya bay, Kandalaksha gulf, Eastern Solovetskaya Salma.

ЧЁШКО-ПЕЧОРСКАЯ СЕЛЬДЬ – НЕВОСТРЕБОВАННЫЙ РЕСУРС АРКТИКИ

© 2022 г. А.С. Безбородов^{1,2}

¹ Северный филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (Северный), г. Архангельск, 163002

² Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики
им. академика Н.П. Лаверова Уральского отделения РАН, г. Архангельск, 163000
E-mail: alexys-arh@yandex.ru

Поступила в редакцию 18.02.2022 г.

Изучение и освоение запасов чёшко-печорской сельди *Clupea pallasii suworovi* продолжается уже около 100 лет. В 1940–1960-е гг. она была одним из основных объектов прибрежного промысла в Мезенском заливе и Чёшской губе с результатом до 830 т/год. В 1970-х и 1990-х годах вёлся интенсивный морской промысел в Баренцевом море с максимальными уловами свыше 4 тыс. т/год. В 1978–2017 гг. запас оценивался в пределах 1,5–50 тыс. т, более высокие оценки относятся к смешанным скоплениям многопозвонковой и малопозвонковой сельдей. Современное состояние запаса стабильно хорошее, находится на уровне 25–27 тыс. т, однако лов ведётся местными жителями исключительно для личного потребления. В качестве объекта специализированного промысла чёшко-печорская сельдь остаётся невостребованной.

Ключевые слова: чёшко-печорская сельдь *Clupea pallasii suworovi*, Баренцево море, Карское море, Чёшская губа, биология, запас, промысел.

ВВЕДЕНИЕ

Чёшко-печорская сельдь распространена в арктических водах Белого (Горло, Мезенский залив, Воронка), Баренцева (центральные, восточные, юго-восточные районы) и Карского морей (юго-западная часть). Её изучение началось в период исследований арктических морей России в начале XX в. Добыча сельди получила развитие от кустарного промысла местными жителями до специализированного судового лова с использованием трапов. В 1990-е гг. в связи с общим экономическим кризисом, разрушением системы добычи, приёма и реализации рыбы промысел чёшко-печорской сельди пришёл в упадок и стал нерентабельным.

История изучения вида

Первой попыткой изучения чёшко-печорской сельди следует считать экспедицию под руководством А.В. Иванова в 1912 г., которая прошла путь от Индиги до Архангельска. Её главной целью было климатическое, экономическое и социальное описание побережья Чёшской губы и п-ова Канин, была проведена перепись населения, оценены промыслы рыбы и зверя (Трофименко, 2013). Сельдь в данном районе была ещё не изучена и представляла большой интерес для систематики и зоогеографии. На регулярной основе исследования в Чёшской губе были начаты научно-исследовательским институтом по изучению Севера в 1925–1926 гг., на основе которых А.И. Рабинерсон определил систе-

матическое положение чёшско-печорской сельди (Рабинерсон, 1927). В 1936–1939 и 1941 гг. была организована масштабная Индигская научно-промысловая экспедиция ВНИРО.

ПИНРО приступил к изучению чёшско-печорской сельди в 1935 г. в районе о. Колгуев, однако исследования не были регулярными. В 1941–1945 гг. сотрудники Полярного института под руководством И.Г. Юданова провели работы по изучению сельди вдоль западного побережья п-ова Канин, в Чёшской, Индигской, Колоколковой губах и Печорском море. В 1960–1970-х гг. сбором материалов и промысловых данных по сельди в Чёшской губе занималось Управление «Севрыбвод», а с 1976 по 1982 г. в открытой части Баренцева моря работы проводила «Севрыбпромразведка» (Стасенкова, 2009).

Специалисты СевПИНРО выполнили первые сборы по чёшско-печорской сельди в 1964–1965 гг., регулярные исследования стали проводить с 1976 г. На первоначальном этапе работа велась на береговых участках практически по всему ареалу, постепенно были определены наиболее важные в промысловом отношении районы Белого и Баренцева морей, в т.ч. нерестилища сельди в Мезенском заливе, губах Чёшская, Индигская, Ремёнка. Позже начались регулярные морские научно-исследовательские рейсы на НИС «Кварцит», «Поиск», «Профессор Бойко» и др., в ходе которых проводились контрольный траловый и сетной лов, ихтиопланктонная съёмка, оценивались гидрологические условия развития икры и молоди.

Исследования сельди в Карском море начались в первой половине XX в. в ходе выполнения научно-промысловых экспедиций в арктических морях СССР. Малопозвонковая сельдь впервые была обнаружена в Югорском шаре и Карской

губе в 1932 г. А.Н. Пробатовым (1934), когда были пойманы первые 44 экз. М.Е. Макушок на основе некоторых систематических отличий выделил сельдь Карского моря в особую таксономическую единицу *Clupea pallasii probatowi*. Особи со зрелыми половыми продуктами и их «качественно-биологические показатели» позволили ему сделать вывод, что сельдь нерестится в Карском море и имеет в нём значительный запас (Макушок, 1935). В 1936–1937 гг. ихтиологическая экспедиция Арктического института обнаружила малопозвонковую сельдь в северной части Обской губы (Галкин, 1940). В 1945–1946 гг. И.И. Юдкин выловил в Байдарацкой губе незначительное количество молоди, в Югорском Шаре и у входа в Карскую губу в июле-сентябре была добыта нерестовая сельдь. Учёный сделал вывод, что в Карском море имеется постоянно обитающая и нерестующая сельдь, однако она не отличается от чёшско-печорской сельди из Баренцева моря и «...никаких больших запасов сельди, о которых упоминал М.Е. Макушок, экспедиция в Карском море не обнаружила» (Юдкин, 1948). Также он указал на наличие миграции сельди в Карское море из юго-восточных районов Баренцева моря. В 1952 г. Б.К. Москаленко руководил масштабной экспедицией «Обьрыба», охватившей акваторию от п-ова Югорский до северной части Обской губы. Было выполнено 67 сетных дрейфов, 117 тралений, контрольный лов на 15 береговых пунктах. Сельдь была обнаружена лишь в Байдарацкой и Карской губах в уловах дрейфтерных сетей. На основе отрицательных результатов Б.К. Москаленко делает вывод, что локального карского стада сельди не существует. «По существу имеется единое стадо малопозвонковой сельди с ареалом, охватывающим юго-восточную часть Баренцева моря с периодическими

летне-осенними миграциями части стада в Карское море» (Москаленко, 1963).

Экология и биология вида

Чёшко-печорская сельдь – морская стайная рыба, нерито-пелагическая, относится к тихоокеанским малопозвоноквым сельдям. Имеет широкий ареал и по географическому признаку иногда может именоваться канинско-печорской или карской сельдью. На западной границе ареала контактирует с беломорской и атлантической сельдями. Генетические исследования подтверждают видовое единство локальных группировок чёшко-печорской сельди в Белом, Баренцевом и Карском морях (Андряшев, Чернова, 1994; Семёнова и др., 2005; Стрелков и др., 2016), её запас оценивается как единый.

Чёшко-печорская сельдь достигает длины 30 см и массы 316 г, живёт до 15 лет. Половой зрелости достигает на 4-м году жизни, в Карском море на год позже. Количество позвонков 52–55 (в среднем 53,7) (Андряшев, 1954). Эвритермный вид, отмечается в уловах при температуре воды 1–16°C. Выдерживает изменения солёности воды в широком диапазоне, встречаясь, как в открытой части Баренцева моря (33–34 ‰) (Добровольский, Залогин, 1982), так и в нижнем течении рек в пресных и сильно опреснённых водах (р. Пёша на удалении 9–10 км от устья).

Протяжённость нерестилищ велика, нерест малопозвоноквой сельди проходит в прибрежной зоне по всему ареалу. Основными нерестовыми районами считаются Мезенский залив и Чёшская губа. Кладки икры отмечены в пределах литорали на глубине 0,25–10 м, в основном 1–3 м. Нерестовый субстрат: водоросли родов *Fucus*, *Desmarestia*, *Phyllophora*, гидроиды, песчаный и илисто-песчаный с примесью гальки и ра-

куши, а также каменистый грунт (Стасенкова, 2009).

Нерестится чёшко-печорская сельдь с апреля по июль, в Карском море до конца августа. В Печорском заливе и Чёшской губе нерестовые подходы сельди были отмечены ещё при наличии льда. Нерест протекает при температуре воды 3–15°C, для Чёшской губы наиболее благоприятна температура 6–7°C, для Мезенского залива 6–12°C. Массовый нерест продолжается 10–15 дней. Солёность воды на нерестилищах колеблется от 22 до 31‰, в Печорском заливе от 10 до 20‰ (Стасенкова, 2009).

Абсолютная плодовитость варьирует от 8,1 до 92,7 тыс. икринок (Стасенков и др., 2011), по нашим данным от 2,7 до 76,6 тыс. икринок. Вся икра вымётывается одновременно, ложится на дно и прикрепляется к субстрату. Инкубационный период составляет 108–112 градусо-дней. Личинки питаются планктоном, молодь – веслоногими ракообразными, взрослые особи – ракообразными *Copepoda*, *Euphausiidae*, *Mysidae*, мелкой рыбой. Хищники – треска, пикша, птицы, млекопитающие.

Нерестовые миграции чёшко-печорской сельди начинаются обычно в феврале-марте в районе Гусиной банки и Мурманского мелководья (районы зимовки), в марте-апреле косяки устремляются к нерестилищам в Белом и на юго-востоке Баренцева морей. Подход сельди на нерест определяется температурным фактором (прогрев воды), а также наличием или отсутствием льда. После нереста сельдь начинает нагульные миграции, которые делятся на два этапа. Первый включает в себя восстановление гонад, откорм сельди в прибрежной мелководной зоне, отсутствие значительных перемещений. Второй этап (сентябрь-октябрь) характеризуется переходом гонад в третью стадию

зрелости, формированием небольших скоплений половозрелой сельди. К концу этапа на глубинах 40–50 м образуются мощные промысловые концентрации (Стасенкова, 2009).

Выхолаживание воды является триггером для начала зимовальных миграций, когда сельдь отходит от мелководной прибрежной зоны и направляется в районы зимовки. В это время плотность скоплений позволяет вести морской промысел на миграционных путях. По достижении районов зимовки рыба держится в придонных горизонтах на глубине 100–250 м при температуре воды 1,0–1,8 °С (Стасенкова, 2009; Стасенков и др., 2011).

История промысла

В Белом море осуществлялся прибрежный, а в Баренцевом – прибрежный и морской промысел чёшско-печорской сельди. Освоение сырьевой базы началось в 1930-х гг., когда в Мезенско-Канинском районе было выловлено 127 т сельди (1933 г.), а в Чёшской губе первые 0,2 т сельди были сданы на приёмные пункты (1934 г.). Во время научно-промысловых экспедиций ВНИРО в 1936–1940 гг. были проведены испытания различных орудий лова и определены основные промысловые участки: устья рек Бугряница, Торна, Шойна, Кия, промысловые участки Вижас, Снопа, Ома, Пеша, Белушье, Волонга. Также промысел существовал в Индигской и Колоколковой губах (Клумов, 1940; Стасенкова, 2009). Промышленное освоение рыбных запасов Ненецкого автономного округа получило мощный импульс к развитию в рамках программы «промпереселения» в 1937–1939 гг., когда свыше ста хозяйств из Мезенского, Онежского, Лешуконского, Усть-Цилемского районов были перевезены в пос. Шойна на Канинском полуострове, поселки Ин-

дига, Волонга, Белушье в Чёшской губе и Носовая в Печорской губе. Маленькое рыбацкое становище Шойна за несколько лет превратилось в большой рыбацкий посёлок с населением около 1500 человек. Рыбаки ловили чёшско-печорскую сельдь, навагу, треску, пикшу, камбал и акул, добывали белуху (Ханзерова, 2005). Чёшско-печорская сельдь наравне с навагой многие годы являлась одним из основных объектов прибрежного промысла в Горле, Воронке и Мезенском зал. Белого моря, в Чёшской губе Баренцева моря. Максимальный вылов на прибрежных участках зафиксирован на рубеже 1940-х–1950-х гг., когда достиг 831 т (1949 г.), на промысле было занято до 380 человек, выставлялось до 1500 ставных сетей (Стасенкова, 2009).

Сокращение вылова сельди началось в 60-е гг. XX в. и было связано со снижением числа рыбаков (в 1960-х гг. – 212 чел., в 1970-х – 130 чел., в 1980-х – 148 чел.), выставляемых орудий лова (в 1960-х гг. – 674 шт., в 1970-х – 418 шт., в 1980-х – 350 шт.) и используемых промысловых участков (рис. 1). Одной из причин этого явления видится отток трудоспособного населения, когда жители получили право свободно покидать сельские поселения. С 1950-х до начала 1980-х гг. население отдельных посёлков сократилось почти на 70% (Васильев, Куранов, 1985). При этом в 1971–1978 гг. запас чёшско-печорской сельди увеличился, средний улов на орудие лова стал максимальным за всю историю промысла и превысил 2,5 т/сеть. Вылов в Чёшской губе в 1976 г. составил около 200 т, в Мезенском заливе в 1977 г. 148 т. Прибрежный промысел не был готов к резкому увеличению запасов сельди, изъятие не достигло максимальных значений. В 80-е гг. XX в. эффективность прибрежного лова резко снизилась из-за снижения запасов сельди, в 1990-е гг.

на фоне общих экономических преобразований промысел стал нерентабельным и пришел в упадок (рис. 1). Оказалась разрушена система добычи, приёма и реализации рыбы, вылов сохранился лишь в виде любительского лова местными жителями для личного потребления (Стасенкова, 2009; Гончаров, Безбородов, 2020). Официальный вылов чёшко-печорской сельди в 2016–2021 гг. находится в околонулевой зоне и в среднем не превышает 0,8 т/год.

зверобойно-рыболовными судами (ЗРС) и средними рыболовецкими траулерами (СРТ) с помощью донных и пелагических тралов; уловы достигали 5–8 т за траление. В 1977 г. специализированный промысел чёшко-печорской сельди вели суда типа БМРТ (большой морозильный рыболовный траулер), СРТМ (средний рыболовный траулер морозильный), ПСТ (посолено-свежьюевой траулер). Сельдь распределилась на Западном склоне Гусиной банки и в Цен-

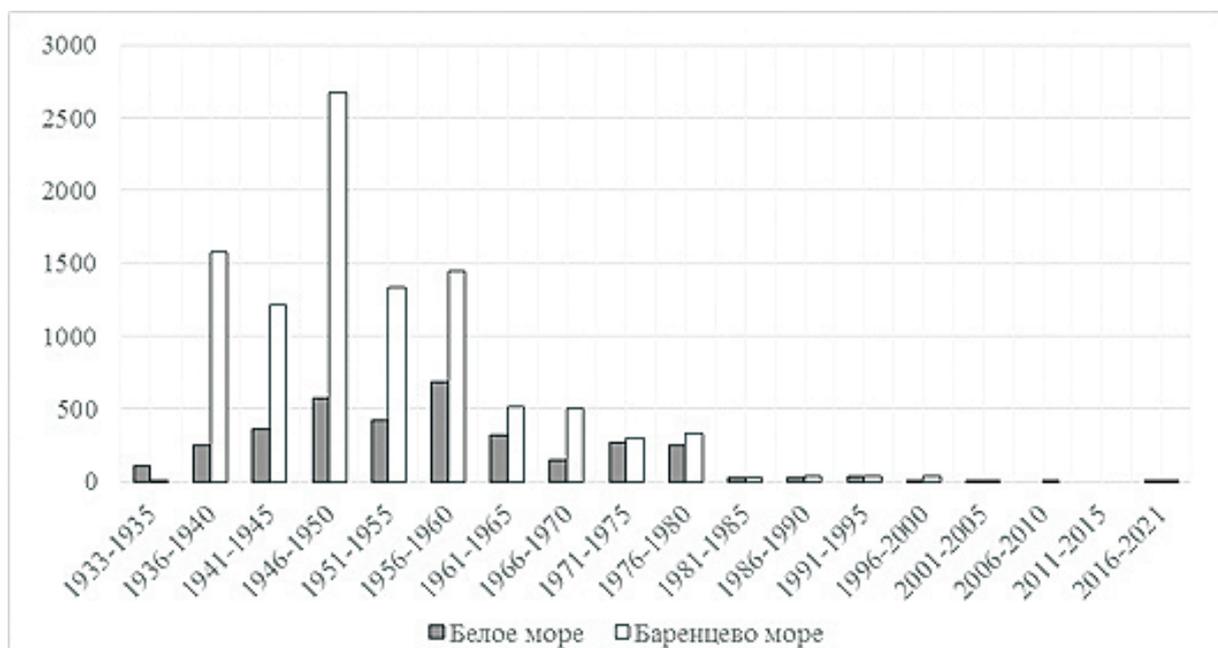


Рис. 1. Прибрежный вылов чёшко-печорской сельди по пятилетиям, т.

О наличии чёшко-печорской сельди в открытой части Баренцева моря было известно с 1935 г., когда её обнаружили в желудках трески (Маслов, 1968). В 1969 г. на промысле сайки был отмечен существенный прилов сельди в количестве 3–4 т за траление, в 1971 г. в районе Гусиной банки он достигал 0,2–3,1 т за траление. В 1976 г. суда «Севрыбпромразведки» приступили к активному поиску промысловых ресурсов в экономической зоне СССР и обнаружили плотные скопления чёшко-печорской сельди в районе о. Колгуев. Лов вёлся

тральном районе на глубине 150–200 м, наибольшие уловы пришлись на март-апрель, когда суда типа БМРТ добывали 40–50 т/сутки, СРТМ – 10–15 т/сутки. Максимальный судовой вылов зафиксирован в 1977 г. – 4602 т (табл.) (Стасенкова, 2009; Стасенков и др., 2011). В 1979 г. в связи со значительным снижением запаса сельди результат промысла оказался провальным, после чего её судовой лов был прекращён.

Возобновление специализированного судового промысла состоялось в 1993 г. после очередного повышения

Таблица. Вылов чёшко-печорской сельди по видам промысла, т.

Год	Прибрежный промысел	Морской промысел
1976	250,2	199
1977	200,5	4602
1978	85,7	1870
1979	19,2	19
1993	51	250
1994	8	4184
1995	0	1344
1996	20	0
1997	1	30

численности сельди. Наибольший вылов пришелся на 1994 г. – 4184 т, однако облавливались смешанные скопления атлантической и чёшко-печорской сельди (подробнее в разделе «Состояние запасов»). Уловы судов типа БМРТ на Западном и Южном склонах Гусиной банки в январе-феврале 1994 г. достигали 60 т/сутки. В ноябре того же года в Южной части Новоземельского мелководья, Мелководья и Южного склона Гусиной банки уловы за 3–4 часа траления колебались от 5 до 40 т (в среднем 15–20 т). В ноябре 1995 г. суточные уловы судов типа БМРТ достигали 25–35 т, в декабре до 65 т. Тем не менее, судовой лов и в этот раз просуществовал недолго. Последние 30 т чёшко-печорской сельди были добыты в море в 1997 г., после чего морской промысел больше не осуществлялся. В 2016 г. рыболовный траулер «Ома» (судовладелец СПК РК «Мурман») вёл поиск чёшко-печорской сельди в юго-восточной части Баренцева моря, но её скопления обнаружено не было. В уловах преобладала атлантическая сельдь, доля малопозвонковой сельди составила 35–40%, а её средняя длина (по Смитту) и масса имели низкие показатели (16,0 см и 37,2 г соответственно).

Состояние запасов

Оценка численности чёшко-печорской сельди осуществлялась различными методами: виртуально-популяционного анализа (ВПА), площадей, тралово-акустическим. Метод ВПА эффективен в случае ведения интенсивного регулярного промысла, однако специализированный лов сельди был кратковременным: 1974–1978 гг., 1993–1995 гг. Необходимая биологическая информация собиралась не ежегодно, сведения о вылове поступали не в полном объеме. В подобных условиях метод ВПА не имел достаточной точности, его результаты относились к категории экспертной оценки (Стасенкова, 2009).

Оценка запасов методом площадей впервые была проведена в 1978 г. на ПСТ «Краснознаменск» в Колгуевском районе Баренцева моря. На обследованной акватории в 7500 кв. миль рассчитанный запас сельди составил 14,1 тыс. т. Второй раз подобная оценка запаса была проведена в 1985 г., когда была выполнена траловая съёмка Канино-Колгуевского мелководья, Колгуевского, Печорского, Вайгачского районов (всего 265 тралений). Величина запаса сельди, рассчитанная на исследованной площади, оказалась на порядок ниже преды-

дущего результата – 1,47 тыс. т. Одной из причин этого могло стать преобладание в уловах молоди. Необходимо также отметить, что сельдь может находиться в разреженном состоянии на большой акватории и не формировать устойчивых скоплений. Следующая съёмка была выполнена в прибрежных районах юго-восточной части Баренцева моря в 1994 г. на НИС «Кварцит». Наибольшая плотность скоплений была отмечена у юго-восточного берега о. Колгуев, у Тобседы и в Печорском проливе. Запас чёшко-печорской сельди был оценён в 51 тыс. т (Стасенкова, 2009).

В отдельные годы оценка запасов проводилась тралово-акустическим методом. В 1994 г. на фоне рекордных уловов чёшко-печорской сельди (табл.) была проведена тралово-акустическая съёмка (ТАС) Баренцева моря, в ходе которой общая биомасса промысловых скоплений сельди была оценена в 28,2 тыс. т, а с учётом коэффициента уловистости 15% составила 188 тыс. т. Подобная оценка биомассы вызывает сомнения, т.к. в дальнейших съёмках не была подтверждена, а судовой промысел через 2 года был прекращён. Атлантическая сельдь имела урожайное поколение в 1991 г. и высокоурожайное в 1992 г. (Орлова и др., 2006, Анон., 2003), а в годы нахождения в море урожайных поколений сельди её скопления занимают большую акваторию (Прокопчук, Прохорова, 2010). Период 1989–1992 гг. относится к тёплым, следовательно, благоприятным для развития икры и молоди чёшко-печорской сельди, которая составит основу промыслового запаса в 1994–1996 гг. Таким образом, в 1994 г. на востоке Баренцева моря сформировались смешанные скопления урожайных поколений атлантической и чёшко-печорской сельдей с высокой удельной плотностью (0,305 кг/м³), однако по гео-

графическому признаку эти скопления были отнесены исключительно к мало-позвонковой сельди.

Аналогичная ситуация сложилась в августе 2008 г., когда по итогам ТАС Баренцева моря в его юго-восточной части биомасса сельди в возрасте только 4+ была оценена в 373 тыс. т, а общая биомасса составила 738 тыс. т. Прогрев водных масс и высокая концентрация зоопланктона привлекли в этот район в большом количестве атлантическую сельдь с запада и чёшко-печорскую сельдь с востока, которые образовали плотные смешанные скопления (Прокопчук, Прохорова, 2010; Анон., 2009). По словам очевидцев, на мелководьях сельдь «из-под носа судна выпрыгивала». В обычных условиях запас чёшко-печорской сельди в августе оценивается в 20–25 тыс. т, что было подтверждено последующими исследованиями. В 2012 г. по данным экосистемных съёмок ФГБНУ «ПИНРО» биомасса скопления малопозвонковой сельди составила 11,9 тыс. т, в 2017 г. – 27,1 тыс. т.

Таким образом, в период исследований 1978–2017 гг. величина запаса чёшко-печорской сельди колебалась от 1,47 тыс. т (1985 г.) до 50 тыс. т (2000 г.) (в среднем 15–30 тыс. т) (Стасенкова, 2009). Более высокие оценки запаса следует отнести к смешанным скоплениям многопозвонковой и малопозвонковой сельди.

В целом для сельди с относительно коротким жизненным циклом характерны большие колебания численности, которая может изменяться в сотни раз. Её динамику связывают, в первую очередь, с температурным фактором среды, влияющим на созревание икры и дальнейшее развитие молоди (рис. 2). Численность поколений сельди можно рассчитать по формуле $Y=6,0507x-16,335$ ($R=0,72$), где Y – численность поколения

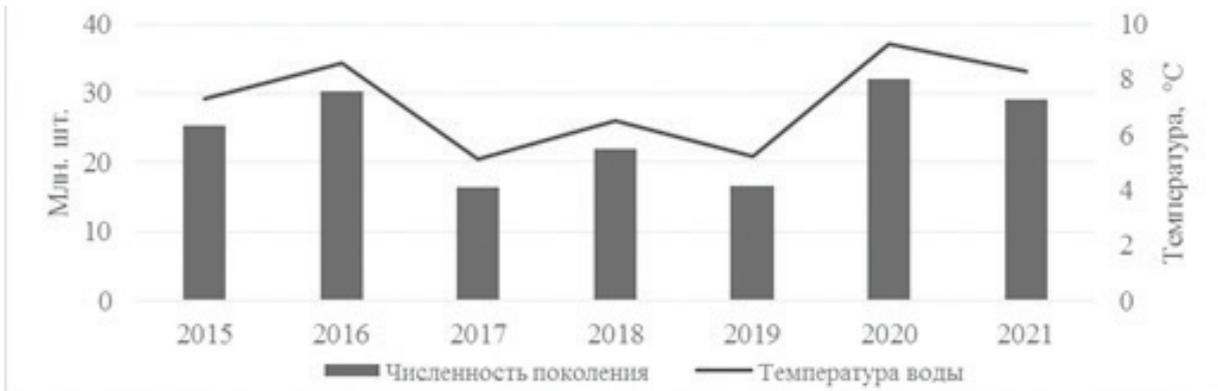


Рис. 2. Численность поколения и средняя температура воды (май-август) в год формирования поколения.

(млн. шт.), x – средняя за май-август температура воды по ГМС «Микулкин» в год формирования поколения и последующий год.

В 2015–2021 гг. численность новых поколений чёшко-печорской сельди была рассчитана в количестве 16–32 млн. экз. (рис. 2), при этом промысловый запас был оценён в 17–22 тыс. т. Современный уровень обеспечения промысловой и биологической информации позволяет выполнить только экспертную оценку запаса чёшко-печорской сельди.

ВЫВОДЫ

Ежегодный мониторинг и сбор материалов по чёшко-печорской сельди на нерестилищах в Чёшской губе Баренцева моря обеспечивает наблюдение за состоянием рыбы на протяжении ряда лет, однако исследования восточных районов ареала, включая Карское море, имеют эпизодический характер. Подходы сельди в Карскую и Байдарацкую губы Карского моря зависят как от состояния запасов вида, так и от теплового состояния водных масс. По данным многолетнего спутникового мониторинга, в наиболее теплый период (август-сентябрь) в 2021 г. средняя температура поверхностных вод на юго-западе Карского моря составляла 7,5 °C, находилась

на аномально высоком уровне, превышая среднемноголетнюю на 2,3 °C. Эти условия были благоприятны для подходов сельди в Карское море. По данным Тюменского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр»), улов в это время в северной части Обской губы составлял 10 кг на сеть в сутки в течение 10 дней.

Отсутствие достоверной промысловой статистики и специализированных исследований не позволяет применять для оценки запаса математические модели. По нашим данным, запас чёшко-печорской сельди стабилен, находится на среднемноголетнем уровне 25–27 тыс. т. Влияние промысла ничтожно мало, колебания численности зависят от естественных факторов. Рекомендованный вылов для Белого, Баренцева и Карского морей в 2015–2020 гг. составил 2,2 тыс. т/год, однако официальный вылов находится в околонулевой зоне. Рыбодобывающие организации нацелены на вылов других видов рыб, и не заинтересованы в добыче чёшко-печорской сельди. В современных реалиях данный вид абсолютно не востребован в качестве объекта промысла. Перспективным направлением возобновления вылова чёшко-печорской сельди видится организация её прибрежного промысла в период нереста силами местного населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андрияшев А.П.* Рыбы северных морей СССР. Москва, Ленинград : АН СССР, 1954. 556 с.
- Андрияшев А.П., Чернова Н.В.* Аннотированный список рыбообразных и рыб морей Арктики и сопредельных вод // *Вопр. ихтиологии.* 1994. Т. 34. Вып. 4. С. 435–456.
- Васильев А.М., Куранов Ю.Ф.* Социально-экономические проблемы освоения биологических ресурсов Белого моря // *Проблемы изучения рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря.* Архангельск, 1985. С. 30–37.
- Галкин Г.Г.* Малопозвонковая сельдь из Обской губы // *Труды науч.-исслед. института полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства.* 1940. Вып. 10. С. 87–94.
- Гончаров Ю.В., Безбородов А.С.* Местный морской рыбный промысел как элемент продовольственной безопасности Ненецкого автономного округа // *Глобальные проблемы Арктики и Антарктики.* Архангельск, 2020. С. 1060–1064.
- Добровольский А.Д., Залогин Б.С.* Моря СССР. Москва: МГУ, 1982. 192 с.
- Клумов С.К.* Итоги работы научно-промышленной экспедиции ВНИРО. Москва, 1940. 56 с.
- Макушок М.Е.* Сельди Карского моря // *За рыбную индустрию Севера.* Ленинград, 1935. № 1. С. 23–25.
- Маслов Н.А.* Миграции трески в южной части Баренцева моря (по данным мечения 1931–1938 гг.) // *Труды ПИНРО.* Мурманск, 1968. № 23. С. 44–67.
- Москаленко Б.К.* О малопозвонковой сельди Карского моря // *Вопросы ихтиологии.* Москва, 1963. Т. 3 (28). С. 441–446.
- Орлова Э.Л., Селиверстова Е.И., Долгов А.В.* и др. Особенности распределения, питания атлантической сельди и уровень её потребления треской в Баренцевом море в 1984–2002 гг. // *Исследования межвидовых взаимоотношений гидробионтов Баренцева и Норвежского морей:* Сб. науч. тр. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2006. С. 130–154.
- Пробатов А.Н.* Материалы по научно-промысловому обследованию Карской губы и реки Кары. Москва: ВНИРО, 1934. 164 с.
- Прокопчук И.П., Прохорова Т.А.* Распределение и питание неполовозрелой сельди в Баренцевом море в 2001–2008 гг. // *Рыбн. хозяйство.* Москва, 2010. Вып. 5. С. 53–56.
- Рабинерсон А.И.* О систематическом положении и темпе роста сельди Чёшской губы // *Труды института по изучению Севера.* Москва: Изд-во Научно-технического Управления ВСНХ, 1927. Вып. 34. Т. 1. С. 59–72.
- Семёнова А.В., Андреева А.П., Карпов А.К.* и др. Генетическая и биологическая дифференциация малопозвонковых сельдей рода *Clupea* юго-восточной части Баренцева и внешних районов Белого морей // *Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря.* Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. С. 274–279.
- Стасенков В.А., Студенов И.И., Новоселов А.П.* и др. Поморские рыбные промыслы. Архангельск: ОАО «Издательско-полиграфическое предприятие Правда Севера», 2011. 263 с.
- Стасенкова Н.И.* Экология, биология и промысел чёшко-печорской сельди. Архангельск: КИРА, 2009. 167 с.
- Стрелков П.П., Лайус Д.Л., Вайнола Р.О.* В погоне за гибридной сельдью // *Природа.* Москва, 2016. Вып. 10. С. 51–59.
- Трофименко В.Г.* Роль Канинской экспедиции 1912 года в изучении Европейской России // *Научно-методический электронный журнал «Концепт».* 2013 г. Т. 3. С. 341–345.
- Ханзерова И.Л.* Родимые лица и Волонга снится... // *Нарьяна Вындер.* Нарьян-Мар, 11 февраля 2005 г. С. 18–19.
- Юдкин И.И.* Проникновение сельди в Карское море и другие арктические районы в связи с колебаниями климата // *Рыбн. хозяйство.* Москва, 1948. Вып. 5. С. 41–47.

Anon. 2003. Report of the Northern Pelagic and Blue Whiting fisheries Working Group // ICES CM 2003/ACFM: 23/ 246 pp. IMR/PINRO Joint Report Series, No. 1/2009. ISSN 1502–8828. 103 pp.

Anon. 2009. Survey report from the joint Norwegian/Russian ecosystem survey in the Barents Sea August-October 2008 volume 1.

AQUATIC ORGANISMS FISHERY

**CHOSA HERRING – THE UNCLAIMED
RESOURCE OF THE ARCTIC**

© 2022 y. A.S. Bezborodov^{1, 2}

¹ Northern branch of Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography, Arkhangelsk, 163002

² N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural
Branch of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, 163000

The study and development of the stock of Chosa herring (*Clupea pallasii suworovi*) last about 100 years. In the 1940s and 60s, it was one of the main objects of coastal fishing in the Mezen Bay and the Czech Bay with a result of up to 830 tons/year. In the 1970s and 1990s, intensive marine fishing was conducted in the Barents Sea with maximum catches of over 4 thousand tons/year. In 1978–2017, the stock was estimated in the range of 1,5–50 thousand tons, higher estimates relate to mixed clusters of multi-vertebral and low-vertebral herring. The current state of the stock is consistently good, at the level of 25–27 thousand, but fishing is conducted by local residents exclusively for personal consumption. As an object of specialized fishing, the Chosa herring remains unclaimed.

Keywords: chosa herring *Clupea pallasii suworovi*, Barents Sea, Kara Sea, Cheshskaya bay, biology, stock, fishing.

УЛОВЫ И СОСТОЯНИЕ ЗАПАСА БАЛТИЙСКОЙ СЕЛЬДИ НА РОССИЙСКОЙ АКВАТОРИИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ (26-ГО ПОДРАЙОНА ИКЕС)

© 2022 г. И.С. Труфанова

Атлантический филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии» (АтлантНИРО), Калининград, 236022
E-mail: inna-baltic@yandex.ru

Поступила в редакцию 22.02.2022 г.

Рассмотрена многолетняя динамика уловов, общей биомассы и численности запаса сельди балтийской (салаки) *Clupea harengus tembras* на российской акватории 26-го подрайона ИКЕС Балтийского моря в 1993–2019 гг., в сравнении с Центральной Балтикой в 1974–2020 гг. Оценён вклад российской акватории калининградского сектора моря относительно всей единицы запаса сельди.

Ключевые слова: сельдь балтийская, *Clupea harengus tembras*, численность, биомасса, запас, промысел, Балтийское море.

ВВЕДЕНИЕ

Сельдь – это морская, стайная пелагическая рыба, широко распространённая в Северной Атлантике и являющаяся, вероятно, одним из самых изученных видов рыб в мире (Blaxter, Holliday, 1963; Lundin, 2011). Карл Линней в 1761 г. выделил сельдь Балтийского моря *Clupea harengus varietas tembras* как разновидность атлантической сельди *Clupea harengus*. Первые публикации о ней начали появляться ещё в XVIII в. (цит. по: Оявеер, 1987), ряд монографий, посвящённый разным аспектам биологии и промысла этого вида, появились позднее (Heincke, 1898; Бирюков, 1970; Оявеер, 1987). В отечественной и зарубежной литературе освещены проблемы, описывающие внутривидовую структуру балтийской сельди (Popiel, 1958, 1984; Оявеер, 1962, 1987; Kompowski, 1971; Otterlind, 1985; Grygiel, 1987), миграции (Otterlind, 1961; Aro, 1989), состояние запасов (Parmanne et al, 1994), экологию и рас-

пределение запаса (Дмитриев, 1954; Николаев, 1958, 1961; Червонцев, Давидюк; 1991; Axenrot, 2005; Casini et. al, 2010), а также многие другие вопросы.

Российский промысел сельди в Балтийском море ведётся в 26-м и 32-м подрайонах ИКЕС (ICES – International Council for the Exploration of the Sea, Международный Совет по исследованию моря). Несмотря на то, что акватория Российской Федерации (РФ) в 26-м подрайоне занимает небольшую площадь относительно Балтики, она важна как основной район работы калининградского рыбопромыслового флота и играет значительную роль в экономике и производстве рыбной продукции в регионе. Вылов сельди здесь по объёму уловов занимает второе место после балтийского шпрота *Sprattus sprattus balticus*. Кроме того, данная акватория является неотъемлемой частью экосистемы Балтики, в которой проходят все этапы жизненного цикла рассматриваемого промыслового вида.

Цель работы – проанализировать уловы и состояние запаса балтийской сельди на российской акватории 26-го подрайона ИКЕС Балтийского моря.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Сельдь, облавливаемая российским промысловым флотом в 26-м и 32-м подрайонах ИКЕС (рис. 1а), относится к Центральному запасу, который является трансграничным. Он охватывает 25–29 и 32 подрайоны ИКЕС Балтийского моря (исключая Рижский залив). В настоящей работе проанализированы многолетние данные ИКЕС за 1974–2020 гг. по вылову, численности и общей биомассе сельди Центрального запаса, полученные из отчета Рабочей группы ИКЕС по оценке запасов рыб и рыболовства в Балтийском море WGBFAS 2021 г. (WGBFAS – Baltic Fisheries Assessment Working Group) (Report..., 2021a).

Материалы, необходимые для анализа состояния запаса сельди на аква-

тории исключительной экономической зоны (ИЭЗ) и территориального моря Российской Федерации в 26-м подрайоне ИКЕС Балтийского моря, были получены АтлантНИРО (Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО») по результатам выполнения осенних тралово-акустических съёмок по оценке запасов пелагических видов рыб с 1993 по 2019 гг. (рис. 1б). Указанный временной период не включил 2009, 2012–2015 и 2018 гг., когда российские съёмки не проводились. Количество использованных данных следующее: 21 съёмка, 287 контрольных тралений, 66867 экз. массовых промеров сельди, 27996 экз. биологических анализов, 26257 пар отолитов.

Сбор биостатистических и акустических данных по сельди осуществлялся в соответствии с общепринятыми (Карпушевский и др., 2013) и международными методиками ИКЕС по проведению таких съёмок (SISP, 2017). Для идентификации видового состава рыбных

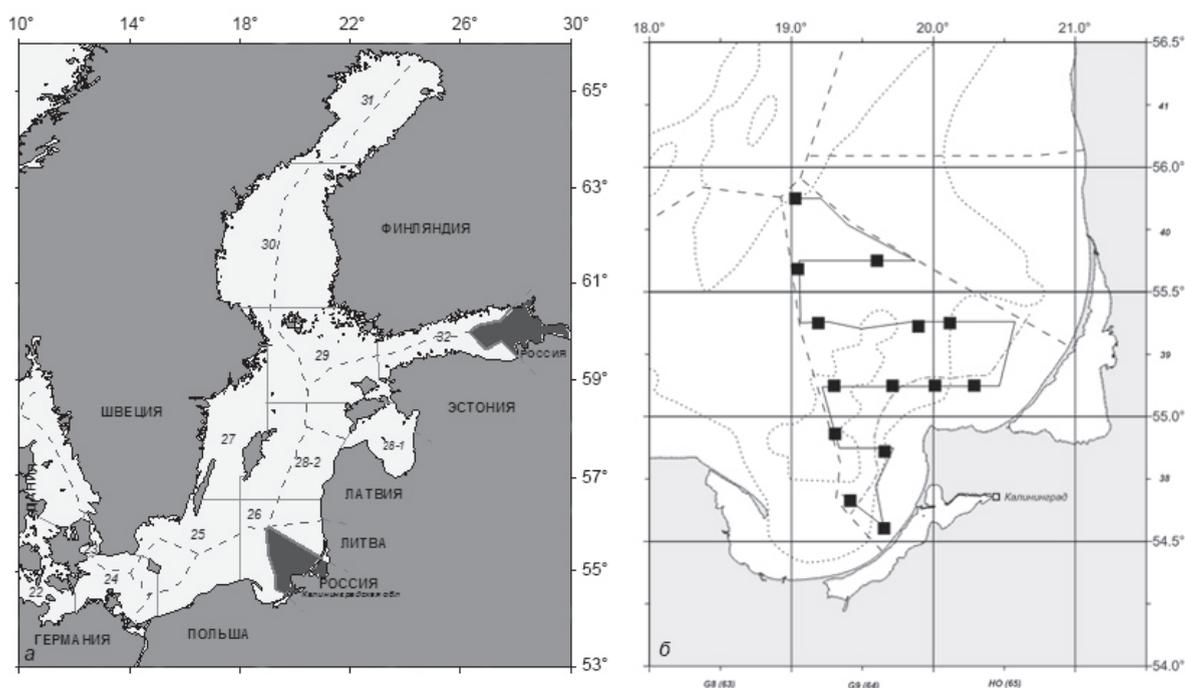


Рис. 1. Подрайоны ИКЕС Балтийского моря и ИЭЗ РФ (а), схема галсов акустической съёмки и контрольных тралений на российских осенних тралово-акустических съёмках в 26-м подрайоне ИКЕС (б).

эхозаписей выполнялись контрольные траления разноглубинным тралом РТ/ТМ 70/300 с минимальным шагом ячей 6,5 мм по сетке галсов (рис. 1б) в светлое время суток. Возраст рыб определялся с использованием методики Комповского и других авторов (Komrowski, 1971; Оявеер, 1987; Fetter et al., 1992). Информация о российском вылове вида получена из ежегодных отчётов Западно-Балтийского территориального управления Росрыболовства об освоении выделенных российских квот вылова рыбы в 26-м подрайоне Балтийского моря по состоянию на 31 декабря, а также согласно судовым суточным донесениям (ССД) из Информационного узла «Отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов» для 26-го и 32-го подрайонов Балтийского моря.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Общий вылов балтийской сельди в 25-29+32 подрайонах ИКЕС Балтийского моря (исключая сельдь Рижского залива) колебался от максимальных значений в 1974 г. (369 тыс. т) до минимальных – 92 тыс. т в 2005 г. (рис. 2). Снижение величины уловов наблюдалось с середины 1970-х гг. и продолжалось до 2004 г. В период 2004–2013 гг. объём вылова находился на низком уровне. Некоторое его увеличение произошло в 2014 г. и продлилось до 2018 г. В 2020 г. объём добытой сельди составил 177,1 тыс. т при уровне среднего многолетнего показателя за период с 1974 по 2020 гг., равного 202 тыс. т (Report..., 2021a). На протяжении многих лет вылов вида относительно равномерно велся на всей акватории распределения её запаса. Ведущие страны по уловам – Швеция, Польша, Финляндия, Эстония и Россия (Report..., 2021a).

Российский вылов сельди в 1993–2020 гг. в Балтийском море колебался от 6,5 до 26,0 тыс. т, в среднем 14,8 тыс. т (рис. 3). В 2020 г. он достиг исторического максимума и составил 26,0 тыс. т. В течение 1990-х гг. и начале 2000-х гг. российские уловы находились на среднем уровне в 14,8 тыс. т. Следующий период 2004–2011 гг. отмечался относительно небольшими уловами (8,5 тыс. т в среднем) и невысоким выбором квот, который, в общем, за это время составил 62,6%. Эти годы характеризовались незначительными уловами также и по всему запасу, что связано с сокращением биомассы вида в этот период (Report..., 2021a). Другой причиной недоосвоения квот в регионе также была незаинтересованность промышленности из-за низкой закупочной цены на сельдь, и низкая рентабельность устаревшего отечественного рыболовного флота на Балтике. Благодаря областным финансовым дотациям при промысле мелко-сельдевых, повышению закупочной стоимости салаки, модернизации рыболовного флота, а также некоторому улучшению состояния запаса вида объёмы добычи после 2012 г. выросли с 10,0 до 26,0 тыс. т. Так, в течение 2012–2020 гг. уловы находились на среднем уровне в 20,4 тыс. т.

Основной район добычи сельди Россией в Балтийском море в течение последних 30 лет – калининградский сектор 26-го подрайона, доля которого за исключением нескольких лет (1993, 1994, 1997 и 1998 гг.) превышала 50% от общего отечественного вылова вида (рис. 3). Значение второй ИЭЗ РФ в 32-м подрайоне было высоким в 1990-х гг., а также оно увеличилось после 2015 г. с 20 до 48% к 2020 г. Причинами такого роста вылова на локальных участках акватории стали изменения в структуре запаса вида. В последние годы отмечается

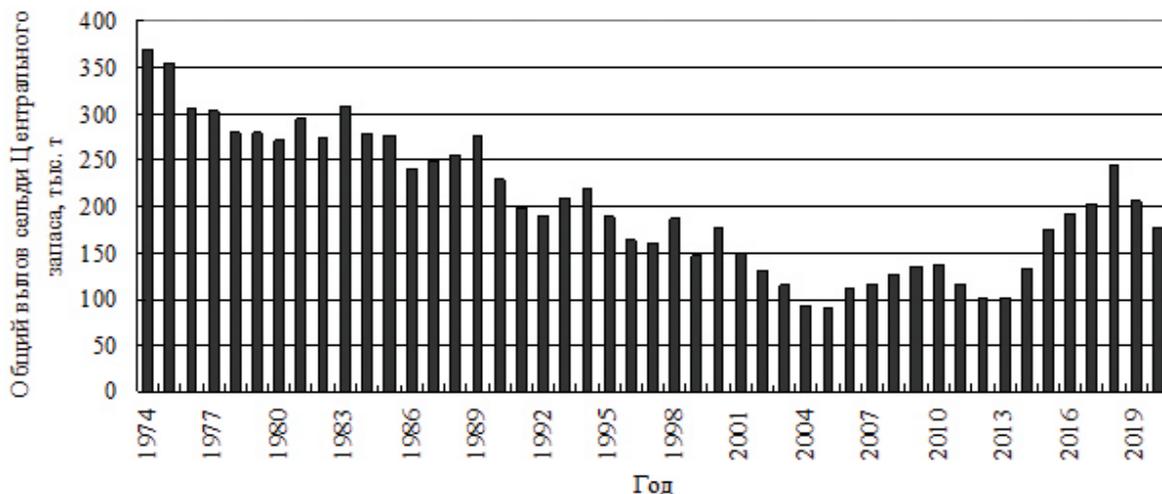


Рис. 2. Общий вылов балтийской сельди Центрального запаса в 1974–2020 гг. (Report..., 2021a).

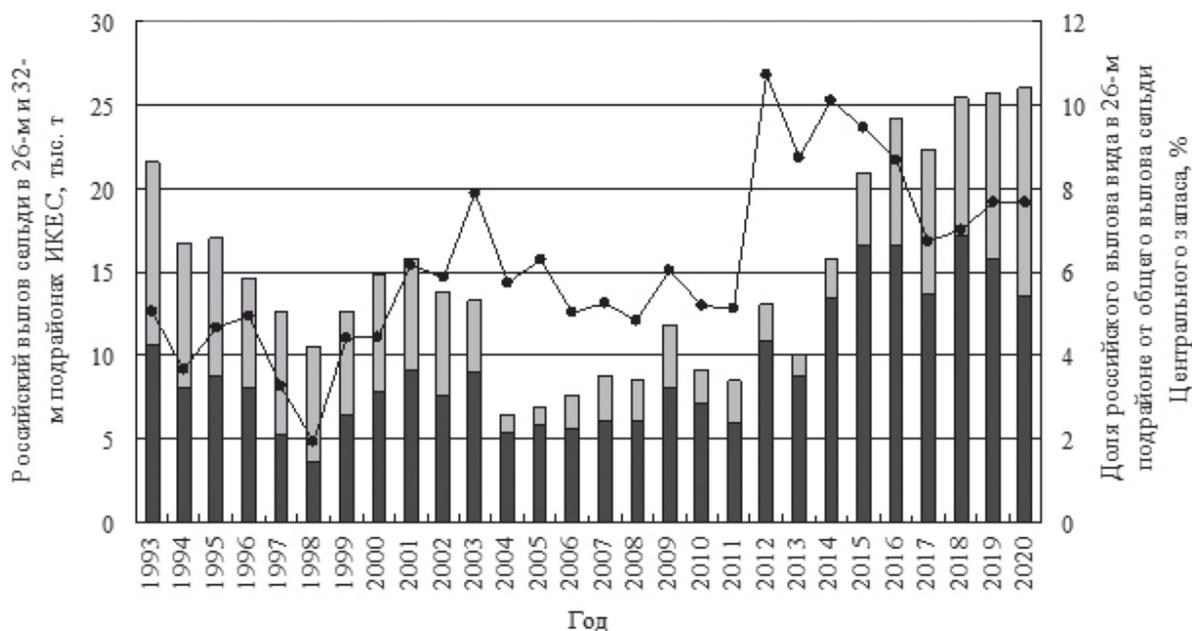


Рис. 3. Российский вылов балтийской сельди в 26-м ■ и 32-м ■ подрайонах ИКЭС, а также доля российского вылова вида ● в 26-м подрайоне по отношению к общему вылову сельди Центрального запаса, %.

пространственное перераспределение запаса сельди, в нем доминируют медленнорастущие особи, происходящие из северных подрайонов моря, где наблюдается увеличение их численности (Труфанова, 2018; Report..., 2021a,b).

Доля российского вылова сельди в 26-м подрайоне (рис. 3) относительно уловов по всей единице запаса приня-

ла наименьшее значение в 1998 г. (1,9%), наибольшее – в 2012 г. (10,7%), среднее многолетнее значение – 6,2%. При этом в течение трёх десятилетий прослеживалась тенденция к некоторому её росту.

Общая биомасса балтийской сельди 25–27, 28.2, 29 и 32 подрайонов ИКЭС за последние 40 лет колебалась в широких пределах (рис. 4), достигнув максималь-

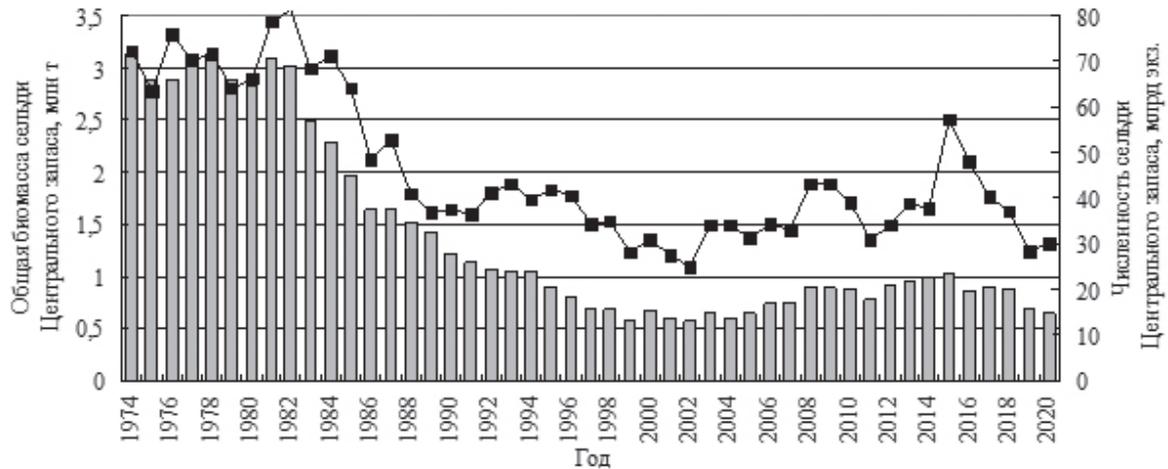


Рис. 4. Численность ■ и общая биомасса ■ сельди Центрального запаса Балтийского моря (Report..., 2021a).

ного значения в середине 1970-х гг. (около 3,1 млн. т) и минимального в 2002 г. – 575 тыс. т (Report..., 2021a). С 2003–2004 гг. биомасса сельди несколько выросла к 2015 г. (1,0 млн т), после чего вновь снизилась к 2020 г. до 638 тыс. т, при средней многолетней величине за период 1974–2020 гг. – 1,4 млн т.

Общая численность сельди Центрального запаса имела аналогичную динамику (рис. 4), максимум наблюдался в 1976 г. (76 млрд экз.), минимум – в 2002 г. – 25 млрд экз. (Report..., 2021a). После 2003 г. она росла, претерпевая некоторые колебания до 2015 г. (57 млрд экз.), после чего сократилась до 30 млрд экз. в 2020 г. Среднее многолетнее значение общей численности сельди составило 46 млрд экз.

Снижение биомассы сельди Центрального запаса, которое началось в 1980-х гг. и продолжилось далее в 1990-е гг., связывают с падением темпа роста рыб, который остается низким и в настоящие дни (Report..., 2021a). Основными факторами, влияющими на средние навески рыб по возрастам, являются – численность вида-конкурента шпрота и возникновение урожайных поколений, когда возникает т.н. «плотностно-зависимый» эффект, также от-

мечают воздействие гидрологических и климатических условий (Casini et al., 2010; Report..., 2021a).

Согласно исследованиям, численность запаса сельди может изменяться как в очень короткие сроки, например, от года к году, так и в течение более продолжительных периодов. Эти флуктуации связаны с динамикой внутривидовых группировок, численность поколений внутри которых колеблется не синхронно и различается в разных районах Балтийского моря (Бирюков, 1970; Popiel, 1984).

Максимальные значения общей численности и общей биомассы сельди в российской зоне 26-го подрайона ИКЕС были отмечены в 1994 г. – 3,3 млрд экз. и 133,3 тыс. т, соответственно (рис. 5). Средние значения за период 1993–2019 гг. составили 2,0 млрд экз. и 75,6 тыс. т, соответственно. После пика 1994 г. численность и биомасса сельди снижались вплоть до 1999 г., но такое направление динамики характеризовало весь запас в этот период времени. В 2000–2006 гг. отмечалось плавное повышение данных показателей. В 2007–2011 гг. несмотря на общий рост запаса сельди, на акватории 26-го подрайона наблюдались колебания численности и

биомассы, принимавшие низкие значения. В 2016–2017 гг. численность и биомасса находились на среднемноголетнем уровне, а в 2019 г. снова стали высокими, несколько уступив величинам 1994 г.

Динамика запаса на локальных участках акватории Балтийского моря подвержена различной степени влияния местных метеорологических и гидрологических факторов, сказывающихся на численности пополнения, возрастной и внутривидовой структуре запаса и распределении рыб (Николаев, 1958; Бирюков,

1970; Оявеер, 1987). В разных районах также отличается воздействие присутствующих здесь хищников (Lundin, 2010).

Площадь российской зоны 26-го подрайона ИКЕС равна 10286 км², что составляет 4,3% от площади всех подрайонов, относящихся к Центральному запасу. Вклад сельди, наблюдаемой в процессе тралово-акустических съёмок в ИЭЗ и территориальном море РФ 26-го подрайона, в общую численность и биомассу Центрального запаса в разные годы был неодинаковым (рис. 6).

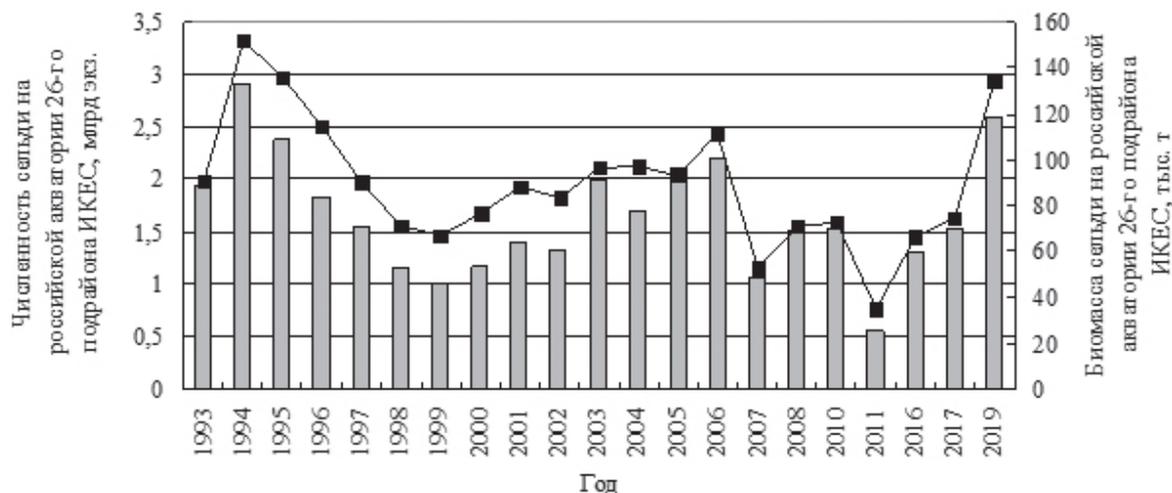


Рис. 5. Численность ■ и общая биомасса запаса ■ балтийской сельди на российской акватории 26-го подрайона ИКЕС Балтийского моря по данным осенних тралово-акустических съёмок.

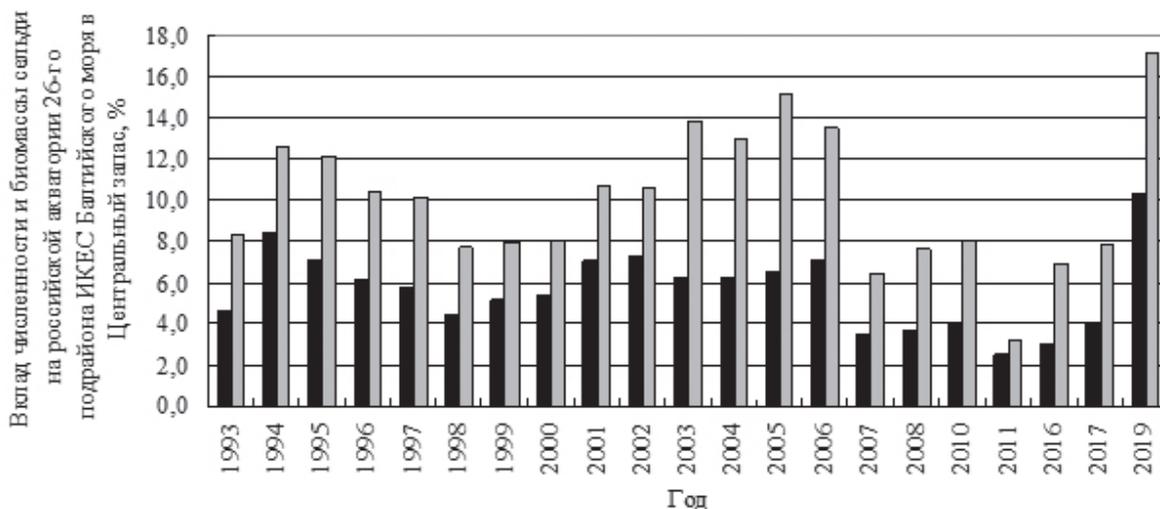


Рис. 6. Вклад российской акватории в общую численность ■ и общую биомассу ■ сельди Центрального запаса, %.

Наибольшую лепту в общий запас «российская» сельдь из 26-го подрайона внесла в 2019 г., сформировав 10,3% численности и 17,1% биомассы запаса, наименьшую – в 2011 г. – 2,5% численности и 3,2% биомассы. Доля рекордного по наблюдаемым значениям численности и биомассы 1994 г. относительно всего запаса оказалась на втором месте по численности: 8,4% и на третьем по биомассе: 12,6%. В среднем доля акватории составила 5,6% по численности и 10,1% по биомассе.

Большой процент по биомассе объясняется, по всей видимости, большими навесками сельди, обитающей в южных подрайонах Балтийского моря (25 и 26), куда входит и рассматриваемая акватория (Report..., 2021a).

Таким образом, российская акватория 26-го подрайона ИКЕС является не только важным районом добычи вида, но и важным местом воспроизводства и обитания значимой части сельди Центрального запаса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Значимость 26-го подрайона для российского рыбного промысла в Балтийском море очень велика – ежегодно (за единственным исключением 1998 г.) уловы сельди на этой акватории составляют более 50% отечественной добычи вида. Промысел сельди играет важную роль в существовании и развитии рыбопромышленной отрасли Калининградской области. В масштабах всей единицы запаса вылов России в калининградском секторе Балтики составил в среднем за последние три десятилетия 6,2%.

Вклад российской части 26-го подрайона в численность и биомассу всего Центрального запаса, несмотря на её небольшую площадь относительно 25-29+32 подрайонов, также нельзя уменьшать. В среднем ИЭЗ 26-го под-

района формировала 5,6% численности запаса и 10,1% биомассы. В отдельные годы она превышала 10%, что для всего запаса является достаточно ценной составной частью. В связи с этим, крайне необходимо ежегодное проведение научных тралово-акустических съёмок на российской акватории 26-го подрайона, что будет способствовать более адекватной оценке всей единицы сельди Центрального запаса. Также это позволит наладить регулярный мониторинг состояния запаса данного вида, улучшить качество прогнозирования величины вылова, и, возможно, предоставит возможность делать своевременные рекомендации по рациональной эксплуатации сельди.

Дать оценку текущему состоянию запаса балтийской сельди на российской акватории 26-го подрайона довольно сложно вследствие отсутствия осенних съёмок в отдельные годы в течение минувшего десятилетия. Однако последняя проведенная съёмка 2019 г. показала второй по величине уровень численности и биомассы после максимума 1994 г. Также недавние исследования (Труфанова, Амосова, 2021) показали, что в ближайшие годы есть возможность роста биомассы всего запаса при определённом уровне его эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бирюков Н.П.* Сельди Балтийского моря. Калининград: АтлантНИРО, 1970. 209 с.
- Дмитриев Н.А.* Распределение салаки в периоды её нагула и нереста в открытой части Балтийского моря / Труды ВНИРО. 1954. Т. 26. С. 5–15.
- Карпушевский И.В., Константинов В.В., Амосова В.М. и др.* Методическое пособие по сбору и первичной обработке биостатистических материалов на промысловых судах в водах юго-восточной части Балтийского моря. Калининград: АтлантНИРО, 2013. 85 с.

- Николаев И.И.* Некоторые факторы, определяющие колебания численности салаки и атлантическо-скандинавской сельди // Труды ВНИРО. 1958. Т. 34. С. 154–177.
- Николаев И.И.* О глубине распространения салаки в Балтийском море // Зоологический журнал. 1961. Т. 33. Вып. 3. С. 648–651.
- Оявеер Э.А.* О различии сезонных рас салаки северо-восточной части Балтийского моря по отолитам // Известия АН ЭССР. 1962. Т. XI. Сер. биол. № 3. С. 193–207.
- Оявеер Э.А.* Балтийские сельди (биология и промысел). М.: Агропромиздат, 1987. 205 с.
- Труфанова И.С.* Вылов, динамика численности и возрастной состав уловов балтийской сельди открытого моря в 26-м подрайоне ИКЕС в 2011–2017 годах // Труды ВНИРО. 2018. Т. 171. С. 56–67.
- Труфанова И.С., Амосова В.М.* Долгосрочный прогноз российской добычи сельди в Балтийском море // Труды ВНИРО. 2021. № 4 (186). С. 78–90.
- Червонцев В.Б., Давидюк А.П.* Влияние обеспеченности пищей на распределение разновозрастных группировок балтийской сельди в период осеннего нагула в 1987–1988 гг. // Проблемы рыбопромыслового прогнозирования. Тезисы докладов всесоюзной научной конференции 5–7 июня 1991 г. Калининград: АтлантНИРО, 1991. С. 125–126.
- Aro E.* A review of fish migration patterns in the Baltic // Rap. et Procés Verbaux des Réunions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer. 1989. V. 190. P. 72–96.
- Axenrot T.* Pelagic fish distribution and dynamics in coastal areas in the Baltic Sea Proper. Doctoral dissertation. Department of Systems Ecology. Stockholm University, 2005. P. 1–23.
- Blaxter, J.H.S., Holliday, F.G.T.* The behaviour and physiology of herring and other clupeids // Advances in Marine Biology. 1963. V. 1. P. 261–393.
- Casini M., Bartolino V., Molinero J.C., Kornilovs G.* Linking fisheries, trophic interactions and climate: threshold dynamics drive herring growth in the central Baltic Sea // Mar. Ecol. Prog. Ser. 2010. V. 413. P. 241–252.
- Fetter M., Groth B., Kestner D., Wyshinski M.* Guide for the use of Baltic herring otoliths in fisheries studies // Fischerei-Forschung. 1992. № 29. P. 18–42.
- Grygiel W.* Southern Baltic herring: some remarks on morphological structure of its otoliths // ICES C.M./J:4. 1987. 16 p.
- Heincke F.* Naturgeschichte des Herings // Abhandlungen des Deutschen Seefischereiver-eins. 1898. Bd. 2. H. 1. S. I – CXXXVI. P. 1–128.
- Kompowski A.* The types of otoliths in herring from the Southern Baltic // Prace Morskiego Instytutu Rybackiego. 1971. V. 16. P. 109–141.
- Lundin M.* Herring (*Clupea harengus membras*) in the Baltic and Bothnian Sea: Biology, behavior and a sustainable, viable fishery // Introductory Research Essay No. 13 Department of Wildlife, Fish, and Environmental Studies Swedish University of Agricultural Sciences 901 83 Umeå, Sweden. 2011. 17 p.
- Otterlind G.* On the migration of the Baltic herring // ICES CM. 1961. Doc № 121. 6 p.
- Otterlind G.* The Rugen herring in Swedish waters with remarks on herring population problems // Medd. Havsfiskelab. Lysekil. 1985. № 309. 12 p.
- Parmanne R., Rechlin O., Sjöstrand B.* Status and future of herring and sprat stocks in the Baltic Sea // Dana. 1994. V. 10. P. 29–59.
- Popiel J.* Differentiation of the biological groups of herring in the Baltic // Rap. et Procés Verbaux des Réunions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer. 1958. V. 143. P. 114–121.
- Popiel J.* On the biology of the Baltic Herring // Rep. of the Sea Fisheries Institute Gdynia. 1984. № 19. P. 1–7.
- Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS).* ICES HQ, Copenhagen, Denmark. ICES CM. ICES Scientific Reports. 2021a. 3:53. 717 p. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.8187>
- Report of the Working Group on Baltic International Fish Survey (WGBIFS).* ICES Sci-

entific Reports. 2021b. 3:80. 490 p. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.8248>

SISP Manual of International Baltic Acoustic Surveys (IBAS). Addendum 2: Series of ICES Survey Protocols, Version 1.05. Version 1.05 27-31.03.2017. Riga, Latvia. 2017. 47 p. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.3368>

AQUATIC ORGANISMS FISHERY

**STOCK STATUS AND CATCHES OF THE BALTIC
HERRING IN THE RUSSIAN WATERS OF THE
BALTIC SEA (IN THE 26-TH SUBDIVISION ICES)**

© 2022 y. I.S. Trufanova

*Atlantic Branch of Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography, Kaliningrad, 236022*

The article presents the long-term dynamics of catches, total biomass and abundance of the stock of the Baltic herring (herring) *Clupea harengus membras* in the Russian waters of the 26th ICES subdivision of the Baltic Sea in 1993–2019 in comparison with the Central Baltic stock in 1974–2020. The contribution of the Russian water area of the Kaliningrad sector of the sea relative to the entire unit of herring stock is estimated.

Keywords: Baltic herring, *Clupea harengus membras*, abundance, biomass, stock, fishery, Baltic Sea

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СТРУКТУРЫ ПРОМЫСЛОВОГО ИЗЪЯТИЯ И ПАРАМЕТРЫ ПОПУЛЯЦИИ ЧЕРНОМОРСКО- АЗОВСКОЙ СЕЛЬДИ В ПЕРИОД 2004–2020 гг.

© 2022 г. И.Д. Козоброд*, В.А. Шляхов, О.В. Шляхова, М.М. Пятинский

Азово-Черноморский филиал Всероссийского научно-исследовательского
института рыбного хозяйства и океанографии (АзНИИРХ),
г. Ростов-на-Дону, 344022

E-mail: kuznecovainna1811@yandex.ru

Поступила в редакцию 18.02.2022 г.

В работе анализируются многолетние промысловые данные, собранные в результате научного мониторинга промысла донской популяции черноморско-азовской проходной сельди в период 2004–2020 гг. в Керченском проливе и низовьях р. Дон. Выполнена оценка статических и динамических параметров популяции. Получены оценки параметров модели роста Бергаланфи: $L_{inf} = 32,0$ см, $K = 0,31$, $t_0 = -2,09$. На основе параметров модели роста выполнена оценка коэффициента мгновенной естественной смертности, $M_{1-7} = 0,43$ и $M_{2-7} = 0,40$. Получены оценки возрастной и массовой структуры промыслового изъятия в исследуемый период. На основании анализа промыслово-биологических данных, привлечения результатов учётных съёмок и продукционного моделирования, состояние донского запаса черноморско-азовской проходной сельди характеризуется сокращением биомассы запаса при стабильности вылова и его структуры.

Ключевые слова: сельдь, Чёрное море, Азовское море, р. Дон, параметры популяции, возрастная структура, темпы роста.

ВВЕДЕНИЕ

Черноморско-азовская проходная сельдь *Alosa immaculata* (Bennet, 1835) является стайной рыбой, продолжительность жизни которой по различным оценкам составляет от 7 до 10 лет. Основным местом зимовки сельди является Чёрное море. По нашим наблюдениям, в теплые зимы, сельдь частично остается на зимовку и в Керченском проливе. В III декаде февраля – I декаде марта, при достижении температуры воды 3–4°C, сельдь начинает продолжительную миграцию через Керченский пролив в Азовское море и р. Дон (Васильева, Лужняк, 2013; Козоброд, Пятинский, 2021).

Половой зрелости сельдь достигает в возрасте 2–5 лет. Большинство особей,

не достигших половой зрелости, остаются на лето в Чёрном море, половозрелые – идут на нерест в р. Дон (Васильева, Лужняк, 2013; Яковлев, 1995). Заход на нерест в р. Дон начинается при температуре 8°C (I–II декада апреля), а сам нерест – при температуре 14–17°C (Чередников и др., 2020). У черноморско-азовской проходной сельди порционный тип икрометания. Самки часто начинают скатываться из р. Дон в Таганрогский залив, не завершив икрометание последних порций (Васильева, Лужняк, 2013; Могильченко, 1980). После зарегулирования стока р. Дон наблюдается неполное выметывание икры из-за сократившейся протяжённости нерестового ареала. Полупелагическая икра подхватывается течением и распределяется по

всей водной толще. Для эффективного нереста необходимы скорости течения реки равные 0,3–0,5 м/с (Чередников и др., 2020). При более низких скоростях течения икра сельди опускается на дно, деформируется и погибает (Кузнецова, Федоров, 2019). Отнерестившаяся сельдь в конце июня – начале июля скатывается в Таганрогский залив, где нагуливается всё лето. Осенью, с конца сентября по декабрь, сельдь уходит на зимовку в Чёрное море (Васильева, Лужняк, 2013). Массовая миграция сельди приурочивается к выходу хамсы из Азовского моря. Сначала выходит мелкая и тощая сельдь, затем – крупная и упитанная (Васильева, Лужняк, 2013; Бондарев, Самотой, 2015).

Максимальная длина сельди (*FL*) может достигать 43 см (Васильева, Лужняк, 2013; Троицкий, 1973). На первом году жизни у сельди быстрые темпы роста: с момента выклева до конца лета может достигнуть 13 см с массой от 18 до 34 г. (Старцев, 2014; Чередников и др., 2019). В уловах траловых орудий лова длина и масса сельди обычно варьирует от 6 до 29 см и от 6 до 202 г, соответственно. Средняя длина и масса сельди, с учётом молоди, составляют 15,8 см и 56,8 г (Чередников и др., 2019). По результатам траловой съёмки 2021 г. средняя длина рыб промысловой части популяции сельди в осенний период составила 19,39 см, масса – 71,63 г, а непромысловой части популяции – 10,52 см и 10,73 г (Козоброд, 2021 (Вестник)).

В современный период половой состав сельди значительно изменился. В 1930–1940 гг., до зарегулирования р. Дон Цимлянской плотиной, самцы составляли 2/3 от численности популяции (Старцев, 2014; Козоброд, 2021 (Альманах)). В период 2000–2014 гг., по материалам А.В. Старцева, доля самцов соста-

вила 51–57%. По данным мониторинга промысла в р. Дон за период 2015–2020 гг. доля самок в среднем составляет 60% нерестовой популяции (Козоброд, 2021 (Альманах)).

Согласно Правилам рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна, в Азовском море, специализированный промысел сельди осуществляется на местах её нерестовой и зимовальной миграций: в Керченском проливе, включая Таманский и Динской заливы, – с октября по май ставными неводами и ставными одностенными сетями, с октября по март – закидными неводами; в р. Дон – с 20 апреля по май закидными неводами. Промысловый размер черноморско-азовских сельдей правилами рыболовства установлен в 15 см (стандартная длина *SL*), а прилов сельди меньшей длины разрешен до 8% по счёту от общего улова рыбы ставными одностенными сетями, ставными и закидными неводами.

В период до зарегулирования стока р. Дон (1940–1952 гг.) уловы сельди составляли в среднем 1,7 тыс. т. После строительства Цимлянской плотины (1952–1956 гг.) они сократились до 0,5 тыс. т. В этот период отмечено резкое падение запаса сельди, что обуславливалось не только строительством плотины, но и большим выловом молоди сельди хамсово-тюлечными ставными неводами. В 1957 г. на них был введен запрет, благодаря которому в период с 1957 по 1975 гг. запас сельди значительно увеличился, а вылов составил 1,5 тыс. т (Сиротенко, 1973).

В 1980–1990-х гг. отмечено сокращение промыслового запаса сельди и её уловов. Одной из причин этого являлось аномальное снижение температуры Азовского моря в первой декаде ноября 1993 г., которое привело к гибели значительной части популяции донской

сельди, не успевшей мигрировать на зимовку в Чёрное море. В 1994 г. из-за катастрофически понизившегося запаса сельди был введен запрет на её вылов. Всего за историю промысла сельди было два запрета на промысел: 1994–1996 гг. и 1998–2004 гг. (Козоброд, Пятинский, 2021). После получения положительных результатов научно-промыслового лова в 2005 г., по которым со следующего года был возобновлён промысел черноморско-азовской сельди, происходило наращивание темпов её промыслового изъятия: с 2,40 т в 2004 г. до 284,85 т в 2018 г. В 2019–2021 гг. отмечено незначительное снижение официального вылова сельди.

Помимо официального промысла черноморско-азовской проходной сельди, существует и её ННН-промысел, объёмы вылова которого могут превышать легальный вылов. Так, в 2011 г. неучтённый украинский вылов сельди в Керченском проливе вдвое превышал отображённый в официальной статистике Украины (Шляхов, Мирющенко, 2012).

Промысловый запас сельди зависит от ряда факторов, таких как: условия зимовки, температурный режим, объём весеннего стока р. Дон, солёность на местах нагула молоди, скорости течения во время нереста, кормовая база, промысловая нагрузка (Кузнецова, Федоров, 2019). В современный период наибольшее влияние на популяцию сельди оказывает увеличение солёности Азовского моря и Таганрогского залива. Взрослая сельдь эвригалинна, но для молоди благоприятная солёность составляет 3–7‰ (Чередников и др., 2020). В Таганрогском заливе солёность воды достигает 9‰, что существенно сокращает ареал наиболее продуктивного нагула молоди сельди. Сеголетки почти не выходят в открытую часть моря, предпочитая на-

гуливаться в прибрежной зоне и дельте р. Дон.

Основной целью данной работы является оценка популяционных характеристик, исследование возрастной и массовой структуры промысловых уловов, а также состояния донского запаса черноморско-азовской проходной сельди в период 2004–2020 гг.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалы для данной работы собраны в ходе мониторинга промысла в период 2004–2020 гг. в течение всего промыслового сезона, преимущественно с октября по март. Биологическая информация собрана в Керченском проливе и низовьях р. Дон во время нерестового хода и зимовальной миграции. Сбор промыслово-биологической информации в период 2004–2014 гг. проводился из уловов ставных и закидных неводов, а также из одностенных ставных сетей, в период 2015–2020 г. чаще из уловов одностенных ставных сетей и хамсово-тюлечных ставных неводов, реже – при помощи ставридо-барабулечных ставных неводов.

В ходе биологического анализа определялась длина по Смиуту (FL), возраст по чешуе (Правдин, 1966). На основе измерений размерных характеристик особей составлялись вариационные ряды по длине и средней навеске особей. Вариационный ряд по длине выполнен по методике И.Ф. Правдина (1966). В ходе определения возраста записывались индивидуальные параметры длины и массы (w) особей. При обобщении материалов по возрастному составу учитывалось, что в уловах рыбы в возрасте 6 лет и старше встречались редко, были представлены единично и промыслового значения практически не имели. Поэтому все они включались в возрастную группу «6+».

Методически, в данной работе производилась оценка статических и динамических параметров популяции и промысла (Шибяев, 2014). В качестве статических параметров выполнялась оценка возрастной структуры промыслового изъятия, средних значений массы особей (далее – навески) по возрастным классам. В качестве динамических параметров популяции выполнялась оценка темпов роста, естественной смертности.

Для определения темпов индивидуального роста сельди использовались данные прямых возрастных и размерных определений в зимне-весенний период с 2016 по 2018 гг. Данные группировались по признаку возраста, вычислялось среднее значение длины в каждом возрастном классе. На основе сгруппированных данных выполнено построение модели роста Берталанфи (Von Bertalanffy, 1938, 1964) в среде R (Ogle, 2013, 2016). Моделирование выполнено в 3 последовательных шага: 1) оценка стартовых параметров уравнения способом Ford-Walford; 2) регрессионная подгонка модели методом наименьших квадратов; 3) апостериорная стохастическая процедура бутстрепа на основе регрессионной модели и её остатков от подгонки шага 2. На этапе регрессионной подгонки модели выполнялась диагностика значимости подгонки модели, диагностика остатков (Royston, 1982; Chambers, Hastie, 1992).

На основе полученных оценок параметров модели роста Берталанфи L_{inf} , K , t_0 выполнен расчёт коэффициентов естественной смертности M (Beverton, Holt, 1959; Pauly, 1980) для возрастных классов 1–7, по методам Gislason (Gislason et al., 2010) и Charnov (Charnov et al., 2013), предложенным для морских рыб.

Для выяснения структуры промыслового изъятия и конвертации размерной структуры в возрастную использо-

вали ежегодно составляемые размерно-возрастные ключи (Мельникова, 2012). Наиболее представительный размерно-возрастной ключ 2018 г. был составлен на основе данных индивидуальных промеров длины и определения возраста 478 особей (табл. 1).

Для количественной характеристики состояния донской популяции сельди в период 2004–2020 гг. приведены оценки биомассы промыслового запаса, выполненные методом площадей по данным учётных съёмов (Аксютин, 1968) и результаты продукционного моделирования при помощи программного комплекса JABBA, (Козоброд, Пятницкий, 2022).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для донской популяции черноморско-азовской проходной сельди отсутствуют ранее опубликованные результаты оценок параметров уравнения Берталанфи. Результаты построения модели роста Берталанфи представлены на рисунке 1 и в таблице 2. Заметим, что полученная нами оценка параметров уравнения роста методом Ford-Walford почти совпала с соответствующей методической оценкой из годового отчета ЮгНИРО на материалах 2012 г. по Керченскому проливу: $L_{inf} = 299$ мм, $K = 0,43$ и $t_0 = -1,40$ (Шляхов и др., 2012).

Оценка влияния «случайности» (p-value t-test) на надежность полученных нами оценок L_{inf} , K и t_0 характеризуется вероятностными значениями 0,001, 0,08 и 0,11 соответственно. Надежность подгонки коэффициентов K , t_0 имела умеренные отклонения на уровне значимости $\alpha = 0,05$. Диагностика остатков подгонки модели не свидетельствовала об отклонении от нормального закона распределения (Shapiro-Wilk test $p\text{-value} = 0,17$).

Для более надёжного описания зависимости длина-возраст, оценки до-

Таблица 1. Размерно-возрастной ключ донской популяции черноморско-азовской проходной сельди по данным 2018 г.

Размерный класс (FL), см	Возрастной класс					
	1	2	3	4	5	6+
15,1–16,0	1	0	0	0	0	0
16,1–17,0	1	0	0	0	0	0
17,1–18,0	1	0	0	0	0	0
18,1–19,0	0,810	0,190	0	0	0	0
19,1–20,0	0,654	0,346	0	0	0	0
20,1–21,0	0,286	0,643	0,071	0	0	0
21,1–22,0	0,167	0,722	0,111	0	0	0
22,1–23,0	0	0,714	0,286	0	0	0
23,1–24,0	0	0,403	0,532	0,065	0	0
24,1–25,0	0	0,019	0,880	0,102	0	0
25,1–26,0	0	0,010	0,663	0,327	0	0
26,1–27,0	0	0	0,132	0,792	0,075	0
27,1–28,0	0	0	0	0,679	0,321	0
28,1–29,0	0	0	0	0	0,700	0,300
29,1–30,0	0	0	0	0	0,300	0,700
30,1 и более	0	0	0	0	0	1

Примечание. Значения в ячейках – распределение рыб по возрастным группам в классах длины в долях от 1.

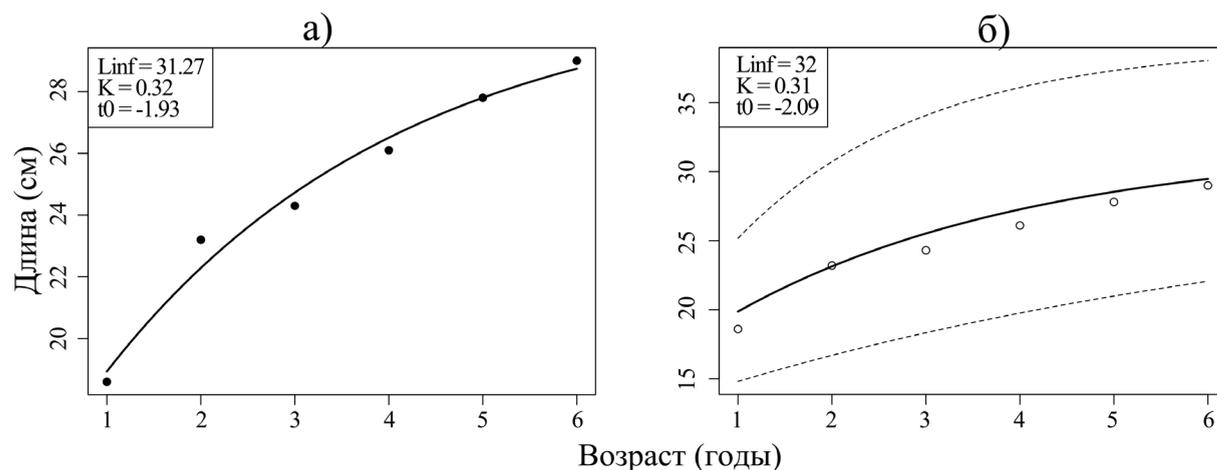


Рис. 1. Модель роста Бергаланфи для черноморско-азовской популяции сельди по данным 2016–2018 гг. а) регрессионная модель; б) стохастическая бутстреппированная модель.

верительных интервалов и устранения влияния фактора неточности возрастных определений, полученные регрессионные оценки были подвергнуты процедуре бутстрепа. Бутстреп несколько снизил долю ошибки при параметрах K , t_0 и незначительно увеличил долю стандартной ошибки L_{inf} . Доверительные интервалы параметров оказались умеренно широкими, они дают репрезентативное представление о возможной изменчивости параметров.

Опубликованные оценки параметров уравнения Бергаланфи для дунайской популяции проходной черноморско-азовской сельди (Yankova, 2014; Tiganov et. al., 2018; Balik, 2019) показывают довольно высокую степень вариативности параметров роста сельди (табл. 3).

Особенно высока степень разброса минимальных и максимальных оценок параметра K , характеризуемая от-

ношениями $K_{min}/K_{max} = 0,55$ и $K_{max}/K_{min} = 1,81$. По этому параметру наибольшее сходство с нашими оценками для донской популяции (Кдон) отмечается в оценках для дунайской популяции сельди из работ болгарских исследователей (Prodanov, Kolarov, 1983; Yankova, 2014) – отклонение составляет всего 15%.

Что касается таких же сопоставлений оценок параметра L_{inf} , то все они указывают на меньшую максимальную теоретическую длину донской популяции по сравнению с дунайской с учётом различных способов измерения длины рыбы. Однако все приведённые в таблице 3 оценки K и L_{inf} (принимая во внимание различия между SL , TL и FL), попадают в соответствующие доверительные интервалы параметров длины и роста донской популяции. Это позволяет сделать предварительный вывод об отсутствии значимых различий в темпах

Таблица 2. Результаты оценки параметров уравнения модели роста Бергаланфи для донской популяции черноморско-азовской проходной сельди по данным 2018 г.

Параметр	Предварительные Ford-Walford	Регрессия МНК		Бутстрепированная регрессия		
	Оценка	Оценка	Стд. ошибка	Оценка	Стд. ошибка	Дов. интервал $p = 0,95$
L_{inf}	29,9	31,2	2,4	32,0	2,67	29,1 – 39,2
K	0,43	0,31	0,12	0,31	0,09	0,14 – 0,50
t_0	-1,25	-1,93	0,88	-2,09	0,75	-4,0 – -1,03

Таблица 3. Оценки параметров модели роста Бергаланфи для дунайской популяции проходной черноморско-азовской сельди

Публикации	Метод измерения длины	Оцененные параметры		
		L_{inf}	K	t_0
Prodanov, Kolarov, 1983	TL	40,43	0,27	-0,22
Rozdina et.al., 2013	SL	35,75	0,49	-0,34
Yankova, 2014	TL	39,82	0,27	-0,41
Tiganov et.al., 2018	TL	41,5	0,38	-0,35
Balik, 2019	TL	43,05	0,43	-0,45

Таблица 4. Оценки коэффициентов мгновенной естественной смертности (M) методами Charnov и Gislason на основе параметров модели роста Бергланди донской популяции проходной черноморско-азовской сельди

Авторы метода	Годовые классы, лет								
	1	2	3	4	5	6	7	Средн. 1–7	Средн. 2–7
Charnov	0,65	0,51	0,44	0,40	0,37	0,35	0,34	0,43	0,40
Gislason	0,66	0,51	0,44	0,39	0,36	0,34	0,33		

роста между дунайской и донской популяциями сельди.

Структурированные оценки естественной смертности по возрастным когортам не представлены в публикациях как для дунайской, так и для донской популяций сельди. По результатам оценки параметров роста донской сельди (табл. 2), двумя методами выполнен расчёт коэффициентов мгновенной естественной смертности (табл. 4).

Донская популяция проходной сельди начинает достигать половозрелости с двухлетнего возраста при стандартной длине не менее 20 см (приблизительно соответствует FL 22 см), а Правилами рыболовства установлен промысловый размер 15 см (SL) и допускается прилов более мелких рыб. Если обратиться к представленному на рисунке 1 размерно-возрастному ключу, нетрудно заметить, что сельдь длиной FL до 20 см (приблизительно соответствует 18 см SL) представлена преимущественно годовиками. Поэтому, при промысле, часть вылова донской популяции сельди приходится на неполовозрелых годовиков, и промысловый её запас формируют особи в возрасте 1 года и старше, а нерестовый запас – с возраста двух лет. Поэтому усредненные по возрастам 1–7 лет значения M из таблицы 4 относятся к промысловому запасу, а по возрастам 2–7 лет – к нерестовому запасу.

Сопоставление усредненных по всем возрастам значения M , относящи-

ся к промысловой части запаса, в иностранных публикациях свидетельствует о 30% расхождении нашей оценки с румынской оценкой $M = 0,59$ (Ibănescu et.al., 2017) и о ещё большем расхождении (46%) с турецкой оценкой $M = 0,75$ (Balik, 2019). В какой-то степени существенное расхождение с турецкой оценкой можно объяснить тем, что на местах зимовки у анатолийского побережья Чёрного моря в большей степени, предположительно, облавливаются младшие возрастные группы дунайской популяции сельди (Шляхов, Крискевич, 2009), вносящие заметный вклад в формирование результирующей оценки естественной смертности в сторону её повышения.

Оценки возрастного состава сетных уловов сельди в 2004 г. при научном лове и промыслового изъятия в 2005–2020 гг., полученные путём преобразования вариационных рядов длины в возрастную структуру при помощи размерно-возрастных ключей, представлены на рисунке 2.

Возрастная структура промыслового изъятия демонстрирует относительную стабильность за весь рассматриваемый период с некоторыми изменениями во времени, чаще связанными с вариациями в отборе проб из различных орудий лова. Наибольшую долю в промысловых уловах занимали особи в возрасте от 1 до 4-х лет, в сумме составлявшие от 82 до 99%. Не принимая во внимание 2004 г., доля двух первых годовых классов варьировала от 22 до 82%.

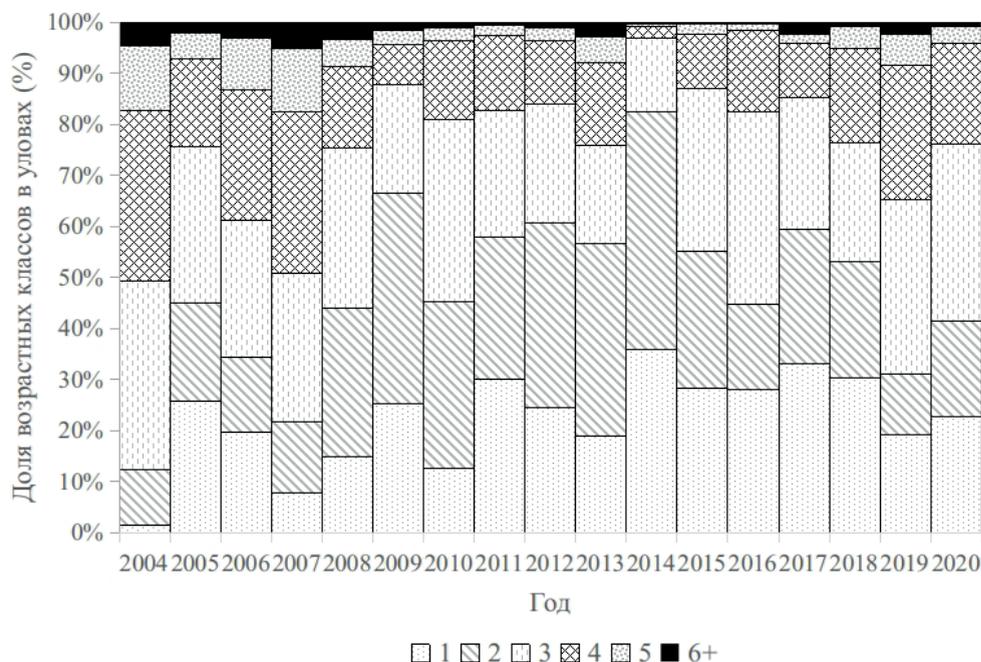


Рис. 2. Возрастная структура уловов черноморско-азовской сельди при проведении научно-исследовательского лова сетями в 2004 г. и её промыслового изъятия всеми разрешёнными орудиями лова в Керченском проливе и низовьях р. Дон в 2005–2020 гг.

Доля старших возрастных групп (5, 6+) составляла от 0,8 до 17,5%. Самая стабильная доля вылова отмечена для 3-х летних особей, составлявшая 17–35, в среднем 28%, и эта возрастная группа являлась преобладающей в структуре вылова.

Наиболее выраженные структурные изменения промыслового изъятия сельди отмечены для 2014 г., в котором по ряду организационных причин, связанных с вхождением Республики Крым в состав Российской Федерации, сбор материалов по сельди из промысловых уловов сетями в Керченском проливе не производился. В данном году все промыслово-биологические данные относятся исключительно к уловам закидных сетей в низовьях р. Дон.

В период с 2005 по 2014 гг. в промысловых уловах отмечался небольшой рост доли младших возрастных групп (1–2-х летних рыб) и незначительное уменьшение доли старших возрастных

классов. В период с 2014 по 2020 гг. в уловах отмечается плавное сокращение доли 2-х летних и незначительное увеличение доли 4–5-ти летних особей. В целом рассматриваемый период не характеризуется наличием в возрастной структуре промыслового изъятия сельди значимых признаков снижения уровня воспроизводства или же перелома.

Динамика средних навесок донской популяции проходной сельди по возрастным классам в уловах 2004–2020 гг. представлена на рисунке 3.

В 2004–2020 гг. средние навески возрастных групп не имели ярко выраженных изменений по годам за весь этот период. Отмечается лишь незначительное увеличение в 2007–2008 и 2019 гг. средней навески плюс группы (6+) за счёт присутствия в ней 8-летних рыб, а также незначительное уменьшение в 2010–2011 гг. средних навесок во всех возрастных группах. Представленная на рисунке весовая структура вылова

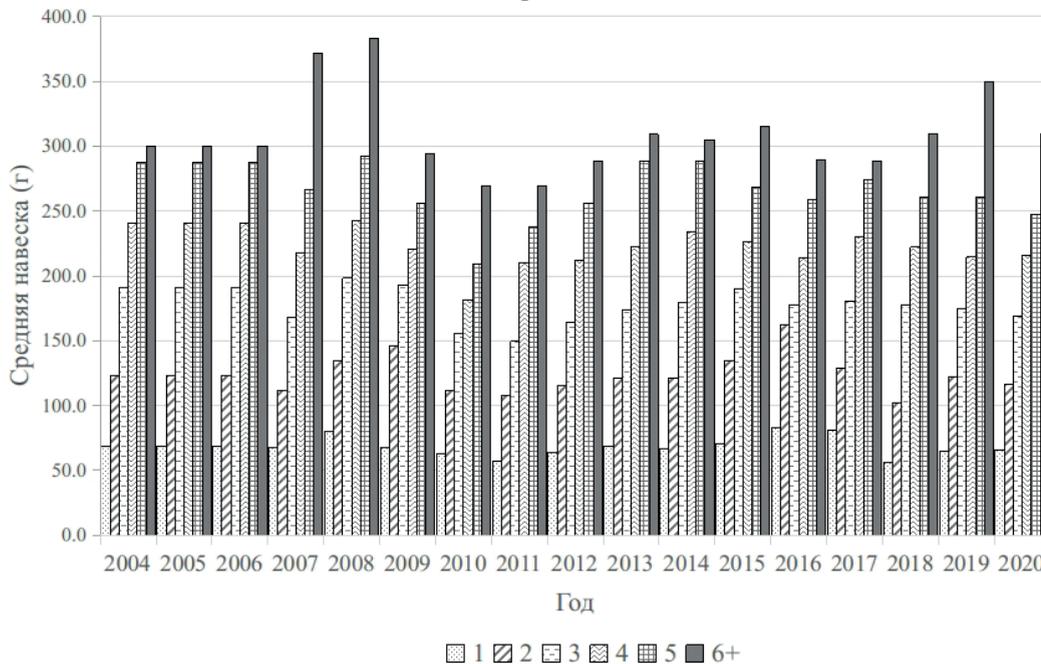


Рис. 3. Средняя навеска по возрастным классам донской популяции черноморско-азовской проходной сельди в 2004–2020 гг.

косвенно свидетельствует о стабильном состоянии в рассматриваемый период промысловой популяции сельди без признаков ухудшения качественных характеристик.

Многолетняя динамика изменения средних и модальных размерных характеристик сельди в сетных уловах в период 2004–2020 гг. представлена на рисунке 4. Период 2004–2012 гг. характеризуется умеренным снижением средней промысловой длины с 25,6 до 21,3 см. В последующие 2013–2014 гг., отмечались экстремально низкие размерные показатели средних длин в уловах – 19,5–20,0 см, однако, такое снижение размерных характеристик, по всей видимости, было обусловлено административными изменениями в местах основного промысла сельди в Керченском проливе по причине переходного периода Республики Крым (вхождение в состав России). В последующий период 2015–2020 гг., наблюдались устойчивые характеристики средних промысловых длин в уловах, в пределах 21,5–23,4 см.

Отдельного внимания заслуживает изменение модального размерного класса в промысловых уловах. Практически за весь период исследования модальный класс в уловах был всегда больше, чем средняя длина. Такая ситуация говорит о том, что стандарт распределения размерных характеристик имеет ярко выраженную асимметрию в сторону мелкокоразмерных особей по причине резкого сокращения доли крупноразмерных особей. В период 2004–2008 гг. в уловах доминировали особи модальных классов 24,1–25,0 и 25,1–26,0 см. Период 2009–2012 гг. характеризовался частыми изменениями модального класса в уловах. В период 2013–2014 гг., аналогично средним размерным характеристикам, отмечались минимальные модальные характеристики структуры промысловых уловов – 18,1–19,0 см. Последующий период 2015–2020 гг., за исключением 2017 г., характеризовался увеличением модальных параметров структуры промыслового изъятия с 23,1–24,0 см до 25,1–26,0 см.

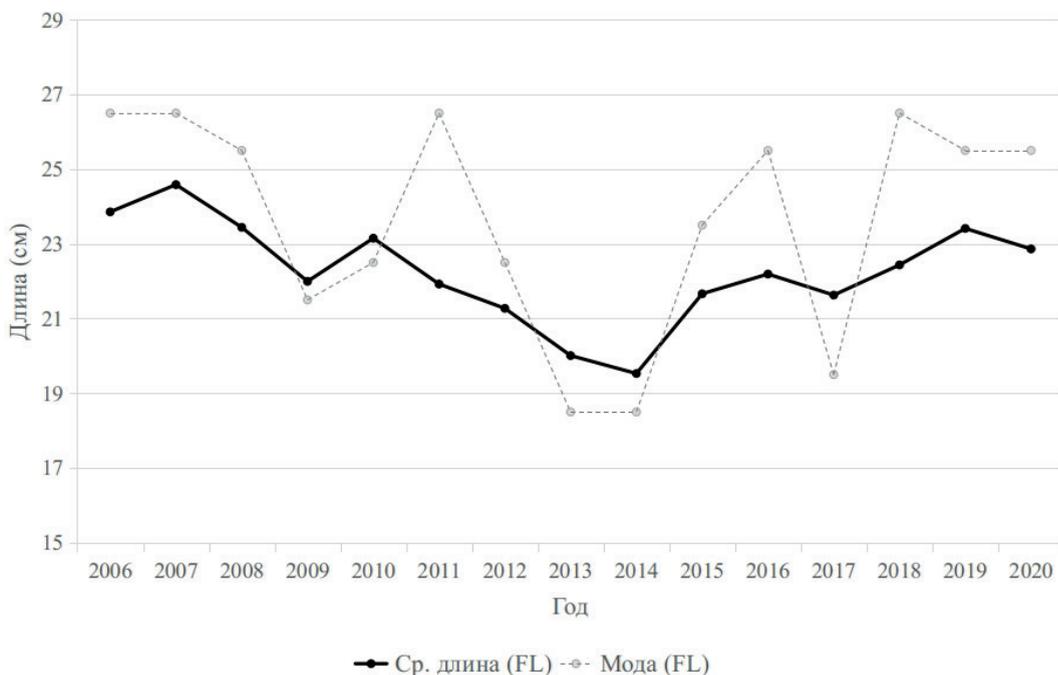


Рис. 4. Средняя и модальная длина (FL) черноморско-азовской сельди в сетных уловах в период 2004–2020 гг.

В последние 2018–2020 гг., рассматриваемого периода, средние и модальные длины промысловых уловов характеризуются стабильным состоянием. Средняя и модальная длина в последние годы не имеет значимых отличий от периода начала промысла сельди в 2005 г. после запрета.

Для количественной характеристики состояния донской популяции черноморско-азовской сельди, на рисунке 5 представлена многолетняя статистика её регистрируемого вылова, оценочный вылов, с включением объёмов НН-добычи и обобщённые оценки динамики промыслового запаса 2004–2020 гг. (Козоброд и др., 2022).

Представленные на рисунке показатели вылова и запаса сельди свидетельствуют об их разной направленности в 2016–2020 гг. Такое состояние системы запас-промысел характерно для перелавливаемых запасов, и оно обычно сопровождается снижением в уловах доли рыб старших возрастных групп. Сокра-

щение запасов может происходить и в отсутствии перелома, например, при неблагоприятных для популяции климатических изменениях, вызывающих снижение темпов весового роста (снижение средних навесок по возрастам) как это происходит в условиях глобального потепления с запасом черноморского шпрота (Пятинский и др., 2021).

Начиная с 1996 г. регулирование промысла донской сельди в Азовском море и р. Дон осуществляется в соответствии с объёмами добычи для России и Украины, согласованными на ежегодных сессиях Российско-Украинской комиссии по вопросам рыболовства в Азовском море (далее – РУК). Доля распределённого РУК объёма добычи сельди для Российской Федерации от общего объёма в Азовском море изменялась от 40% (на 2002 и 2003 гг.) до 100% (на 2016 и 2017 гг.) Согласованные РУК оценки величины промыслового запаса сельди черноморско-азовской проходной, российские объёмы рекомендованного

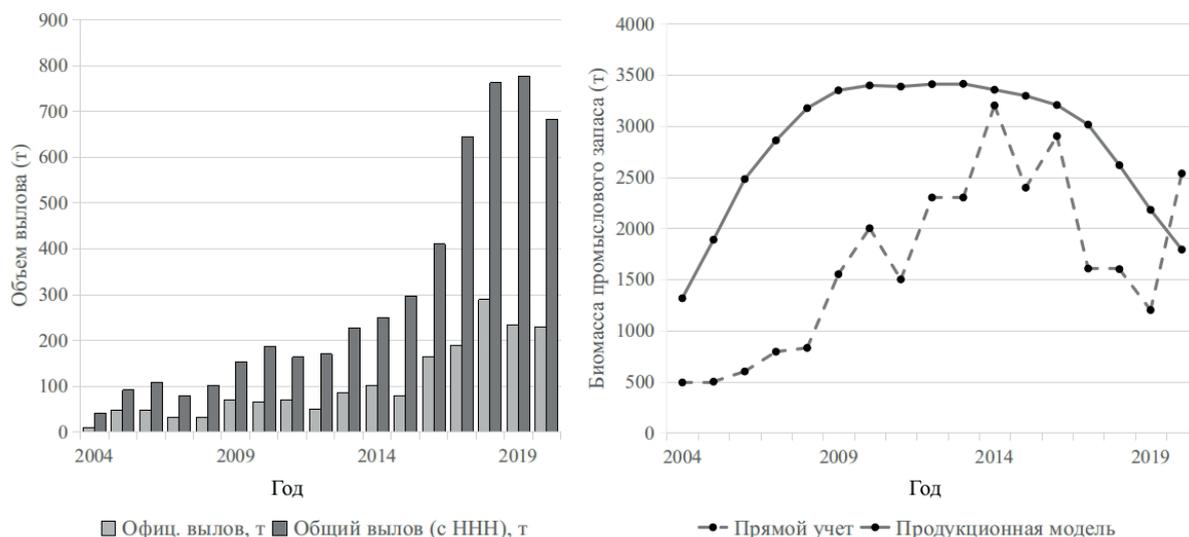


Рис. 5. Динамика годового вылова (официального и с учётом ННН-промысла) и биомассы промыслового запаса донской популяции черноморско-азовской проходной сельди в 2004–2020 гг.: а) – вылов; б) – биомасса запаса.

Таблица 5. Биомасса промыслового запаса сельди черноморско-азовской проходной, рекомендованный вылов Российской Федерации и доля его освоения в 2015–2020 гг.

Год	Запас, т	РВ, т	Освоение РВ, %
2015	2700	471	17,0
2016	2900	716	20,4
2017	1606	398	29,3
2018	1600	315	67,7
2019	1200	251	67,8
2020	2535	503	45,3

вылова в целях промышленного и/или прибрежного рыболовства (далее – РВ) и доли их освоения представлены в таблице 5.

В более ранних своих работах (Козоброд и др., 2021; Козоброд и др., 2022) соавторы данной статьи отметили, что для оценки запаса сельди следует использовать методы математического моделирования, рекомендованные центральным институтом ВНИРО, а для определения объёмов и степени эксплуатации – руководствоваться принципами предосторожного и экосистемного подходов и концепцией максимального

устойчивого улова (MSY). В ходе моделирования в работах соавторов отмечается высокий уровень ННН-промысла (рис. 5а), и его негативное влияние на состояние популяции за весь период исследования. В работе (Козоброд и др., 2022) отмечено, что приемлемый уровень эксплуатации сельди в последующий период (после 2021 г.) не должен превышать 450 т с учетом ННН-промысла, без противодействия которому официальный вылов не должен превышать 150–200 т.

Выполненные выше результаты исследования возрастной и весовой струк-

туры уловов донской популяции сельди в 2004–2020 гг. указывают на её относительную стабильность. Более того, в 2016–2020 гг. наблюдался слабый положительный тренд доли старших возрастных групп (5 и 6+ лет).

Учитывая выполненный анализ, следует отметить нестандартность характеристики текущего состояния донского запаса сельди – сокращение биомассы запаса при стабильности вылова и его структуры.

Причины некоторого несоответствия оценок состояния донской популяции черноморско-азовской проходной сельди в 2004–2020 гг. по данным учётных траловых съёмок и продукционного моделирования с результатами анализа структуры уловов этой рыбы в 2004–2020 гг. предстоит выяснить в ходе дальнейших исследований. Очевидно, что для их успешности, в первую очередь, необходим более строгий подход к получению репрезентативных первичных материалов, используемых и при оценивании биомассы запаса, и в анализе структуры промысловых уловов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы впервые получены оценки параметров донской популяции черноморско-азовской проходной сельди. Параметры модели роста Бергаланфи: $L_{inf} = 32$, $K = 0,31$, $t_0 = -2,09$. Коэффициент мгновенной естественной смертности: для промыслового запаса (1–7 лет) $M = 0,43$ и для нерестового запаса $M = 0,40$. Полученные характеристики параметров роста и естественной смертности свидетельствуют в пользу отсутствия значимых различий при сравнении с дунайской популяцией черноморско-азовской проходной сельди.

В последние годы (2016–2020 гг.), состояние донского запаса черноморско-азовской проходной сельди характеризу-

ется сокращением биомассы запаса при стабильности вылова и его структуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аксютин З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях // Пищевая промышленность, 1968. 289 с.

Бондарев В.А., Самотой Ю.В. Миграции и внутривидовая дифференциация проходной черноморско-азовской сельди *Alosa pontica* (Eichvald) у юго-западного побережья Крыма // Pontus Euxinus 2015. 2015. С. 30–31.

Васильева Е.Д., Лужняк В.А. Рыбы бассейна Азовского моря. // Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Южный научный центр Российской академии наук, 2013. 223 с.

Козоброд И.Д. Морфометрические параметры черноморско-азовской проходной сельди в Азовском море в 2020 г. // Вестник научных конференций. 2021. № 1–2 (65). С. 73–75.

Козоброд И.Д. Изменения в нерестовой части популяции черноморско-азовской проходной сельди *Alosa immaculate* (Bennett, 1835) в условиях зарегулированного стока р. Дон // Научный альманах. 2021. № 1–2(75). С. 108–111.

Козоброд И.Д., Пятинский М.М. Предварительные результаты моделирования динамики запаса сельди в Азово-Черноморском бассейне при недостатке информации (2007–2020 гг.) // Экология. Экономика. Информатика. Серия: системный анализ и моделирование экономических и экологических систем / Экология. 2021. Т. 1. № 6. С. 34–39.

Козоброд И.Д., Пятинский М.М., Рыбаков И.В. Моделирование запаса черноморско-азовской проходной сельди в условиях низкой информационной обеспеченности (2004–2020 годы) // Рыбн. хозяйство. 2022. № 1. С. 55–63.

Кузнецова, И.Д., Федоров Ю.А. Роль некоторых факторов в формировании потомства

черноморско-азовской проходной сельди // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2019. № 1. С. 55–59.

Мельникова Е. Определение возраста промысловых видов рыб // Lambert Academic Publishing, 2012. 56 с.

Могильченко В.И. Биология и состояние запасов сельди Нижнего Дона // Киев: Наук. думка, 1980. 132 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) // Ленинградский государственный университет, 1966. 268 с.

Пятинский М.М., Кривогуз Д.О., Шляхов В.А., Боровская Р.В. Предварительные результаты исследования влияния эффекта многолетнего потепления на качественные характеристики уловов шпрота в российских водах Чёрного моря (1951–2019 гг.) // Экология. Экономика. Информатика. Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. 2021. Выпуск 6. С. 150–154.

Сиротенко М.Д. Колебания численности и биологические основы рационального использования азово-донских сельдей // Тр. Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО). 1973. Т. ХСІ. С. 143–150.

Старцев А.В. и др. Биологическая характеристика черноморско-азовской проходной сельди (*Alosa immaculata bennett*, 1835) в восточной части Таганрогского залива // Материалы опубликованы с максимальным сохранением авторской редакции, 2014. с. 135.

Троицкий С.К. Рассказ об азовской и донской рыбе. Ростиздат, 1973. 192 с.

Чередников С.Ю., Живоглядов А.А., Жердев Н.А. и др. Современное состояние запасов и их прогноз на два года вперёд для проходных и полупроходных видов рыб бассейна Азовского моря // Труды АзНИИРХ. 2019. С. 53–73.

Чередников С.Ю., Власенко Е.С., Жердев Н.А. и др. Лимитирующие факторы абитической среды и биологические особен-

ности важнейших промысловых мигрантов Азовского моря // Водные биоресурсы и среда обитания. 2020. Т. 3. № 1. С. 27–41.

Шibaев С.В. Промысловая ихтиология // Калининград, 2014. 535 с.

Шляхов В.А., Крискевич Л.В. Состояние запаса и промысла дунайской популяции проходной сельди *Alosa kessleri pontica* (EICHAWALD) // Керчь: ЮГНИРО, 2009. Т. 47. С. 104–109.

Шляхов В.А., Мирющенко И.А. Керченский рынок как индикатор миграций азово-черноморских рыб и местного рыбного промысла // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона, 2012. С. 148–154.

Шляхов В.А., Чащин А.К., Михайлюк А.Н. Прогноз запасів та лімітів вилучення водних біоресурсів у Чорному морі і Керченській протоці на перспективу до 2014 року // Изд. Керчь: ЮГНИРО, доповідь про НДР. Тема 2-Ю, № ГР 0112U003951, 2012. 123 с.

Яковлев В.Н. Состояние биологических ресурсов Черного и Азовского морей // Справочное пособие. Министерство рыбного хозяйства Украины. ЮГНИРО. Керчь, 1995. 27 с.

Balik İ. Population parameters of the pontic shad, *Alosa immaculata* Bennett, 1835 in the Fatsa coast of the south-eastern Black Sea // Su Ürünleri Dergisi. 2019. V. 36. № 4. P. 319–324.

Beverton R.J. H., Holt S.J. A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature, and their relation to growth and other physiological characteristics // CIBA Foundation colloquia on ageing. 1959. V. 5. P. 142–180.

Chambers, J. M., Hastie, T. J. Statistical Models in S // Wadsworth & Brooks/Cole. 1992. 608 p.

Charnov E.L., Gislason H., Pope J.G. Evolutionary assembly rules for fish life histories // Fish and Fisheries. 2013. V. 14. № 2. P. 213–224.

Gislason H., Daan N., Rice J.C., Pope J.G. Size, growth, temperature and the natural mortality of marine fish // Fish and Fisheries. 2010. V. 11. № 2. P. 149–158.

Ibănescu D. C., Popescu A., Nica A. Estimation of growth and mortality parameters of the Pontic shad (*Alosa immaculata* Bennett, 1835) in Romanian section of the Danube River // *Lucrări Științifice-Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară, Seria Zootehnie*. 2017. V. 67. P. 165–169.

Ogle D.H. fishR Vignette – Von Bertalanffy Growth Models // Northland College, 2013. 52 p.

Ogle D.H. Introductory fisheries analyses with R. // Chapman and Hall/CRC. 2016. 338 p.

Pauly D. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks // *ICES journal of Marine Science*. 1980. V. 39. № 2. P. 175–192.

Prodanov K., Kolarov P. On the problem of the rational exploitation of fish populations. // *Proc., Institute of Fisheries-Varna*. 1983. V. 20. P. 47–70.

Royston J.P. Algorithm AS 181: the W test for normality // *Applied Statistics*. 1982. P. 176–180.

Tiganov G., Nenciu M-I., Danilov C., Nita V. Estimates of the Population Parameters and Exploitation Rate of Pontic Shad (*Alosa Immaculata* Bennett, 1835) in the Romanian Black Sea Coast // «Agriculture for Life, Life for Agriculture» Conference Proceedings. 2018. P. 162–167.

Von Bertalanffy L. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II) // *Human biology*. 1938. V. 10. № 2. P. 181–213.

Von Bertalanffy L. Basic concepts in quantitative biology of metabolism // *Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen*. 1964. V. 9. № 1–4. P. 5–37.

Yankova M. Preliminary estimates of the population parameters of four species in the Bulgarian Black Sea coast // *Internat. Jo. Latest Research in Science and Technology*. 2014. V. 3. № 5. P. 46–52.

**SOME POINTS OF CATCH STRUCTURE
AND POPULATION PARAMETERS OF THE BLACK-AZOV
SEA PONTIC SHAD DURING THE PERIOD 2004–2020**

© 2022 y. I.D. Kozobrod, V.A. Shlyakhov, O.V. Shlyakhova, M.M. Piatinskii

*Azov-Black Sea branch of Russian Federal Research Institute
Fisheries and Oceanography, Rostov-on-Don, 344002*

Long-term data collected in the process of scientific monitoring of commercial fisheries in the Kerch channel of the Black-Azov sea pontic shad in period 2004–2020 was analyzed. Static and dynamic parameters of population was evaluated. Von Bertalanffy growth model parameters estimated: $L_{inf} = 32,0$ cm, $K = 0,31$, $t_0 = -2,09$. Age and weight cohort structure of commercial fisheries in investigation period was estimated. Following results of assessment on fisheries-biological data, including accounting surveys and surplus production modeling results, the Black-Azov sea pontic shad (r. Don) stock status describe by reduction in fisheries biomass with stable catch structure and level.

Keywords: pontic shad, Black Sea, Azov Sea, Don River, population parameters, age structure, growth parameters

О ПРИЧИНАХ СНИЖЕНИЯ НЕРЕСТОВОГО ЗАПАСА СЕЛЬДИ-ЧЕРНОСПИНКИ НА НИЖНЕЙ ВОЛГЕ

© 2022 г. Т.В. Войнова, В.В. Барабанов, В.А. Чаплыгин

*Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского
института рыбного хозяйства и океанографии (КаспНИРХ), Астрахань, 414056
E-mail: t-voynova14@mail.ru*

Поступила в редакцию 1.02.2022 г.

Проанализированы многолетние данные нерестового запаса проходной сельди в соответствии с её промысловыми уловами. Рассмотрено современное состояние возрастной структуры производителей с подразделением на пополнение и остаток. Выявлены основные причины снижения нерестового запаса и даны рекомендации по промысловой эксплуатации, направленные на сохранение и восстановление популяции сельди-черноспинки.

Ключевые слова: сельдь-черноспинка, *Alosa kessleri kessleri* интенсивность миграции, нерестовый запас, промысел, молодь, уловы, численность, возрастная структура, пополнение, остаток.

ВВЕДЕНИЕ

Проходная сельдь-черноспинка (*Alosa kessleri kessleri*) в Волжско-Каспийском бассейне является одним из основных объектов промышленного рыболовства в дельте р. Волги. После сокращения нерестового запаса волжской многотычинковой сельди, вплоть до полного исчезновения в уловах (начиная с 1980-х гг.) (Водовская, 2001), сельдь-черноспинка к началу XXI в. стала располагать значительным потенциалом производителей для воспроизводства и промысловой эксплуатации стада на уровне 2,0 тыс. т, что подтверждалось промыслом. Совершенно неожиданным стал факт, что при низкой флюктуации численности отдельных поколений и прежней интенсивности промысла в первой половине 2010-х гг. объёмы вылова резко сократились до нескольких десятков тонн. Биомасса нерестового запаса уменьшилась в 87,8 раза, и продолжала оставаться на крайне низком уровне на протяжении 10 лет, и только

в последние годы наметилась тенденция к её увеличению, но не столь быстрыми темпами как ожидалось.

Цель работы – выяснить причины снижения промысловых уловов сельди-черноспинки на основе анализа оценки состояния нерестового запаса и тех изменений, которые происходили в возрастной структуре производителей, совершающих нерестовую миграцию в водотоки дельты р. Волги.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В данной работе использовались многолетние материалы по динамике нерестового хода производителей сельди-черноспинки различными банками дельты Волги (на лицевых рыболовных участках Главного банка – тоня 9-я Огнёвка, тоня 10-я Огнёвка, Белинского банка – тоня 5-я Огнёвка, тоня Мужичья и тоня Балчуг, расположенных выше г. Астрахани) с последующим пересчётом для определения численности мигрантов (Войнова, 2013). Интенсив-

ность миграций оценивалась по уловам на одно притонение речного закидного невода (экз./притонение). Оценка и прогноз нерестового запаса выполнялся модификационным методом регрессионного прогнозирования частично обловленных поколений (Малкин, 1999). В расчётах прогнозных величин рекомендуемого вылова производителей учитывали результаты масштабов естественного воспроизводства.

Пробы на возрастной состав отбирались из промысловых уловов и после соответствующего просмотра подразделялись на пополнение (трёхлетние впервые нерестующие особи) и остаток (вся остальная часть популяции). Условность такого разделения состояла в том, что в группу остатка могло входить и незначительное количество впервые нерестующих четырёхлетних самок, часть которых достигает половой зрелости позже, чем самцы.

Сбор и обработку биологического материала проводили по общепринятым методикам (Правдин, 1966; Плохинский, 1970). Анализ интенсивности промысла выполнялся по оперативной информации о вылове (добыче) водных биологических ресурсов, предоставляемой Волго–Каспийским территориальным управлением Росрыболовства.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проходная сельдь-черноспинка относится к анадромным видам. Основную часть жизненного цикла проводит на нагульных пастбищах Среднего и Южного Каспия, и только достигая половозрелого состояния, мигрирует в реки бассейна для размножения. Кратность нереста установлена для самок в 1–2 года, самцов в 1 год при достижении массовой половой зрелости в 3 года. В данном случае нерестовый запас приравнивается к промысловому запасу.

Особенностью биологии сельди-черноспинки является гибель части производителей участвующих в нересте (Баженов, 1906; Киселевич, 1937; Танасийчук, 1948; Водовская, 2001). Мониторинговые наблюдения в современный период показали, что в структуре нерестовой части популяции имеется значительная доля повторно нерестующих особей, доля которых составляет около 60%.

Образование суверенных прикаспийских государств негативно отразилось на проведении научных исследований в Каспийском море. Изучение важных сторон биологии сельди-черноспинки в морской период жизни, таких как: пространственное распределение, плотность концентраций рыб на местах нагула в Среднем и Южном Каспии, их биологических характеристик практически было прекращено. В частности, полностью были утрачены данные об относительной численности годовиков и двухлетних особей, условий их нагула, что не позволяло иметь представление о мощности этих поколений, и следовательно, своевременно корректировать пополнение нерестового запаса.

В сложившихся условиях при оценке запасов большое значение стало уделяться интенсивности захода производителей в водотоки р. Волги, количеству скатывающихся личинок с нерестилищ, величине промысловых уловов, что в действительности далеко не всегда достоверно отражало колебание численности рыб в море в ту или иную сторону. Между тем, при существенных отклонениях природных условий от средних норм соответствие между запасом и уловом в большинстве случаев нарушается, что не учитывалось в обосновании прогнозных величин.

На протяжении всей истории каспийского рыболовства уловы сель-

дей испытывали значительные колебания, которые определялись уровнем воспроизводства и морского периода жизни. В данной работе освещены вопросы формирования промыслового запаса сельди-черноспинки после регулирования стока р. Волги плотной Волжской ГЭС за период с 1987 по 2021 гг. Обособленно выделено 2 года (1999 и 2000 гг.), после которых отмечалось резкое снижение запаса и деструктивные изменения в основных биологических показателях производителей.

Промышленный лов сельди-черноспинки проводится традиционно в дельте Волги речными закидными мелкоячейными (вобельными) неводами с 1 по 30 апреля. Возможна также добыча этими неводами с 10 мая по 15 июня в дельте Волги и с 1 апреля по 15 июня на двух рыболовных участках, расположенных выше промысловой зоны (место ответвления рукава Бузан) во время массовой нерестовой миграции. В указанные сроки добыча редкочейными закидными неводами неограничена (Правила рыболовства, 2009).

Рассматривая колебание величины промыслового ресурса сельди-черноспинки за указанный промежуток времени следует отметить, что после сооружения плотины Волгоградского гидроузла и утраты большей части нерестилиц (до 75%) её нерестовый запас, после кратковременной депрессии (в объёме 0,36 тыс. т), начал восстанавливаться быстрыми темпами и к концу 1990-х гг. достиг в среднем 6,5 тыс. т. Общий запас ежегодно пополнялся, скапывающейся с нерестовых зон молодью на ранних стадиях онтогенеза в количестве 43,8–64,8 млрд экз. Прогрессирующее состояние нерестового запаса подтверждалось увеличением добычи сельди-черноспинки в объёме 1,34–2,04 тыс. т в 1987–1998 гг. (табл. 1).

В период активного промысла в 1973–1984 гг., добыча проходной сельди составляла 0,29–1,96 тыс. т. Показатели длины и массы варьировали в среднем 31,7–35,5 см и 0,409–0,617 кг соответственно в возрасте 4,0–4,7 года (Беляева и др., 1989).

Средние линейно-весовые параметры производителей в 1985–1998 гг.

Таблица 1. Промысловые характеристики проходной сельди-черноспинки

Годы	Нерестовый запас, тыс.	Вылов, тыс. т	Количество личинок, млрд экз.
1987–1989	5,67	1,34	43,8
1990–1994	4,1	1,43	64,8
1995–1998	6,5	2,04	50,5
1999	5,154	4,35	68,3
2000	1,087	1,04	нет данных
2001–2005	0,230	0,004	0,091
2006–2010	0,629	0,04	10,114
2011–2015	1,179	0,10	29,518
2016–2020	1,961	0,17	37,3
2021	2,416	0,19	12,6

были на высоком уровне и варьировали в незначительных пределах 35,3–36,3 см и 0,586–0,657 кг в возрасте 4,4–4,6 лет. В динамике показателей за эти годы отмечалось постепенное увеличение длины, массы и среднего возраста. В целом приведённый материал указывал на удовлетворительное состояние качественной структуры рыб, мигрирующих для воспроизводства (табл. 2).

и недостаточной промысловой нагрузке, что нашло своё отражение в увеличении общего допустимого улова в перспективе на 1999 и 2000 гг.

Вылов сельди в 1999 и 2000 гг. составил соответственно 4,35 и 1,04 тыс. т. Полной внезапностью стало резкое сокращение производителей сельди-черноспинки в весенних уловах 2001 г., когда вылов по всем банкам дельты Волги

Таблица 2. Средняя длина масса и возраст производителей сельди-черноспинки

Годы	Длина, см	Масса, кг	Возраст, годы
1985–1989	35,3	0,586	4,4
1990–1994	36,1	0,635	4,4
1995–1998	36,3	0,657	4,6
1999	38,2	0,77	5,2
2000	40,2	0,911	5,9
2001–2005	32,4	0,511	4,5
2006–2010	32,2	0,413	4,1
2011–2015	31,7	0,358	4,3
2016–2020	31,0	0,311	3,9
2021	29,2	0,283	3,7

Анализ возрастной структуры производителей показывал, что в 1985–1998 гг. при промысловом изъятии сельди в объёме 1,34–2,04 тыс. т, пополнение популяции характеризовалось относительной стабильностью и варьировало в пределах 9,2–11,0%, доля четырёх- и пятилетних особей, на которых базировался промысел, находилась на высоком уровне (73,9–85,1%). В период с 1990 по 1998 гг. в модальных группах рыб прослеживалось накопление старшевозрастных классов, что сопровождалось увеличением среднего возраста популяции до 4,6 лет (табл. 3).

Все представленные выше биологические показатели свидетельствовали о начале старения нерестового стада

не превысил 0,14 тыс. т. Таких уловов не наблюдалось за весь период исследований, рыба впервые в массовом количестве не зашла на нерест, то есть определённый уровень нерестового запаса не подтверждался результатами промысла.

Снижение интенсивности нерестовой миграции в 2001 г. объяснялось различными причинами: неблагоприятными условиями весеннего половодья, ухудшением состояния кормовой базы (подорваны запасы эндемичных видов килек), что снизило накопление жира и обусловило неготовность производителей к нересту (Иванов, 2002). Более чёткий ответ должна была дать весна 2002 г. На этот период общий допусти-

О ПРИЧИНАХ СНИЖЕНИЯ НЕРЕСТОВОГО ЗАПАСА

Таблица 3. Возрастной состав сельди-черноспинки из промысловых уловов в 1985–1998 гг.

Годы	Возраст, лет (%)						Средний возраст, годы
	3	4	5	6	7	8	
1985–1989	9,2	52,5	32,6	4,8	0,8	0,1	4,4
1990–1994	11,0	49,5	33,2	7,5	2,1	0,2	4,4
1995–1998	10,3	42,1	31,8	12,3	2,7	0,7	4,6
1999	0	24,0	43,1	25,1	6,5	1,3	5,2
2000	0,4	3,2	27,1	47,1	17,3	4,9	5,9
2001	6,0	15,6	19,8	31,0	23,3	4,3	5,6
2002	3,7	18,6	48,1	18,5	7,4	3,7	5,2
2003	59,8	34,8	4,2	1,2	-	-	3,6
2004	15,3	47,1	23,3	9,7	3,6	1,0	4,4
2005	20,5	45,3	25,5	7,2	1,5	-	4,1
2001–2005	21,1	32,3	24,2	13,5	7,1	1,7	4,5
2006	29,0	53,0	15,0	2,6	0,4	-	4,0
2007	22,5	48,0	21,2	6,1	1,9	0,3	4,2
2008	28,9	48,5	19,3	2,3	0,8	0,2	4,0
2009	20,5	47,8	23,5	7,5	0,5	0,2	4,2
2010	25,8	47,5	16,3	8,8	0,8	0,8	4,0
2006–2010	25,3	49,0	19,1	5,5	0,9	0,2	4,1
2011	20,5	34,5	29,5	10,6	3,5	0,5	4,4
2012	26,5	28,6	23,4	15,1	5,2	1,2	4,4
2013	26,2	30,6	31,5	7,0	3,8	0,9	4,3
2014	31,4	26,4	22,9	13,0	5,7	0,6	4,3
2015	36,7	25,5	27,5	7,9	2,2	0,2	4,1
2011–2015	28,3	29,3	27,0	10,7	4,1	0,6	4,3
2016	49,8	32,1	16,0	1,8	0,2	0,1	3,7
2017	43,9	30,8	19,7	4,4	1,1	0,1	3,9
2018	36,2	35,3	22,6	3,9	1,7	0,3	4,1
2019	43,5	15,3	25,6	10,5	4,3	0,8	4,2
2020	40,7	43,4	12,1	2,4	0,7	0,7	3,8
2016–2020	42,8	31,4	19,2	4,6	1,6	0,4	3,9
2021	57,5	25,0	11,7	4,0	1,4	0,4	3,7

мый улов по проходной сельди прогнозировался на уровне 0,765 тыс. т. Однако, как показала практика, её промышленное освоение остановилось на отметке 0,15 тыс. т и тогда стали высказывать предположения о перелове вида без соответствующих на то обоснованных причин.

Здесь важно отметить, что увеличение общего допустимого улова на 1999 г. базировалось на основе многолетнего биологического материала, включающего в себя оценку масштабов естественного воспроизводства (обеспечение запаса покатной молодью с нерестовых зон в количестве 50,5 млрд экз.), общего и нерестового запаса, статистики промысловых уловов, коэффициентов эксплуатации промыслом нерестового стада и не вызывало никаких сомнений. С увеличением биомассы нерестовой части популяции в 1995–1998 гг. до 6,5 тыс. т, промысловое изъятие сельди-черноспинки составляло 30,5%, в то время как в период 1990–1994 гг. этот показатель без особого ущерба для восстановления численности стада находился на уровне 39,6%, что подтверждалось промысловыми уловами на протяжении последующего десятилетия.

Таким образом, даже при увеличении интенсивности промысла и максимальном вылове 4,35 тыс. т в 1999 г., нерестовый запас рассматриваемого вида так резко бы не сократил свою численность за счёт урожайных поколений предыдущих лет воспроизводства. Тем более, что в условиях чрезмерного промысла (1999 г.) общая численность производителей сельди пропущенных в верхнюю зону нерестилищ находилась на уровне средней многолетней величины и определялась в 2,5 млн экз., а количество покатной личинки в 68,0 млрд экз. с коэффициентом промыслового возврата 0,02%.

Проблемы с естественным воспроизводством начались с 2000 г., когда пропуск сельди на нерестилища составил всего 0,8 млн экз., а в 2001 г. сократился до 35–40 тыс. экз., что соответственно в 3,1 и 62,5 раза меньше уровня 1999 г. (Полетаев и др., 2002).

Более детальное изучение возрастного состава производителей (1999–2002 гг.), совершающих анадромную миграцию, позволило проанализировать убыль численности отдельных поколений от естественных причин и в результате промысла, выявить соотношение пополнения и остатка. Анализ возрастной структуры показал, что в биологических показателях нерестового стада происходили коренные изменения, которые отмечались на протяжении 4-х летнего периода наблюдений. Впервые за многие годы в 1999 г. при максимальном улове производителей в нерестовой части популяции полностью исчезло пополнение в возрасте трёх лет, а в 2000 г. находилось на крайне низком уровне – 0,4%, то есть практически отсутствовали поколения 1997, 1998 годов рождения (табл. 3). Как следствие, именно от этих поколений прослеживалось резкое уменьшение количества четырёх-пятилетних особей, на которые возлагалась надежда в формировании основы промыслового запаса в перспективе. В последующие годы (2001, 2002) на фоне крайне низкой численности производителей, поступление впервые созревающих генераций несколько возросло (3,7–6,0%), но оставалось в 1,7–2,9 раза ниже среднемноголетних значений в 1995–1998 гг., и только в 2003–2005 гг. наблюдалось увеличение трёхлетних особей в пределах 15,9–59,8%, составив в среднем за пятилетку 21,1%.

Такое быстротечное изменение в качественной структуре производителей сельди за столь короткий период пред-

ставляется весьма необычным и не находит объяснения лишь в ухудшении условий нагула, воспроизводства или перелове, а свидетельствует о глобальном экологическом воздействии на популяцию и возможной гибели прежде всего части рыб, формировавших пополнения.

Весной 2001 г. в Среднем и Южном Каспии была зарегистрирована массовая гибель анчоусовидной, большеглазой и обыкновенной килек (166 тыс. т) вследствие сейсмических процессов (район б. Апшеронская), которые сопровождалась выбросом большого количества газов, вероятнее всего сероводорода, что обусловило резкое снижение кислорода в водоёме (Седов и др., 2002; Катунин и др., 2002). Неблагополучная экологическая обстановка отмечалась в предшествующие годы (1997, 1998) и сопровождалась массовым выбросом тюленя на полуострова Апшеронский и Мангышлак. В 2000 г. за апрель-июнь число погибших тюленей достигло 20–30 тыс. голов по всей акватории моря (Иванов и др., 2001). Массовой гибели сельди-черноспинки в эти годы на поверхности моря визуально не зарегистрировано, но на мальковой стадии развития это могло остаться и незамеченным, поскольку многолетние и регулярные результаты исследований по возрастной структуре, представленные выше свидетельствуют об обратном.

Проходная сельдь-черноспинка распространена в открытой части моря и предпочитает держаться в зонах свалов глубин (50–150 м) омываемых круговыми течениями, поскольку здесь наиболее интенсивно протекает аэрация воды и поэтому условия для дыхания реофильного вида благоприятны. Крупномасштабные вулканические процессы, происходившие в Каспийском

море задолго до массовой гибели килек, не могли не оказать негативного воздействия на требовательную к кислородному режиму проходную сельдь, в данном случае особенно на молодь, обладающей низкой плавательной способностью.

Биологические показатели нерестовой части популяции в 1999–2001 гг., основанные на возрастной структуре, явно свидетельствовали, что в первую очередь погибли особи всех младших возрастных групп (пополнение 3-х летними рыбами в 1999, 2000 гг. находилось практически на нулевой отметке). В то же время наблюдался интенсивный заход с моря (из неблагоприятной среды обитания) более жизнестойких взрослых производителей в водотоки р. Волги. При увеличенном промысловом воздействии на популяцию в 1999 г. под мощный пресс промысла (при нулевом пополнении) стали попадать 5–8 летние особи, то есть промысел базировался на рыбах старших генераций. В 2000 г. интенсивность промысла оставалась на довольно высоком уровне, что привело практически к полному изъятию нерестового стада. В 2001–2005 г. биомасса нерестового запаса сельди-черноспинки снизилась в среднем до 0,23 тыс. т при минимальной величине 0,074 тыс. т в 2001 г., то есть 87,8 раз ниже уровня 1995–1998 гг.

Новый этап становления численности проходной сельди пришёлся на 2003 г. при критически низком нерестовом запасе. Возрастная структура в уловах была представлена 4-мя возрастными группами, из которых 94,6% приходилось на впервые созревающих особей (3 и 4-летних рыб), средний возраст сельди уменьшился до 3,6 лет масса до 0,258 кг. Практически полностью в выборке отсутствовали особи старшевозрастных генераций в возрасте 5–8 лет. С целью более быстрого восстанов-

ления промыслового ресурса было введено ограничение общего допустимого улова до 9 т (2003–2006 гг.).

Принимая во внимание, что нерестовый запас находился на стадии восстановления, промысловое изъятие данного вида оценивалось в соответствии с принципами предосторожного подхода (Бабаян, 2000) и нашло своё отражение ограничительных мер и в Правилах рыболовства: запрещалось осуществление промышленного рыболовства сельди-черноспинки вобельными речными закидными мелкоячейными неводами за исключением с 1 апреля по 15 июня – на 10 рыболовных участках дельты р. Волга до освоения квоты добычи (вылова) водных биоресурсов, с приловом частичковых видов рыб в счёт промышленных квот (Правила рыболовства, 2014).

В результате этих мероприятий биомасса нерестового стада стала постепенно выходить из депрессивного состояния, наращивая свой потенциал, и уже в 2011–2015 гг. в среднем составляла 1,18 тыс. т. с количеством скатывающейся молоди в размере 29,5 млрд экз. (Пятикопова и др. 2014). В возрастном составе продолжали доминировать младшие возрастные группы рыб – 3,4 года (57,6%), но уже наметилась тенденция увеличения производителей в 5–8-ми летнем возрасте до 42,4% от общей численности. Изъятие сельди-черноспинки увеличилось с 0,065 до 0,147 тыс. т. (в среднем 0,1 тыс. т). Промысел базировался как на младших, так и на старших возрастных группах в щадящем режиме. Из-за преобладания в возрастной структуре молодых генераций средний размер производителей составлял 31,7 см массой 0,358 кг в возрасте 4,3 лет. Нерестовый запас сельди-черноспинки, несмотря на положительный сдвиг в сторону восстановления численности, всё

же продолжал находиться в депрессивном состоянии.

Следующий период мониторинга (2016–2020 гг.) характеризовался дальнейшим увеличением нерестового запаса, который достиг 1,96 тыс. т, количество покатной личинки оценивалось в 37,3 млрд экз., однако при этом в возрастной структуре вновь стали преобладать 3-х, 4-х летние особи (74,2%), а накопление 5-ти и 8-ми летних рыб сокращаться до 0,14–0,226 тыс. т. Особенно это проявлялось в последние годы наблюдений (2020 и 2021 гг.), когда доля 3-х, 4-х летних рыб находилась на уровне 82,5–84,4% при уменьшении старшевозрастных особей до 15,6–17,5%. В 2017 г. наблюдалась гибель молодых генераций 3–4-х летних рыб после нереста. У рыб, впервые созревших, энергетического запаса значительно меньше, нежели у взрослых, идущих на нерест второй, третий раз. По литературным данным (Баженов, 1906; Киселевич, 1937; Водовская, 2001) гибель производителей сельди после икрометания ... «по-видимому, обычное явление» ... (Танасийчук, 1948 стр. 40) но, не всегда этот факт обращает на себя внимание в виду своей малочисленности.

Данные изменения в популяции происходили в результате внесения поправок в режим рыболовства, направленных на увеличение интенсивности промысла: с 2016 г. промышленный вылов сельди-черноспинки вобельными речными закидными мелкоячейными неводами дополнительно был разрешён с 10 мая по 15 июня на рыболовных (рыбопромысловых) участках всей дельты р. Волга и с 1 апреля по 15 июня на двух рыболовных (рыбопромысловых) участках, расположенных на р. Волга выше начала (отделения) р. (рукава) Бузан, до освоения распределённой квоты добычи (вылова) с разрешённым прило-

вом полупроходных и речных видов рыб (Правила рыболовства, 2014 г. с изменением в редакцию). То есть, промысловое использование сельди-черноспинки осуществлялось до тех пор, пока производители мигрировали на нерест в водотоки р. Волги (Войнова, 2013).

Кроме этого сельдь-черноспинка, несмотря на ценность этого объекта промысла, была внесена в число видов, разрешённых для любительского и спортивного рыболовства.

Два этих обстоятельства принесли невосполнимый урон при восстановлении численности нерестового запаса с 2016 по 2021 гг.: резко возросло количество рыболовных участков, и следовательно, промысловая нагрузка, увеличилось число рыбодобывающих организаций – держателей квот с минимальными объёмами вылова сельди-черноспинки, которые стремились как можно дольше не осваивать квоты и продолжать работу на прилове полупроходных и речных видов рыб. Всё это сопровождалось повышенным ННН-промыслом. Некогда запрещённый, безконтрольный любительский лов сельди-черноспинки наблюдался практически на всём незарегулированном участке Волги. По масштабам любительское изъятие водных биоресурсов оценивается в 15–20% от общего допустимого улова в Астраханской области (Барабанов, 2020).

В итоге, объём вылова в 2021 г. составил 0,188 тыс. т (с нерестовым запасом 2,416 тыс. т) и стал базироваться вновь на впервые созревающих особях, доля которых в уловах составляла – 75,4% (по нерестовым маркам). Средняя навеска достигла наименьшего значения – 0,283 кг, возраст – 3,7 года. Биологические показатели сельди-черноспинки на протяжении ряда лет остаются стабильно низкими. Начиная с 2011 г. средняя длина производителей сни-

зилась от 33,0 до 28,9 см, масса с 0,412 до 0,268 кг. Количество покатной личинки уменьшилось по сравнению с предыдущей пятилеткой в 3 раза – до 12,6 млрд экз., указывая на чрезмерное изъятие производителей и резкого снижения воспроизводства.

Результаты исследований свидетельствовали, что современный уровень промыслового запаса сельди-черноспинки и основные её биологические показатели ещё далеки от оптимальных своих значений. Очевидно, что существующий режим промысла оказывает негативное воздействие не только на численность и величину запаса, но и на структуру популяции в целом. Для сохранения и полного восстановления популяции необходимо:

1. Ввести запрет на промышленное рыболовство сельди-черноспинки вобельными речными закидными мелкоячейными неводами за исключением с 1 апреля по 15 июня – на 10 рыболовных участках дельты р. Волга до освоения квоты добычи (вылова) водных биоресурсов, с приловом частичковых видов рыб в счёт промышленных квот. При этом осуществлять постоянный научный мониторинг за динамикой интенсивности хода производителей на рыболовных участках расположенных на Главном банке и выше зоны промысла.

2. Исключить сельдь-черноспинку из перечня видов, разрешённых для любительского рыболовства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о большом влиянии на формирование численности сельди-черноспинки факторов как природного, так и антропогенного характера.

Анализ многолетних материалов показал, что нерестовый запас сельди-

черноспинки, после кратковременной депрессии вследствие сооружения Волгоградского гидроузла, к концу 1990-х годов восстановил свою численность до 6,5 тыс. т с промысловым уловом 2,04 тыс. т.

Катастрофическое снижение численности в 2000 г. (до 0,074 тыс. т) объяснялось многочисленными факторами, ведущим из которых обозначен чрезмерный промысел анадромных мигрантов на фоне резкого сокращения пополнения из-за глобальных негативных процессов (в частности подводный вулканизм), происходящих в море. Внедрение мероприятий способствующих восстановлению промыслового ресурса (ограничительные меры по общему допустимому улову, снижение промысловой нагрузки) позволили уже в 2011–2015 гг. нарастить нерестовую биомассу в среднем до 1,179 тыс. т при уловах от 0,065 до 0,147 тыс. т.

После внесения поправок в режим рыболовства (2016 г.), направленных на увеличение интенсивности промысла, включения вида для изъятия любительским рыболовством, структура нерестовой части популяции стала вновь быстрыми темпами изменяться в сторону преобладания младших возрастных групп, сопровождаясь резким сокращением эффективности воспроизводства в 2021 г.

С целью полного восстановления нерестового запаса сельди-черноспинки до оптимальных значений предложены новые рекомендации по ограничению режима промысла и исключению вида из объектов, предназначенных для любительского рыболовства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). М.: ВНИРО, 2000. 192 с.

Баженов А. Сельдь-черноспинка (*Al. kessleri*) выше г. Самары в 1905 г. // Вестник рыбопром. 1906. Т. 40. № 4. С. 547–555.

Барабанов В.В. Вобла – 150 лет исследований: прошлое, настоящее и будущее: монография. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2020. 113 с.

Беляева В.Н., Казанчеев Е.Н., Распопов В.М. и др. Каспийское море: Ихтиофауна и промысловые ресурсы М.: Наука, 1989. 236 с.

Водовская В.В. Воспроизводство проходной сельди Каспия // Сб. науч. трудов: Экология молоди и проблемы воспроизводства каспийских рыб. М.: ВНИРО, 2001. С. 91–100.

Водовская В.В. Экологические аспекты биологии проходной сельди Каспия. Астрахань: КаспНИРХ, 2001. 74 с.

Войнова Т.В. Динамика уловов и биологические показатели сельди-черноспинки в Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне в современных условиях (р. Волга и её водотоки) // Вестник АГТУ. Рыбн. хозяйство. 2013. № 3. С. 25–29.

Иванов В.П. Основные направления и результаты исследований института в начале XXI в. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты работы за 2001 г. Астрахань. КаспНИРХ, 2002. С. 5–13.

Иванов В.П., Хураськин Л.С., Захарова Н.А. и др. Результаты исследований причин массовой гибели тюленей в Каспийском море в апреле-июне 2000 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты работы за 2001 г. Астрахань. КаспНИРХ, 2001. С. 264–268.

Катунин Д.Н., Голубов Б.Н., Кашин Д.В. Импульс гидровулканизма в Дербентской котловине как возможный фактор масштабной гибели анчоусовидной и большеглазой килек весной 2001 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты работы за 2001 г. Астрахань. КаспНИРХ, 2002. С. 41–56.

Киселевич К.А. Сельди Северного Каспия. Областное книгоиздательство Сталинград, 1937. 90 с.

Малкин Е.М. Репродуктивная и числен- ная изменчивость промысловых популяций рыб. М.: ВНИРО, 1999. 146 с.

Плохинский Н.А. Биометрия. М.: МГУ, 1970. 367 с.

Полетаев В.И., Пашкин Л.М., Дубинин В.И. Характеристика состояния нерестовой части популяции каспийской проходной сельди в приплотинной зоне Волгоградского гидроузла в 2001 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты работы за 2001 г. Астрахань. КаспНИРХ, 2002. С. 208–212.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). Изд-во 4-е, перераб. и дополн. под ред. П.А. Дрягина и В.В. Покровского. М.: «Пищевая промышленность», 1966. 376 с.

Правила рыболовства для Волжско–Каспийского рыбохозяйственного бассейна (утв. Приказом Росрыболовства № 1 от 13.01.2009 г. (в редакции приказов Фед. Агентства по рыболовству от 16.04.2009 г. № 316 и от 08.04.2011 г. № 350): (Электронный ресурс) // Режим доступа: [https://www.garant.ru/](https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12065885)

[products/ipo/prime/doc/12065885](https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12065885), свободный, (дата обращения 24.11.2019 г.)

Правила рыболовства для Волжско–Каспийского рыбохозяйственного бассейна (утв. Приказом Минсельхоза № 453 от 18.11.2014 г.: (Электронный ресурс) // Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70718102/>, свободный, (дата обращения 24.11.2019 г.)

Пятикопова О.В., Войнова Т.В., Распопов В.М. Формирование пополнения популяции сельди-черноспинки (*Alosa kessleri kessleri* (Grimm, 1887) в разные по водности годы (2011, 2013) // Вестник АГТУ. Рыбн. хозяйство. 2014. № 2. С. 56–61.

Седов С.И., Парицкий Ю.А., Колосюк Г.Г., Канатьев С.В. О гибели килек в Среднем и Южном Каспии // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты работы за 2001 г. Астрахань. КаспНИРХ, 2002. С. 340–347.

Танасийчук Н.П. Нерестовые миграции волжской многотычинковой сельди // Тр. Волго–Касп. науч. Рыбхоз. Станции. Астрахань. 1948. Т. 10. С. 3–82.

DYNAMICS OF ABUNDANCE

**ABOUT THE REASONS FOR THE DECREASE
IN THE SPAWNING STOCK OF BLACK-
BACKED HERRING IN VOLGA RIVER**

© 2022 г. T.V. Voynova, V.V. Barabanov, V.A. Chaplygin

*Volga-Caspian Branch of the Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography, Astrakhan, 414056*

The long-term data of the spawning stock of passing herring are analyzed in accordance with its commercial catches. The current state of the age structure of producers with a division into replenishment and remainder is considered. The main reasons for the decline in the spawning stock are identified and recommendations are given for commercial exploitation aimed at preserving and restoring the population of black-backed herring.

Key words: black-backed herring, *Alosa kessleri kessleri*, migration intensity, spawning stock, fishery, juveniles, catches, abundance, age structure, replenishment, remainder.

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НЕРЕСТИЛИЩ
ТИХООКЕАНСКОЙ СЕЛЬДИ САХАЛИНО-ХОККАЙДСКОЙ
И ДЕКАСТРИНСКОЙ ПОПУЛЯЦИЙ У ЗАПАДНОГО
ПОБЕРЕЖЬЯ О. САХАЛИН (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

© 2022 г. Э.Р. Ившина

*Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО), г. Южно-Сахалинск, 693023
E-mail: e.ivshina@sakhniro.ru*

Поступила в реакцию 10.02.2022 г.

Обобщены материалы по распределению нерестилищ тихоокеанской сельди декастринской и сахалино-хоккайдской популяций у западного побережья о. Сахалин с 1930-х–1950-х гг. по 2020 г. В том числе представлены данные по распределению и площади нерестилищ, плотности кладок икры в 2019 и 2020 гг. Имеющаяся информация указывает на явные признаки современного увеличения численности сельди рассматриваемых популяций.

Ключевые слова: тихоокеанская сельдь, сахалино-хоккайдская популяция, декастринская популяция, западный Сахалин, нерестилища, распределение.

ВВЕДЕНИЕ

В северной части Японского моря прибрежная акватория Татарского пролива практически повсеместно является потенциальной зоной нереста тихоокеанской сельди. Юго-западное побережье Сахалина, находясь под влиянием северной ветви Цусимского течения, является частью нерестового ареала сахалино-хоккайдской популяции вида. Северная часть Татарского пролива, отличающаяся большей холодноводностью – ареал декастринской популяции. Наибольшая численность и протяженность нерестовых подходов сельди у западного побережья о. Сахалин отмечалась до конца 1950-х гг. С 1960-х гг. сахалино-хоккайдская и декастринская популяции находятся в депрессии, и до середины 2010-х гг. характеризовались крайне низкой численностью рыб. Снижение запасов повлияло на сокращение площади распространения сель-

ди, в том числе размеров её нерестового ареала (Веденский, 1935; Пробатов, 1953, 1954, 1955; Козлов, 1968; Пушников, 1994; Нагульная сельдь..., 2021; Kondo, 1965; Nagasawa, 2001).

Динамика изменения нерестового ареала сахалино-хоккайдской сельди, включая побережье о. Сахалин, в связи с колебаниями её численности до 1960-х гг., описана в работах А.Н. Пробатова (1951, 1953, 1954, 1955), А.Н. Световидова (1952), И.А. Пискунова (1949, 1952), Н.С. Фадеева (2003). В более поздние годы распределение нерестилищ и локализация нерестовой сахалино-хоккайдской сельди упоминается в ряде работ других авторов (Дарда, 1960; Козлов и др., 1964; Румянцев, 1967; Пушникова, 1981; Ivshina, 2000). Исследование нерестилищ сельди декастринской популяции впервые было выполнено у сахалинского побережья в 1937 г., а наиболее подробные наблюдения осу-

ществлены в 1980–1990-е гг. (Алексеевская, 1938; Пискунов, 1947; Козлов, Шелегова, 1961; Козлов, 1968; Пушкинова, Ившина, 1999, 2006). Однако, несмотря на продолжительный ряд наблюдений, распределение нерестилищ сельди у западного побережья о. Сахалин в целом не рассматривалось. Так же, не представлялись современные данные, по учету нерестилищ декастринской и сахалино-хоккайдской сельди на значительной акватории у западного побережья острова, полученные в 2019 и 2020 гг. Особый интерес вызывают подобные материалы на фоне промысловой и научной информации об увлечении запасов сельди сахалино-хоккайдской и декастринской популяций в последние годы (Нагульная сельдь, 2021). В связи с этим, цель настоящей статьи: обобщение данных по распределению нерестилищ сельди у западного побережья о. Сахалин с 1930-х–1950-х гг. по 2020 г.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Основой для представленной работы послужили архивные и опубликованные материалы по распределению нерестовой сельди у западного побережья о. Сахалин в Татарском проливе (Японское море). Кроме того, использованы результаты обследования нерестилищ сельди сотрудниками СахНИРО за период с 1955 г. по 2020 гг. В том числе привлечены результаты по учёту нерестилищ сельди декастринской популяции у сахалинского побережья пролива от м. Белкина до м. Уанди в мае 2019 г. и сахалино-хоккайдской популяции от м. Лопатина до м. Старицкого в апреле-мае 2020 г. Схема районов наблюдений приведена на рисунке 1.

Обследование нерестилищ сельди, проводимое, как правило, через несколько дней после массового нереста рыб, выполняли с помощью водолазов, на глуби-

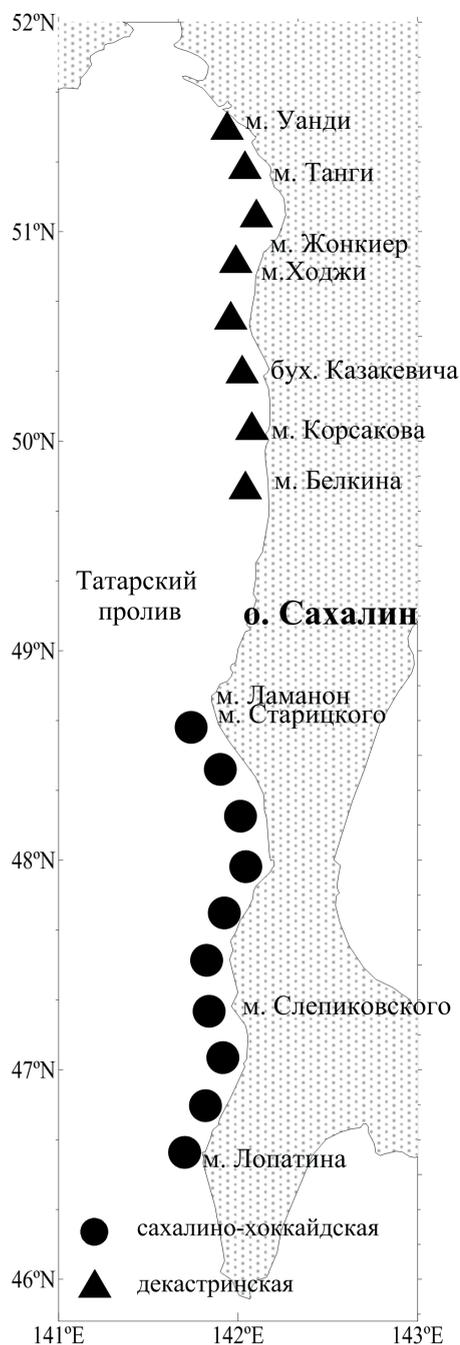


Рис. 1. Схема района обследования нерестилищ декастринской сельди в мае 2019 г. и сахалино-хоккайдской в апреле-мае 2020 г. у западного побережья о. Сахалин.

нах от нескольких сантиметров до 8–12 м в пределах развития пояса водорослей и морских трав, по методике, принятой для подобного рода работ в дальневосточных морях (Фридлянд, 1951; Качина, 1967; Бонк, 2004; Фархутдинов, 2005).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У западного побережья о. Сахалин нерестовые подходы сельди сахалино-хоккейдской популяции в годы её высокой численности простирались от м. Кузнецова – м. Лопатина на юге до м. Корсакова – бух. Китоуси – бух. Казакевичи (Широкопадский район, бывший административный район Сахалинской области) и зал. Александровский (м. Жонкиер) на севере. Районом основного нереста считался участок побережья от м. Кузнецова до м. Ламанон (Веденский, 1957; Алексеевская, 1938; Пискунов, 1947, 1952; Кагановский, 1954; Пробатов, Шелегова, 1968, Козлов, 1968).

Размножение декастринской популяции сельди у сахалинского побережья отмечалось от м. Ламанон до южной части Амурского лимана (р. Ныйде). Основные нерестовые участки наблюдались от м. Уанди – м. Танги до м. Жонкиер – м. Рогатый. Вдоль материкового побережья нерестовую сельдь наблюдали в значительных количествах от бух. Мосолова до б. Сущева, далее до м. Лазарева и о. Чакмут в Амурском лимане (Фролов, 1950, 1968; Пискунов, 1952; Козлов, 1968).

Как было установлено, побережье от м. Ламанон до бух. Казакевича – м. Жонкиер не относится к участкам интенсивного нереста, ни сахалино-хоккейдской, ни декастринской сельди. Здесь, в зависимости от численности, происходит соприкосновение или наложение нерестовых скоплений обоих стад. Так, к южной границе декастринской популяции сельди при её средней и низкой численности относили бух. Казакевича, при высокой – м. Ламанон (Фролов, 1950; Миграции и распределение..., 1958; Козлов, Шелегова, 1961). По сведениям А.Н. Пробатова (1951а), в районе м. Ламанон – м. Жонкиер до 1944–1945 гг. на

нерест подходило значительное количество сахалино-хоккейдской сельди. Кроме того, нерест сельди той или иной популяции на этих участках связывали с ослаблением или усилением деятельности Цусимского течения. Как считали Б.М. Козлов и Е.К. Шелегова (1961), с увеличением притока теплых цусимских вод в северную часть Татарского пролива, нерестовые подходы декастринской сельди сокращались на юге нерестового ареала и увеличивались на севере района, вплоть до южной части Амурского лимана. В частности, в 1950–1953 гг., в период ослабленного притока тёплых вод, нерестовые подходы наблюдались не только в самой северной части Татарского пролива, но и значительно южнее вплоть до м. Корсакова. Причем, в эти годы большая часть декастринского стада нерестовала не у материкового, а у сахалинского побережья (Козлов, Шелегова, 1961). Смешение рыб разных популяций в период нереста преимущественно приходилось на побережье Широкопадского района, в районе м. Корсакова – бух. Казакевича, где даже ошибочно было установлено широкопадское стадо сельди (Пискунов, 1947, 1952; Кагановский, 1954).

В Широкопадском районе подходы сахалино-хоккейдской сельди, в общем, были относительно малочисленными. Относительно небольшими были концентрации рыб и от м. Корсакова до м. Ламанон, по осредненным данным за 1912–1941 гг. уловы здесь составляли не более 5% от общего вылова указанной популяции по побережью. Незначительные уловы наблюдались и южнее – от м. Ламанон до м. Слепиковского. В вышеуказанный период лет, уловы в районе г. Томари и прилегающей акватории в среднем составляли не более 10% от общего вылова. Например, в 1947 г. в районе г. Углегорск и близрасположенных

участках улов нерестовой сельди составил 0,1 тыс. т при общем вылове по западному побережью 31,4 тыс. т. В 1948 г. улов у г. Томари – с. Ильинское не превысил 1,5 тыс. т при вылове по всему побережью 44,7 тыс. т (Пискунов, 1952; Пробатов, Шелегова, 1968).

Главным районом нереста и промысла (75% уловов) сахалино-хоккайдской сельди являлось юго-западное побережье протяжённостью около 80 миль от м. Лопатина до м. Томари (г. Томари). Почти половина всего улова приходилась на тридцатимильный участок южнее м. Слепиковского от р. Салют (с. Светляки) до р. Целебная (с. Яблочное). Распространение сахалино-хоккайдской нерестовой сельди севернее м. Слепиковского связывалось с уровнем её численности и с увеличением притока вод Цусимского течения (Пискунов, 1952; Фролов, 1950; Фридлянд, 1951; Пробатов, 1954; Козлов, Шелегова, 1960; Миграции и распределение..., 1958; Пробатов, Шелегова, 1968).

Все перечисленные выше участки побережья, в пределах которых проходил нерест сахалино-хоккайдской сельди, не являются равнозначными для размножения, и различаются подводным рельефом, распределением донных биоценозов, в том числе макрофитов, и, в определенной степени, гидрометеорологическим режимом (Пробатов, Шелегова, 1968; Петров, Поздеев, 1992, Пищальник, Бобков, 2000). По признаку мощности зарослей водорослей и морских трав, как нерестового субстрата для икры, И.Г. Фридлянд (1951) выделяла у юго-западного побережья четыре типа нерестилищ сельди: наилучшие нерестилища – район м. Лопатина – р. Целебная (с. Яблочное); участки, пригодные для нерестилищ сельди – м. Слепиковского (с. Слюдянское) – р. Черная (с. Урожайное); участки, малоприспособленные для нерест-

стилищ сельди – от м. Томари (г. Томари) до м. Старомаячный; непригодные участки у м. Слепиковского, зал. Делангя (ориентировочно с. Ильинское) с преобладанием песчаных грунтов и лишённые подводной растительности и непригодные участки южнее м. Лопатина, неподходящие по гидрологическим условиям (влияние холодных охотоморских вод). Последний участок южнее м. Лопатина в отдельные годы посещался сельдью в небольших количествах, уловы сельди составляли здесь в 1912–1941 гг., менее 5% от общего вылова по побережью (Пискунов, 1952; Пробатов, Шелегова, 1968).

Первые признаки сокращения нерестовых подходов сахалино-хоккайдской сельди вдоль сахалинского побережья Японского моря зафиксированы во втором-третьем десятилетии XX в. Известно, что с 1926 г. прекратились подходы нерестовых рыб к о. Монерон, а с 1927 г. начали отмечать уменьшение площади нерестилищ в северной части нерестового ареала. Прекращение нерестовых подходов сельди в Широкопадском районе было зафиксировано в конце 1940-х – начале 1950-х гг. В эти годы продолжали сокращаться и подходы нерестовой сельди у юго-западного побережья. А.Н. Пробатов анализируя состояние запасов и распределение сахалино-хоккайдской сельди прогнозировал депрессию её подходов, в основном, севернее м. Слепиковского в районе м. Томари – м. Корсакова в мае и считал, как и И.Г. Фридлянд, что нерестовая сельдь будет наблюдаться лишь к югу от с. Чехов, то есть в районе её основного воспроизводства (Богаевский, 1950; Пробатов, 1951, 1954; Пробатов, Шелегова, 1968; Фридлянд, 1953). Однако подходы рыб смещались не на юг, а на север от м. Слепиковского – в район периферического нереста. Уловы

сельди севернее м. Слепиковского были действительно не высокие, но нерест наблюдался ежегодно.

На вторую половину 1950-х гг. пришлось значительное сокращение интенсивности нерестовых подходов и, как следствие, уловов сахалино-хоккайдской сельди у западных берегов о. Хоккайдо и на основных нерестовых участках юго-западного побережья о. Сахалин. Площадь нерестилищ у юго-западного Сахалина с 1955 по 1957 гг. последовательно уменьшалась и составляла 5525, 3521 и 1165 тыс. м² соответственно. С 1957–1959 г. зафиксировано прекращение подходов сахалино-хоккайдской сельди к побережью о. Хоккайдо (Румянцев, 1958; Kondo, 1965; Пушникова, 1981, 1996; Фадеев, 2003). С 1959 г. прекратились подходы нерестовой сельди у западного Сахалина к югу от г. Холмск, в зал. Анива и к о. Кунашир (Дарда, 1960). В основном районе нереста у юго-западного побережья слабые отдельные разрозненные скопления рыбы еще наблюдали в 1961 г. в районе г. Холмск, при общем распространении нерестовой сельди до г. Углегорска. В 1962–1963 г. южнее м. Слепиковского сколько-нибудь заметный нерест сельди отсутствовал (Румянцев, Дарда, 1965; Румянцев, 1967; Козлов и др., 1967; Андреев, 1967).

После 1963 г. нерестовые подходы и нерестилища удавалось наблюдать исключительно севернее м. Слепиковского ориентировочно до м. Ламанон, какой-либо межгодовой изменчивости распределения сельди практически не наблюдалось. С этого периода распределение нерестовой сельди ограничивалось участками, которые ранее характеризовались как «пригодные» и «малопригодные» (с. Чехов – г. Томари – с. Ильинское) и где в период высокой численности сахалино-хоккайдской сельди наблюдался минимальный нерест на ограничен-

ной акватории к северу от м. Ламанон – зал. Изыльметьева, г. Углегорск – с. Надеждино (рис. 2). В зал. Анива нерестовая сельдь отмечалась единично, численность рыб у юго-восточного Сахалина также была невысокой (Пушникова, Ившина, 1999; Нагульная сельдь..., 2000).

В 1965–2000 гг. площадь нерестилищ сахалино-хоккайдской сельди варьировалась в относительно небольших границах от 3–10 до 40–90 тыс. м² (исключая 1987 г. – 310 тыс. м²) при общей тенденции к сокращению. К концу 1970-х гг. у юго-западного побережья Сахалина ни одного крупного нерестилища вида отмечено не было. В 1980–1990-х гг. площадь нерестилищ была минимальной за весь период наблюдений – 12–30 тыс. м². Только в 1987–1989 гг. площадь участков с икрой достигала 80–310 тыс. м². Это было связано с тем, что в 1986–1989 гг. проявили себя рыбы урожайного для периода депрессии поколения 1983 года рождения (Румянцев, Дарда, 1965; Дарда, 1969; Пушникова, 1981, 1996).

В период депрессии максимальная плотность кладок икры на субстрате не превышала 3,0 млн. икринок, при средних значениях 0,4–1,3 млн икринок/м² (рис. 2, табл.). Для сравнения в 1948–1949 гг. среднее количество икры на субстрате достигало 2,9 млн икринок/м², максимальное 17,5 млн икринок/м² (Фридлянд, 1951). Динамика рассматриваемых показателей находилась в прямой зависимости от уровня численности популяции (Пробатов, 1953, 1954; Пушникова, 1996; Фадеев, 2003).

В период высокой численности сахалино-хоккайдской сельди сезон её нереста был довольно продолжительным: начинался в конце февраля у о. Хонсю, в третьей декаде марта – у побережья о. Хоккайдо и заканчивался в конце июня – начале июля в зал. Анива и зал. Терпения. У западного Сахалина

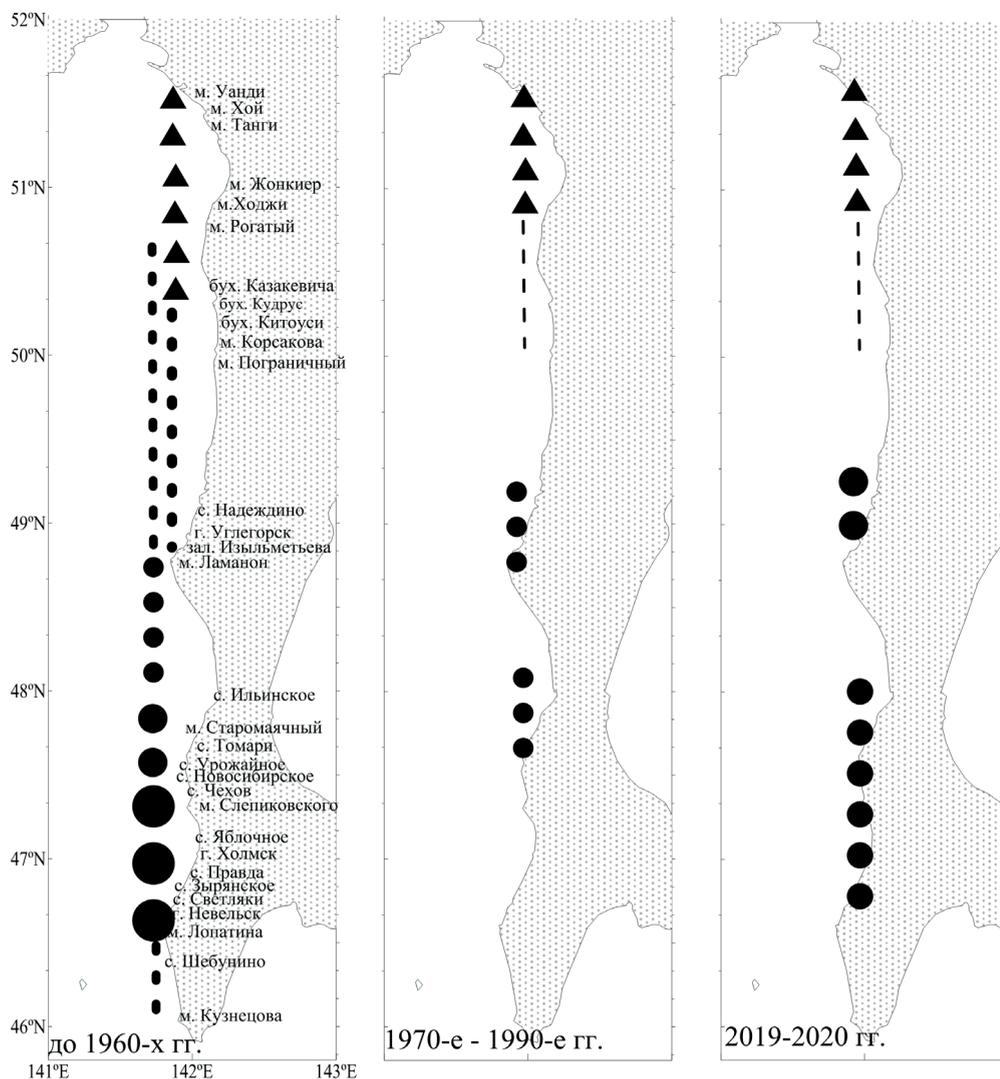


Рис. 2. Схема распределения нерестилищ сахалино-хоккайдской и декастринской сельди у западного побережья о. Сахалин в разные периоды лет.

первые подходы нерестовой сельди до 1960-х гг. отмечались в первой-второй декаде апреля южнее м. Слепиковского в районе г. Невельск – г. Холмск – с. Яблочное, где наблюдается, по сравнению с другими участками побережья, более ранний прогрев воды за счёт действия северной ветви Цусимского течения. Заканчивался нерест обычно в середине-конце мая, в отдельные годы – к середине июня (Пискунов, 1952). Севернее указанного мыса в районе с. Чехов – г. Томари нерест начинался в конце (редко середине) апреля – начале мая, в районе с. Ильинское – г. Углегорск сельдь

нерестилась обычно с начала мая до первой декады июня. В Широкопадском районе начало нереста фиксировали в конце апреля-середине мая. На этот же период, как правило, приходилось начало нереста сельди в зал. Анива и у юго-восточного побережья острова (Пробатов, 1954; Пискунов, 1952; Миграции и распределение..., 1958; Дарда, 1960).

Сроки нереста сельди, как установлено в 1940–1950-е гг., в значительной мере определяются наступлением благоприятной температуры. Для побережья о. Сахалин наиболее подходящей для начала нереста сельди считается темпера-

Таблица 1. Площадь нерестилищ, плотность кладок икры сахалино-хоккайдской сельди у западного побережья о. Сахалин

Годы	Средняя площадь нерестилищ, тыс. м ²	Плотность кладок икры, млн икр./м ² , среднее/максимальное	Участки основного нереста	Сроки нереста
1948–1949*	нет данных**	2–6/17,5	м. Лопатина – м. Слепиковского	апрель–май
1955–1957 гг.	3404	2,9/ нет данных	м. Лопатина – м. Слепиковского	апрель–май
1960, 1965, 1966, 1968, 1969 гг.	26,7	нет данных	г. Томари, зал. Изыльметьева–с. Надеждино	май
1970–1972, 1974, 1975, 1978, 1979	15,5	1,3/3,0	то же	май
1982, 1986–1989	101,6	0,8/1,0	то же	май
1994, 1996	14,6	0,4/0,7	то же	май
2020	1092,0	6,9/43,2	с. Зырянское – м. Слепиковского	апрель–май

Примечание. *Фридляд, 1951, **в 1949 г. протяженность нереста 103 мили.

тура воды порядка 2–3 °С, хотя и нередки случаи нереста и при отрицательной температуре. Известно также, что наибольшее количество сельди нерестует при температуре 3–6 °С. Продолжительность подходов сельди на нерест в Татарском проливе в районе от м. Крильон до м. Ламанон составляла от 20 до 48 дней. Массовый ход, как правило, продолжался 12–15 дней. Обычно наблюдалось три–четыре подхода, самым многочисленным из которых был первый (Истошин, 1951; Пискунов, 1952; Фридлянд, 1951; Шелегова, 1955; Миграции и распределение..., 1958).

На рисунке 3 представлена осредненная подекадно поверхностная температура воды по спутниковым данным в апреле и мае 1997–2020 гг. где видно, что наиболее ранний прогрев воды отмечается у юго-западного Сахалина южнее м. Слепиковского в первой половине апреля. Прогрев воды достаточный для

нереста сельди севернее этого мыса и в зал. Анива фиксируется по осредненным данным в третьей декаде апреля, в первой-второй декаде мая – в северной части Татарского пролива и юго-восточном побережье острова (Оперативные данные..., 2021). Значительное уменьшение запасов сельди вызвало не только изменение районов нереста, но и сокращение его сроков. У западного Сахалина к началу 1960–х гг., параллельно с прекращением подходов к югу от м. Слепиковского и в зал. Анива, прекратились ранние подходы апрельской сельди по всему побережью. В 1960-е – середине 2010-х гг. рыбы нерестились исключительно в мае на участке побережья от м. Слепиковского до м. Ламанон, с. Надеждино, вне пределов распределения относительно теплых цусимских вод у западного побережья Сахалина. Как известно, акватория к северу от м. Слепиковского, является местом, на широте

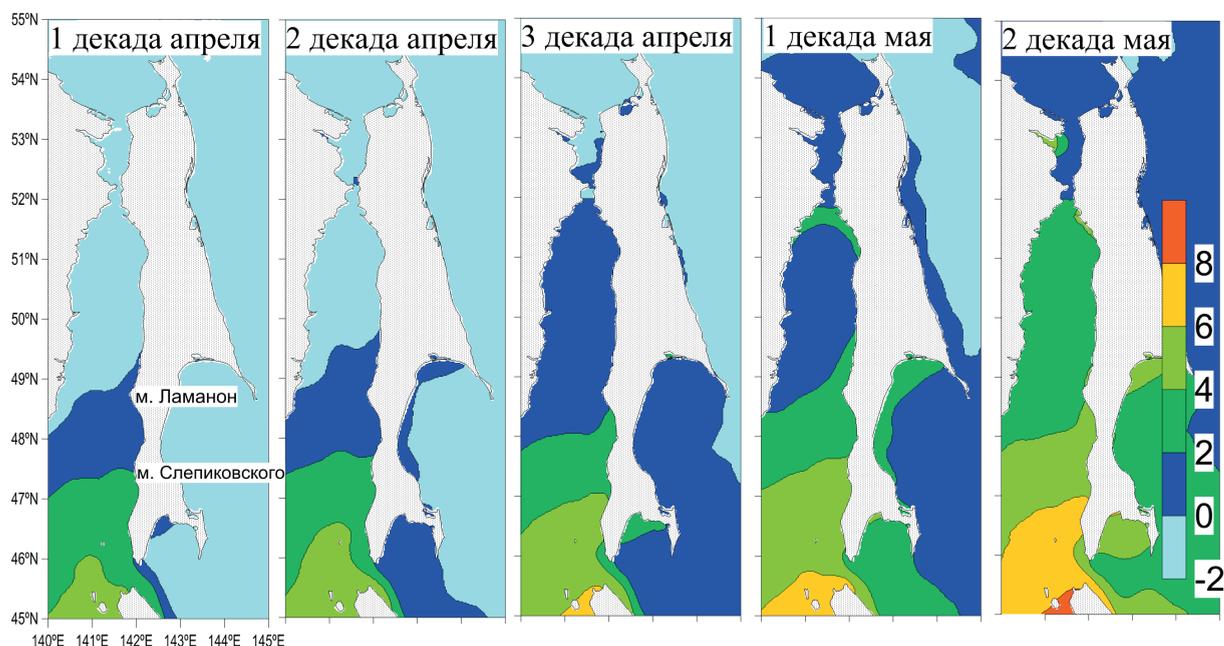


Рис. 3. Распределение поверхностной температуры воды у побережья о. Сахалин в апреле–мае, осреднённые данные спутниковой системы «Terascan» за 1997–2020 гг.

которой действие трансформированных вод Цусимского течения практически прекращается. Этот район является зоной смешения вод и характеризуется отличными от вод юго-западного побережья гидрологическими и гидрохимическими условиями (Будаева, 1980; Пищальник, Бобков, 2000). Такие данные позволяют говорить о том, что в 1960-х–2000-х гг., сельдь, нерестящаяся у западного Сахалина не была связана с районами, непосредственно находящимися под воздействием теплого Цусимского течения. А.И. Румянцев и М.А. Дарда (1960) в неопубликованной работе даже сделали вывод об исчезновении (эмиграции) океанической (сахалино-хоккайдской) сельди на участке южнее м. Слепиковского к концу 1950-х гг. Они считали, что вследствие ряда глобальных, в том числе и океанологических изменений, в сахалинских водах осталась только местная япономорская сельдь с небольшой численностью. Позднее Г.М. Пушникова высказала предположение о наличии в попу-

ляции 2-х соподчиненных единиц раннего (апрель) и позднего нереста (май), и первая, которая значительно преобладала по численности, в годы депрессии у берегов о. Сахалин отсутствовала (Пушникова, 1981; 1994).

После длительного многолетнего перерыва, видимый массовый нерест сельди южнее м. Слепиковского впервые был наблюден в апреле 2018 г. в районе от с. Правда до с. Зырянское. Плотность кладок икры в выбросах макрофитов по визуальной оценке в большинстве случаев характеризовалась как средняя – однослойная малопрерывистая кладка. В 2019 г. первые многочисленные нерестовые подходы сельди наблюдались в том же районе в середине апреля. Во второй декаде апреля отмечался массовый нерест сельди в районе г. Невельск и прилегающей акватории на протяжённом участке побережья (Такого не было..., 2019; К берегам Невельска, 2019), в мае был зафиксирован в районе с. Чехов – с. Новосибирское, г. Томари.

В 2020 г. первые подходы нерестовой сельди были отмечены в районе с. Зырянское – г. Холмск и с. Новосибирское 3 апреля. Вторым подход нерестовой сельди отмечался во второй декаде апреля в районе г. Холмск – с. Новосибирское. Наиболее поздний нерест наблюдался 5 мая в районе г. Томари – с. Неводское и в последней декаде мая вблизи г. Углегорск. Ранний нерест сельди в 2020 г. возможно был обусловлен не только повышенной численностью рыб, но и ранним прогревом вод у юго-западного побережья острова. Согласно данным спутниковой системы «Terascan» СахНИРО, начиная с третьей декады марта прогрев вод в районе происходил быстрее нормы, аномалии ТПО составляли около 1°C. В апреле тенденция сохранялась, а местами и усиливалась, на некоторых участках акватории аномалии превышали 2°C (Оперативные данные..., 2021).

В 2020 г. в ходе водолазного обследования нерестилища отмечались от с. Зырянское до с. Неводское на большинстве участков, характерных для периода высокой численности (Фридлянд, 1951; Пробатов, Шелегова, 1968). Суммарная площадь локальных нерестилищ в этом году составила порядка 1092 тыс. м², что сравнимо с показателями 1957 г. (1165 тыс. м²). Средняя плотность кладок икры на нерестилищах достигала 6,9 млн икринок/ м². При этом на различных участках побережья количество икры на единицу площади существенно различалось. В южной части обследованной акватории (с. Правда – г. Холмск – с. Яблочное) удельное количество икры в среднем было относительно невысоким, порядка 2–5 млн икринок/м². В северной части обследованной акватории (с. Новосибирское, г. Томари – с. Неводское) плотность обыкновения субстрата достигала 20–40 млн икри-

нок/м² и в среднем находилась на уровне около 5–10 млн икринок/м² (рис. 4). Максимальные значения были отмечены на небольшом участке побережья площадью 24 тыс. м² в районе г. Томари (р. Томаринка – м. Томари), где средняя плотность кладок икры насчитывала 21,3 млн икринок/м². Икра отмечалась на всех видах водорослей, морской траве (11 видов) и грунте, основным нерестовым субстратом служили *Phyllospadix iwatensis* и *Sargassum miyabei*.

Водолазное обследование нерестилищ декастринской сельди у о. Сахалин в районах основного нереста (м. Ходжи – м. Жонкиер – м. Уанди) и на периферии (м. Пограничный – м. Корсакова – бух. Казакевича) в мае 2019 г. показало следующее: наибольшие по площади участки с икрой сельди располагались у м. Ходжи – м. Жонкиер и м. Танги – м. Хой. На южной границе обследованной акватории икра была обнаружена только в бух. Казакевича на ограниченной площади около 1,0 тыс. м², при довольно высокой плотности кладок – средний показатель 4,81 млн икринок/м² (рис. 2, рис. 5). Выбросы макрофитов с икрой, косвенно свидетельствующие о подходах сельди на нерест, зафиксированы в бухтах Китоуси, Кудрус и южнее м. Корсакова–м. Пограничный.

Суммарная площадь всех учтённых нерестилищ оценена 595 тыс. м², средняя плотность кладок икры – 2,8 млн икринок/м². В общем, картина распределения участков с икрой в 2019 г. была характерной для 1980–1990-х гг., когда запасы сельдей декастринской и сахалино-хокайдской популяций были на низком уровне, а обширные потенциальные нерестилища в районе от м. Корсакова до бух. Китоуси пустовали или площадь учтённых нерестилищ здесь была минимальной (Козлов, 1968; Пушникова,

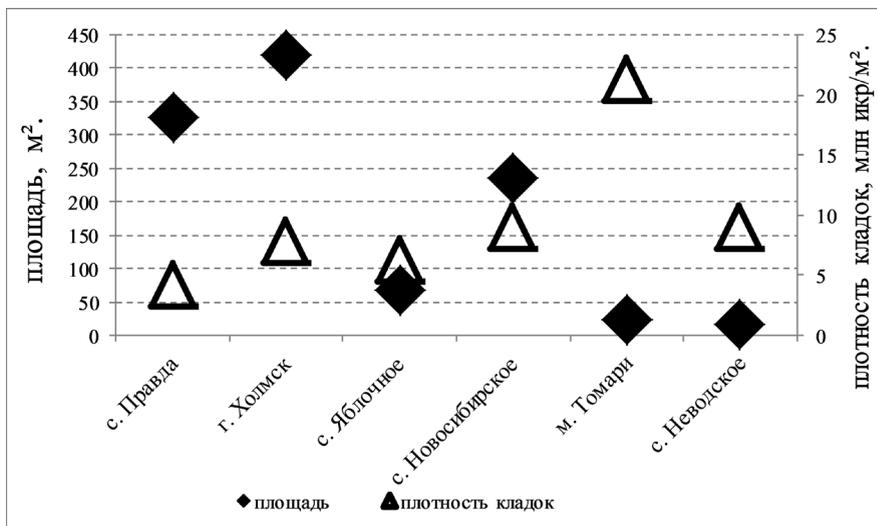


Рис. 4. Площадь нерестилищ и средняя плотность кладок икры сахалино-хоккайдской сельди у юго-западного побережья о. Сахалин в 2020 г. (приведены суммированные данные по локальным нерестилищам).

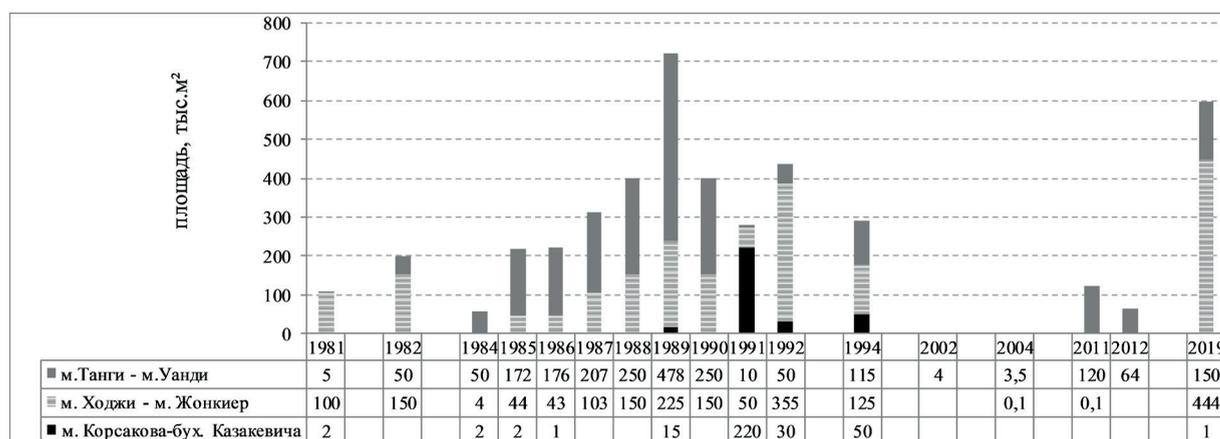


Рис. 5. Площадь нерестилищ декастринской сельди у сахалинского побережья Татарского пролива отдельно по участкам.

Ившина, 1999, 2006). По осреднённым данным за 1984–1992 гг. (период регулярных исследований) основные (60%) по площади нерестилища отмечались от м. Уанди до м. Танги, на акваторию от м. Ходжи до м. Жонкиер приходилось около 30% нерестовых площадей и от м. Корсакова до бух. Казакевича около 10%. В 2019 г. кардинальных изменений в распределении икры вдоль побережья не отмечено. В описываемые годы в целом протяжённость побережья, вдоль которого проходит нерест

основной массы рыб не изменялась, варьировалась только площадь локальных нерестилищ. В отличие от сахалино-хоккайдской сельди, для которой зафиксировано значительное сокращение общей протяжённости нерестовых подходов с уменьшением численности к началу 1960-х гг. и обратная картина во второй половине 2010-х гг.

Плотность кладок на субстрате икры декастринской сельди отличается невысокими значениями, по сравнению с другими популяциями тихоокеанской

сельди, в общем, максимальная плотность кладок икры известна для районов основного нереста, минимальная на второстепенных нерестилищах. Так же известно, что с уменьшением численности сельди этой популяции уменьшалась плотность кладок икры в среднем от 1,3–1,5 во второй половине 1980-х гг. до 0,5–0,7 млн икринок/м² в 1990-е гг. (Пушникова, Ившина, 1999, 2006; Науменко, 2001).

Декастринская сельдь, в силу своих биологических особенностей, характеризуется меньшим уровнем численности по сравнению с сахалино-хоккейской (Фролов, 1950; Козлов, 1968; Пушникова, 1996; Науменко, 2001). И стоило ожидать меньшую площадь обыкренных участков этой сельди. Однако оказалось, что в конце XX в. в период низкой численности запасов обеих популяций площадь нерестилищ и плотность кладок икры декастринской сельди у сахалинского побережья была заметно больше по сравнению с сахалино-хоккейской сельдью. В среднем с 1981 по 2020 гг. участки с икрой занимали площадь 236,8 тыс. м² на севере Татарского пролива и 76,7 тыс. м² на юге при удельном количестве икры на субстрате 1,0 и 0,6 млн икринок/м² соответственно (рис. 6). Подчеркнём, что располагаем

данными по распределению нерестовой сельди декастринской популяции только по сахалинскому побережью, где площадь нерестилищ, в общем, несколько меньше или равна таковой по материковому побережью (Фролов, 1950; Пушникова, Ившина, 1999).

С середины 2010-х гг. зафиксировано увеличение численности и биомассы сельди в Татарском проливе (Нагульная сельдь, 2021), что отразилось на протяженности нерестовых подходов рыб у западного побережья о. Сахалин и плотности кладок икры на субстрате. Площадь нерестилищ декастринской сельди в 2019 г. достигла почти ≈600 тыс. м², а сахалино-хоккейской – по данным 2020 г., составила ≈1100 тыс. м². При этом темпы увеличения запасов сельди сахалино-хоккейской сельди оказались довольно впечатляющими. Если считать, что её численность начала увеличиваться с середины 2010-х гг., то уже в 2020 г., судя по распределению и площади нерестилищ, она достигла уровня второй половины 1950-х гг., до выхода популяции на депрессивный уровень.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные в работе данные охватывают половину нерестового ареала декастринской сельди и северную

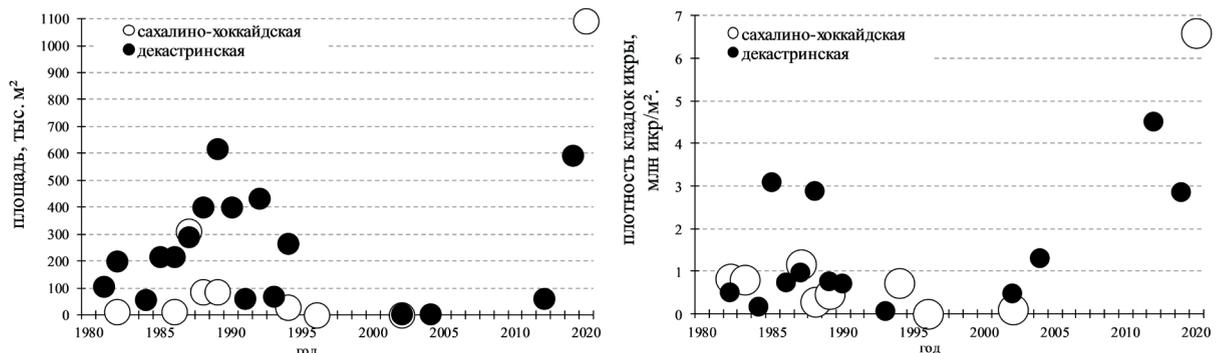


Рис. 6. Площадь нерестилищ и плотность кладок икры сельди у сахалинского побережья Татарского пролива.

часть нерестового ареала сахалино-хоккайдской сельди. Тем не менее, имеющаяся информация по динамике изменения площади нерестилищ и плотности кладок икры за длительный ряд наблюдений позволяет оценить перспективы роста запасов сельди декастринской и сахалино-хоккайдской популяции. У западного побережья о. Сахалин со второй половины 2010-х гг. отмечается возрастание численности рассматриваемых популяций сельди, что, среди прочих фактов, подтверждается и увеличением площади нерестилищ и плотности кладок икры по данным учётных икорных водолазных съёмок. В последние годы нерест сельди проходит практически повсеместно в районах основного нереста обеих популяций вдоль всего западного побережья о. Сахалин от м. Лопатина до м. Хой, слабо используются по данным за 2019–2020 гг. лишь второстепенные потенциальные нерестилища сельди в районе от м. Корсакова до бух. Казакевича. Однако учитывая темпы увеличения запасов сельди в северной части Японского моря, можно ожидать заполнение всех возможных участков нереста сельди у западного Сахалина в ближайшей перспективе. Важным признаком, подтверждающим увеличение численности сахалино-хоккайдской сельди, является её ранний нерест в апреле в районах южнее м. Слепиковского, характерных для периода высокой численности популяции. Современный рост численности декастринской и сахалино-хоккайдской сельди в северной части Японского моря свидетельствует о новом этапе в динамике запасов изучаемых популяций.

Благодарности

Автор выражает благодарность специалисту лаборатории океанографии

Сахалинского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии Д.М. Ложкину за предоставленные материалы по поверхностной температуре воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеевская М.А. Исследование нерестилищ (сельди) юго-западного района за 1937 г. Александровск-Сахалинский: Сах. отделение ТИРХ, 1938. 111 с. Инв. № 109 н/а.

Андреев В.Л. Эффективность нереста сельди в водах Сахалина в 1963 г. // Аннотации научных работ по исследованию сырьевой базы рыбной промышленности Дальнего Востока в 1963–1964 гг. 1967. С. 36–37.

Богаевский В.Т. Остров Монерон и его значение в сельдевом промысле Южного Сахалина // Рыбн. хозяйство. 1950. № 3. С. 43–44.

Банк А.А. Влияние некоторых биотических и абиотических факторов на выживание корфо-карагинской сельди в период раннего онтогенеза: Автореф. дис. ... канд. биол. наук; КамчатНИРО. Владивосток: КамчатНИРО, 2004. 24 с.

Будаева В.Д. Закономерности формирования океанологических условий в прибрежных промысловых районах о. Сахалин: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Владивосток: ТИНРО-центр, 1980. 24 с.

Веденский А.П. Лов сельди и иваси юго-западного района Советского Сахалина: научно-популярный очерк. Сах. отд. ТИНРО. Александровск на Сахалине, 1935. 27 с.

Веденский А.П. Наблюдения над поведением сельди в Татарском проливе // Изв. ТИНРО. 1957. Т. 45. С. 17–28.

Дарда М.А. О распределении личинок и сеголетков сельди у юго-западного побережья Сахалина // Сб. работ по биологии, технике рыболовства и технологии. Южно-Сахалинск: СахТИНРО. 1960. Вып. 1. С. 15–26.

Дарда М.А. Численность и распределение сахалино-хоккайдской сельди в водах Сахали-

на в 1969 г. // Пос. Антоново: ТИНРО, 1969. 80 с. Инв. № 1943 н/а.

Истошин Ю.В. Гидрологические условия весенней путины 1949 г. у Юго-Западного Сахалина // Труды Центрального института прогнозов. 1951. Вып. 029. С. 53–64.

Качина Т.Ф. Методика расчёта численности рыб в промысловом запасе корфо-карагинского стада сельди // Методы оценки запасов и прогнозирования уловов рыб: Тр. ВНИРО. 1967. Т. 62. С. 122–128.

К берегам Невельска подошла сельдь. Доступно через: <https://sakhalin.info/news/169228/> Дата обращения 01.12.2021

Кагановский А.Г. О летнем и осеннем распределении сахалинской сельди // Изв. ТИНРО. 1954. Т. 39. С. 73–82.

Козлов Б. М. Биология и промысел сельди в северной части Татарского пролива // Изв. ТИНРО. 1968. Т. 65. С. 3–11.

Козлов Б.М., Иванкова З.Г., Андреев В.Л. Распределение и состояние запасов сельди в сахалинских водах // Аннот. науч. работ по исслед. сырьевой базы рыб. пром-ти ДВ в 1963–1964 гг. Владивосток. 1964. С. 34.

Козлов Б. М., Шелегова Е. К. Условия, влияющие на промысел в северной части Татарского пролива // Рыбн. хозяйство. 1961. № 7. С. 9–11.

Миграции и распределение сельдей в водах Сахалина / А.И. Румянцев, А.И. Фролов, Б.М. Козлов и др. Сахалинское отделение ТИНРО. М.: Рыбн. хозяйство, 1958. 44 с.

Нагульная сельдь–2010 (путинный прогноз) / Владивосток: ТИНРО. 2010. 60 с.

Нагульная сельдь–2021 (путинный прогноз) / Владивосток: ТИНРО. 2021. 101 с.

Науменко Н.И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский: Камчат. печат. двор, 2001. 330 с.

Оперативные данные спутниковой системы «Terrascan» поверхностной температуры воды. Доступно через: <http://188.113.189.205/site.php?page=sst&Lang=RU>. Дата обращения: 15.01.2022

Петров К.М., Поздеев В.Б. Подводные ландшафты и фитобентос у берегов Южного Сахалина. Владивосток: Изд-во ДВГУ. 1992. 128 с.

Пискунов И.А. Некоторые данные о состоянии стада сельди залива Декастри // Изв. ТИНРО. 1947. Т. 25. С. 230–236.

Пискунов И.А. Ход сельди на нерест у западного побережья Южного Сахалина // Рыбн. хозяйство. 1949. №5. С. 37–41.

Пискунов И.А. Весенняя сельдь западного побережья южного Сахалина // Изв. ТИНРО. 1952. Т. 37. С. 3–67.

Пищальник В.М., Бобков А.О. Океанографический атлас шельфовой зоны острова Сахалин. Часть 1. Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2000. 174 с.

Пробатов А.Н. Подходы нерестовой сельди к западному побережью Южного Сахалина // Рыбн. хозяйство. 1950. № 2. С. 24–28.

Пробатов А.Н. К вопросу о перемещениях основных концентраций нерестовой сельди в водах Южного Сахалина // Доклады АН СССР. 1951. Т. 80. Вып. 5. С. 825–828.

Пробатов А.Н. О перспективах развития рыбной промышленности северного Сахалина 1951 г. п. Антоново: СахТИНРО, 1951а. 11 с. Инв. № 383 н/а.

Пробатов А.Н. Проблема численности южно-сахалинской сельди // Тр. совещ. АН СССР: Ихтиол. комиссия. 1953. Вып. 1. С. 110–123.

Пробатов А.Н. Распределение и численность нерестовой сельди у восточных берегов Японского моря // Изв. ТИНРО. 1954. Т. 39. С. 21–58.

Пробатов А.Н. О состоянии численности нерестовой и нагульной сельди в Татарском проливе // Рыбн. хозяйство. 1955. № 3. С. 38–42.

Пробатов А.Н., Шелегова Е.К. Распределение уловов нерестовой сельди у побережий Южного Сахалина // Изв. ТИНРО. 1968. Т. 65. С. 35–41.

Пушников Г.М. О состоянии запасов и возрасте оптимальной эксплуатации сахали-

но-хоккайдской сельди // Изв. ТИНРО. 1981. Т. 105. С. 79–84.

Пушникова Г.М. Состояние запасов сахалино-хоккайдской сельди и пути стабилизации её численности // Рыбохоз. исслед. в Сах.-Курил. р-не и сопред. акваториях: Сб. науч. тр. СахНИРО. Юж-Сах.: Сах. обл. книж. изд-во, 1994. С. 47–56.

Пушникова Г.М. Промысел и состояние запасов сельди присахалинских вод // Науч. тр. Дальрыбвтуза. Владивосток: Дальрыбвтуз. 1996. Вып. 8. С. 34–43.

Пушникова Г.М., Ившина Э.Р. Состояние запасов и перспективы промысла сахалинских популяций сельди // Прибрежные гидробиологические исследования. М.: ВНИРО. 1999. С. 223–230.

Пушникова Г.М., Ившина Э.Р. Некоторые данные о районах и условиях нереста сельди (*Clupea pallasii*) декастринской популяции // Вопр. рыболовства. 2006. Т. 7. № 3. С. 481–490.

Румянцев А.И. Современное состояние численности сахалино-хоккайдского стада сельди // Рыбн. хозяйство. 1958. № 4. С. 3–9.

Румянцев А.И. Методы, применяемые для оценки запасов и прогнозирования возможных уловов промысловых рыб в сахалинских водах // Тр. ВНИРО. 1967. Т. 62. С. 107–121.

Румянцев А. И., Дарда М.А. Воспроизводство и численность сахалино-хоккайдской сельди в 1960 году // Аннот. науч. работ по исслед. сырьевой базы рыб. Пром-сти Дальнего Востока в 1959–1962 гг. Владивосток: Дальневост. книж. изд-во, 1965. С. 69–70.

Световидов А.Н. Колебания уловов южно-сахалинской сельди и их причины // Зоол. журн. 1952. Т. 31, Вып. 6. С. 831–842.

Такого не было 70 лет. Нерест сельди возле Невельска. Доступно через: <https://www.youtube.com/watch?v=BEeHvofsI5Y>. Дата обращения 01.12.2021

Фадеев Н.С. О причинах длительной депрессии сахалино-хоккайдской сельди // Изв. ТИНРО. 2003. Т.123. С.168–175.

Фархутдинов Р.К. Экология воспроизводства, динамика численности и состояние запасов охотской сельди. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Хабаровск: ХфТИНРО, 2005. 22 с.

Фридлянд И.Г. Размножение сельди у юго-западного берега Сахалина // Изв. ТИНРО. 1951. Т. 35. С. 105–145.

Фридлянд И.Г. Поведение сельди в зоне распределения ставных неводов // Тез. докл. совещ. по вопр. поведения и разведки рыб. 1953. С. 156–157.

Фролов А.И. О локальных формах сахалинской сельди // Изв. ТИНРО. 1950. Т. 32. С. 65–71.

Фролов А.И. Распределение и условия обитания озёрных сельдей в водах Сахалина // Известия ТИНРО. 1968. Т. 65. С. 20–34.

Шелегова Е.К. Основные характеристики гидрологических условий района промысла сельди у юго-западного берега Сахалина: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Сахалинское отделение ТИНРО. Антоново, 1955. 16 с.

Ivshina E.R. Decline of the Sakhalin-Hokkaido herring spawning grounds near the Sakhalin coast // Proceed. Symposium Herring 2000: Expectations for a new millennium (Anchorage, Alaska, February 23–26, 2000). Alaska, 2000. P. 245–254.

Kondo H. On the conditions of herring *Clupea pallasii* Cuvier et Valenciennes in waters around Hokkaido and Sakhalin during recent scent // Rep. of the Hokkaido Fish. Exp. St. 1965. V. 3. P. 3–18.

Nagasawa K. Long-term variations in abundance of Pacific herring (*Clupea pallasii*) in Hokkaido and Sakhalin related to changes in environmental conditions // Progress in oceanography. 2001. V. 49. P. 551–564.

CONDITIONS FOR REPRODUCTION OF HYDROBIONTS

**DISTRIBUTION OF SPAWNING GROUNDS
OF PACIFIC HERRING SAKHALIN-HOKKAIDO
AND DECASTRI POPULATION OFF THE WEST
COAST SAKHALIN ISLAND (JAPAN SEA)**

© 2022 y. E.R. Ivshina

*Sakhalin branch of the Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography,
Yuzhno-Sakhalinsk, 693023*

The results of the spawning grounds distribution of the Pacific herring of the Sakhalin-Hokkaido and Decastri populations off the west coast Sakhalin Island (Sea of Japan) for the period from 1930–1950 to 2020 are summarized. Including data on the distribution of spawning grounds, eggs density in 2019 and 2020. Available information indicates clear signs of a modern increase in the number of herring of the populations under consideration.

Key word: Pacific herring, Sakhalin-Hokkaido and Decastri population, off the west coast Sakhalin Island, spawn distribution.

ОТРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ УЧЁТА ПЛОЩАДИ НЕРЕСТИЛИЩ СЕЛЬДИ В ОХОТСКОМ МОРЕ

© 2022 г. А.А. Дуленин, В.В. Свиридов

*Хабаровский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ХабаровскНИРО), Хабаровск, 6800028
E-mail: dulenin@mail.ru*

Поступила в редакцию 17.02.2022 г.

Отработаны методики учёта площади нерестилищ сельди с использованием потребительских подводных роботов и беспилотников. Такие аппараты перспективны для применения благодаря относительной дешевизне, лёгкости освоения и использования. Экспериментальные работы проведены с 11 мая по 9 июня в бухтах Круглая и Тунгусская (северная часть Охотского моря) в период подходов сельди на нерест. При помощи подводных роботов нерестилища необходимо обследовать методами точечных погружений и коротких трансект с записью скриншотов участков дна на смартфон и последующим автоматическим геореферированием полученных снимков. Работы следует сопровождать записью треков, координат станций и их атрибутивных данных в мобильной геоинформационной системе (ГИС). Беспилотные облёты нерестилищ необходимо выполнять в режиме автоматических линейных и полигональных миссий или ручного управления. Для сборки ортофотопланов оптимальна высота 150 м с продольным перекрытием снимков не менее 80% и поперечным – не менее 50% (не менее 20% при очень хорошей видимости дна). В тяжёлых условиях съёмки целесообразны зигзагообразные облёты нерестилищ на высоте 50 м со съёмкой серий фотографий без пересечения и дальнейшей сборки ортофотопланов. Материалы подводной и беспилотной съёмок, интегрированные в настольной ГИС, обеспечивают высокую точность и оперативность оценки площади нерестилищ, максимальную степень документированности и проверяемости получаемых материалов.

Ключевые слова: Охотское море, сельдь, нерестилища, учёт, ТНПА, БПЛА, ортофотоплан, методы.

ВВЕДЕНИЕ

Основой расчёта численности нерестового запаса охотской популяции сельди является оценка количества икры, отложенной ею на нерестилищах в северо-западной части Охотского моря (Тюрнин, 1967, 1973). Основными параметрами, определяемыми во время учётных работ, являются площадь нерестилищ и плотность обыврения на них; основными методами учёта являются водолазные икорные съёмки (Фархутдинов, 2005; Пономарев, 2012) и авианаблюдения (Фархутдинов, 2007). В на-

стоящее время количество отложенной икры тесно ($R^2 = 0,87$) обусловлено площадью локальных нерестилищ (Дуленин, Диденко, 2021). Из этого следует, что первоочередной задачей учётных работ должно быть как можно более точное определение площади нерестилищ. Для этого (помимо традиционных водолазных работ) целесообразно использовать современные технические средства, такие как телеуправляемые необитаемые подводные аппараты (ТНПА, подводные роботы), беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и

геоинформационные системы (ГИС). Общие возможности использования ТНПА в прибрежных гидробиологических исследованиях уже были показаны (Дуленин, Кудревский, 2019; Жариков, Лысенко, 2016; Buscher, et al. 2020; Racunski, et al., 2008; и т. д.). Обрисованы и общие перспективы использования БПЛА в этом направлении (Дуленин и др., 2021a; Raoult et al., 2020; Harris et al., 2019; и т. д.). ГИС для обобщения и анализа разнообразных данных рыбохозяйственных исследований применяют давно и успешно (Макрофауна ..., 2014; Нектон ..., 2003; Meaden, Aguilar-Manjarrez, 2013; Geographic ..., 2004; и т.д.). Существенный резон использования потребительских беспилотников и подводных роботов состоит в их относительной дешевизне: цена квадрокоптера сопоставима со стоимостью одного лётного часа пилотируемых авиаучётных работ, а подводного дрона – с одним комплектом водолазного снаряжения. Кроме того, такая потребительская техника удобна в использовании, относительно легка в освоении и не требует для своего применения привлечения дополнительного высококвалифицированного персонала. Учитывая возможность попутного использования таких аппаратов во время стандартных икорных съёмок, без значительных затрат времени и средств, целесообразно их внедрение в практику.

Однако применение указанных инструментов и методов требует серьёзной адаптации к специфике икорных съёмок в суровых климатических условиях северо-западной части Охотского моря. В связи с этим, было решено отработать технику их использования в стационарном режиме, на одном из локальных участков расположения нерестилищ сельди близ поселка Охотск.

Цель исследования состояла в том, чтобы выработать целостную техноло-

гию обследования нерестилищ сельди при помощи современных технических и программных средств. Перед авторами стояли следующие основные задачи:

Выбрать оптимальные технические и программные средства учётных работ.

Выявить и учесть особенности использования исследовательских инструментов в конкретных условиях Охотского моря.

Сформулировать конкретные алгоритмы проведения учётных работ посредством ТНПА и БПЛА.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Наблюдения проводили с 11 мая по 9 июня в районе бухт Круглая и Тунгусская, расположенных непосредственно к востоку от поселка Охотск (рис. 1).

ТНПА. Использована классификация ТНПА по ГОСТ Р 56960–2016 (доступно через <https://docs.cntd.ru/document/1200136057>, дата обращения 06.02.2022). Работы выполняли при помощи микро–ТНПА Chasing M2 (рис. 2) со следующими наиболее важными характеристиками: вес аппарата 4,5 кг, вес комплекта оборудования 10 кг, фото 12 мП, видео 4К, подсветка – 2 осветителя по 2000 лм каждый, кабель 100 м, съёмная батарея ёмкостью 97 ватт/час.

Съёмки проводили с моторной лодки в соответствии с подходами, изложенными ранее (Блинова и др., 2005; Дуленин, Кудревский, 2019). Ориентируясь по расположению станций прежних икорных съёмок 2010–2020 гг., перпендикулярно берегу через каждые 0,5 км выполняли серии разрезов. На разрезах делали серии погружений ТНПА (станций) от верхней до нижней границ растительности, т.е. на глубинах от 3 до 12 м. Расстояние между погружениями составляло от 50 до 150 м. Было выполнено 42 станции на 10 разрезах. На спокойной воде аппарат использо-



Рис. 1. Участок выполнения экспериментальных работ у побережья Охотского моря в 2021 г.



Рис. 2. Оператор с микро-ТНПА и сопутствующим оборудованием.

вали в режиме ТНПА (с активным перемещением при помощи движителей). На течении погружения выполняли в режиме привязной подводной видеокамеры (с заблокированными движителями). В этом случае к носовой части аппарата на расстоянии 0,5 м от камеры при помощи лески прикрепляли свинцовый груз весом 2 кг. Благодаря такому решению добивались относительно неподвижного положения аппарата на течении и волнах при посадке грузом

на дно. В западной части участка (станции 1–34) аппарат погружали и стабилизируют в пространстве при помощи движителей, в восточной части (станции 34–42) работали в пассивном режиме. Дополнительно, у м. Марекан, выполняли обследования дна в виде сплошных трансект, запуская ТНПА непосредственно с берега.

Изображения, полученные ТНПА, передавались с пульта управления на смартфон оператора через Wi-Fi посредством специализированного мобильного приложения Chasing GO1 (рис. 3, справа) и сопровождалась выводимыми на экран данными телеметрии (курс, глубина, угол наклона ТНПА, температура воды). Роботом управляли 2 человека – один погружал и доставал из воды аппарат, другой вел съёмку при помощи пульта управления и смартфона. Оператор делал скриншоты (снимки экрана) выводимых на смартфон изображений. Ежедневно после использования аппарат выдерживали не менее часа в пресной воде, запуская движители на 10 мин для их опреснения. Все снятые материалы ежедневно сохраняли на рабочем ПК для дальнейшей обработки и анализа.

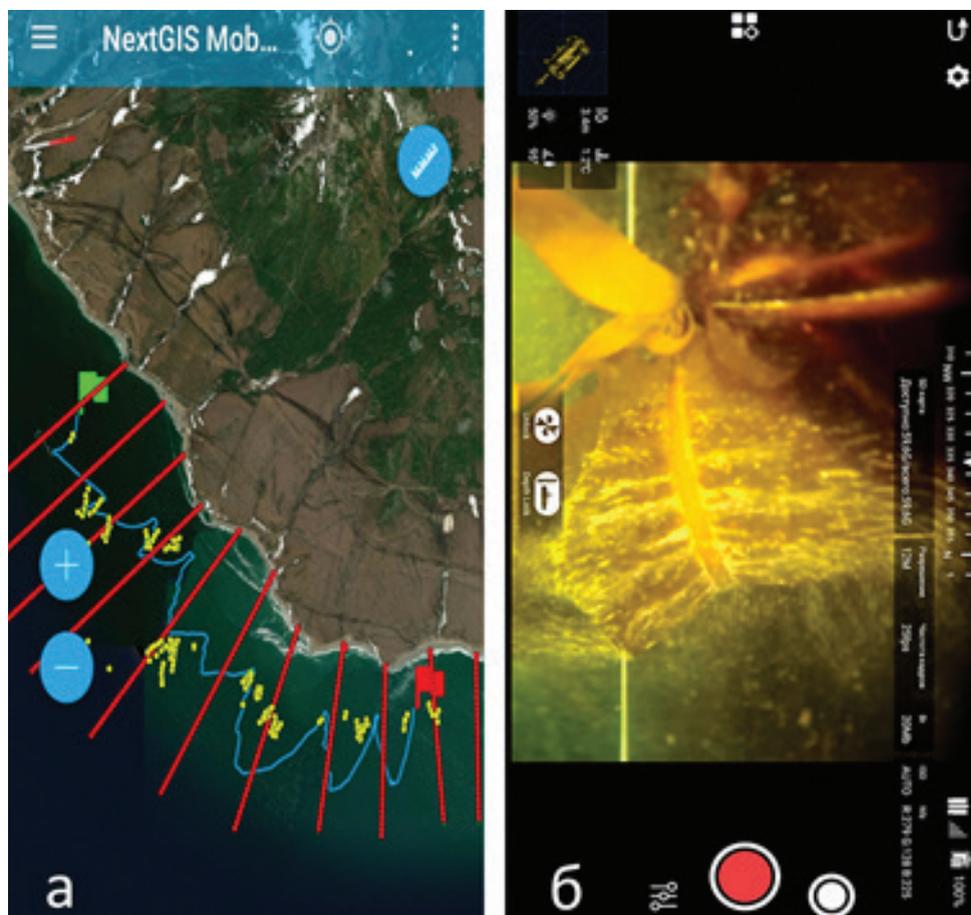


Рис. 3. Интерфейс мобильных приложений NextGIS Mobile (а) и Chasing GO1 (б).

Для ориентирования на местности использовали мобильное приложение NextGIS Mobile (рис. 3, слева). Для удобства пользования и экономии заряда батареи, этим приложением пользовались с отдельного, второго смартфона. В приложение были заранее загружены космоснимки и топокарты местности, станции ранее выполнявшихся икорных съёмок (группы точек) и заранее отрисованные сектора выполнения разрезов (ряды точек). В этом приложении автоматически записывали треки передвижения лодки (сплошная линия). Номера станций в приложении вносили вручную, а их атрибутивные данные (координаты, дата, время) записывались автоматически.

Для аппаратов под водой недоступны сигналы спутниковых навигацион-

ных систем (ГЛОНАСС, GPS и т.п.), а микро-ТНПА потребительского класса не оснащаются дорогостоящими системами подводного позиционирования (USBL), работающими на принципах эхолокации. В связи с этим пространственную привязку сделанных скриншотов выполняли по GPX-трекам, записанным в NextGIS Mobile. Для этого при помощи специализированной свободно распространяемой программы GeoSetter по записанному в метаданных скриншотов времени съёмки, они синхронизировались с данными треков о координатах в момент выполнения снимка. Эти координаты автоматически прописывались в метаданных снимков. Далее треки и скриншоты выгружали в настольную ГИС NextGIS QGIS. По снимкам и их атрибутивным данным заполняли стан-

дартные электронные таблицы данных икорных съёмок, содержащие сведения о датах, координатах, глубинах, температуре воды, грунтах, наличии и составе водорослевого пояса, наличии обыкрения на станциях и его мощности по пятибалльной шкале (0 – обыкрения нет, 1 – обыкрение крайне слабое, 2 – обыкрение слабое, 3 – обыкрение умеренное, 4 – обыкрение обильное, 5 – обыкрение весьма обильное). Площадь водорослевого пояса и нерестилищ определяли в настольной ГИС NextGIS QGIS посредством инструментов оцифровки и расчёта пространственных атрибутов.

БПЛА. Для аэрофотосъёмки использовали потребительские квадрокоптеры DJI Phantom 4 Pro v2 (заявленное время полёта до 30 мин., высота до 500 м, скорость до 72 км/ч, радиосигнал до 6000 м, камера с диагональю матрицы 1', 20 мП). Применяли 2 беспилотника (второй – страховочный). Для управления полётами использовали планшет iPad 2019 либо смартфон iPhone 7. Для скоростной записи больших объёмов данных использовали карты памяти MicroSD класса UHS-3 ёмкостью 128 Гб. Для размагничивания компаса БПЛА использовали специализированный размагничиватель Sfixer. Для зарядки аккумуляторов БПЛА в полевых условиях от аккумуляторов автомобилей или подвесных моторов маломерных плавсредств использовали портативный инвертор электрического тока. Для защиты оборудования от влаги использовали гермомешки, а для БПЛА – специальные герметичные рюкзаки.

Для фотограмметрической обработки данных беспилотной съёмки использовали высокопроизводительные ноутбуки (ОЗУ от 24 гБ, процессор от 6 физических ядер, видеокарта 8 гБ) – 2 шт., второй страховочный. Для построения и выполнения автоматических полётов

миссий (заранее спланированных полётов по необходимому маршруту с заданными параметрами: высотой, скоростью, режимами съёмки и т.п.) применяли специализированное ПО Map Pilot Pro для iOS. Для полётов в режиме ручного управления использовали штатное ПО DJI GO 4. Для фотограмметрической обработки аэрофотоснимков, а именно для сборки ортофотопланов, использовали программный пакет Agisoft Metashape Professional для Windows. Выходными данными стали ортофотоснимки, ортофотопланы. При проведении работ приоритетными были следующие показатели:

- качество (разрешение на местности, минимальный смаз);
- производительность (темпы съёмки – площадь и протяжённость за единицу времени, продолжительность работ, минимум задействованных лиц);
- безопасность (соответствие погодных условий возможностям аппарата, применение автоматических миссий, остаточный страховочный заряд батареи и т.д.);
- простота (невысокие требования к квалификации исполнителей).

Помимо съёмок на нерестилищах, БПЛА использовали для фото- и видеосъёмки на добыче сельди при помощи кошельковых и ставных неводов.

В сумме проведено более 60 полётных миссий продолжительностью 7–23 мин. каждая, отснято 13,5 тыс. аэрофотоснимков, с последующим созданием ортофотопланов.

Все материалы, отснятые с помощью ТНПА и БПЛА, были помещены в настольную ГИС NextGIS QGIS «ХабаровскНИРО».

РЕЗУЛЬТАТЫ

С 11 мая по 5 июня включительно бухты Круглая и Тунгусская были по-

крыты плавающими льдами. С 6 по 8 июня была штормовая погода с высотой волны 1,5–3 м. Эти обстоятельства препятствовали регулярному проведению наблюдений. Работы были проведены в периоды временного освобождения ото льда и образования полыньи на обследуемых участках. Средняя температура воды в придонном слое за период наблюдений составила 0,4°C. Между тем, по данным многолетних наблюдений, массовые подходы и нерест сельди наблюдаются при температуре не менее 2–3°C (Фархутдинов, 2007). Вследствие этого на обследуемом участке кратковременный подход сельди был отмечен только в 1 день – 28 мая.

Работа с ТНПА. По выполненным наблюдениям, поселения водорослей на дне формировали *Saccharina gurjanovae* (A.D. Zinova) Selivanova, Zhigadlova & G.I. Hansen, 2007, aff. *Laminaria appressirhiza* J.E. Petrov & V.B. Vozzhinskaya, 1970, aff. *Laminaria inclinatorhiza* J.E. Petrov & V.B. Vozzhinskaya, 1970, *Alaria esculenta* (L.) Greville, 1830, *Stephanocystis crassipes* (Mertens ex Turner) Draisma, Ballesteros, F. Rousseau & T. Thibaut, 2010, а также представители Rhodophyta, местами aff. *Hymenena ruthenica* (Postels & Ruprecht) A.D. Zinova, 1965. Поскольку в воде присутствовало значительное количество взвеси, не удалось однозначно определить видовую принадлежность представителей *Laminaria* и большинства мелких Rhodophyta. Однако, учитывая задачи исследования, этот недостаток не имел критического значения. Площадь водорослевого пояса (рис. 1) на обследованных участках оценена в 1,6 км². Вероятно, эта площадь оказалась занижена из-за невозможности обследовать весь участок в сложной ледовой обстановке, хотя возможно как уничтожение водорослей льдами и штормами, так и замывание твердых грунтов, пригодных

для поселения макрофитов. В бух. Круглой и на м. Марекан по данным обследования штормовых выбросов водорослей следов нереста отмечено не было. Слабый нерест был отмечен только в бух. Тунгусской. Всего из 42 выполненных ТНПА станций следы нереста были обнаружены только на 7 на глубинах от 3 до 4,2 м. Обыкрение было местами отмечено только на гофрированных слоевищах водорослей *Alaria esculenta* (рис. 3, справа). Интенсивность обыкрения слоевищ оценена в 1 или 2 балла. Несмотря на плохие условия съёмки из-за мутности и течений, наличие обыкрения и его степень были легко определены (рис. 3б). Общая площадь нерестилищ (рис. 1) оценена в 0,5 км². Для сравнения, в 2020 г. площадь нерестилищ в бухтах Круглой и Тунгусской составила 2,9 км², т.е. почти в 6 раз больше.

Для организации аналогичных исследований, целесообразно изложить полученные методические наработки. Если нерестилища узкие (менее 100 м) и располагаются от уреза воды, их можно обследовать непосредственно с берега. В этом случае ширина обследованного участка соответствует длине вытравленного кабеля. В иных случаях следует работать с быстроходных и мореходных маломерных лодок или катеров. Когда работа выполняется в экспедиционном режиме, маломерное судно должно базироваться на материнском НИС. Желательно, чтобы маломерные плавсредства имели тенты или кубрики для защиты от дождя и брызг. Однако, если смартфоны, используемые во время съёмки, имеют влагозащищенное исполнение или защищены специальными чехлами, вполне можно работать и при сырой погоде. Практика показала, что оптимальный состав рабочей группы – 3 человека: моторист, оператор ТНПА и кабеля, оператор пульта дистанционного управ-

ления. Такой состав обеспечивает наибольшую скорость и эффективность работы. Кроме того, практика экспедиционной водолазной съёмки в Татарском проливе (Дуленин и др., 2021б) показала, что одновременные и параллельные погружения микро-ТНПА и водолаза с отбором проб в точке погружения ТНПА весьма удобны, позволяют визуально контролировать водолазные сборы и дают возможность избавиться от ряда артефактов водолазных учётных работ (Дуленин, 2017). При параллельной работе с водолазом на течении, во избежание взаимного сноса, на каждой станции следует становиться на якорь. Для максимальной точности позиционирования, при любом сценарии работ, подводный робот следует погружать непосредственно под лодкой.

Специфика икорных съёмок такова, что в отличие от обычных гидробиологических исследований (Дуленин, Кудревский, 2019), для оценки наличия и степени обкрения оптимальны точечные погружения (при относительно прозрачной и спокойной воде) или короткие – 10–20 м трансекты в дрейфе (на течении и в мутной воде). Станции следует выполнять через каждые 30–100 м, в зависимости от ширины нерестилища, разрезы – через 0,2–1 км, в зависимости от его длины. Сплошные протяжённые трансекты в движении (до нижней границы обкрения) возможны только на очень малой скорости (до 1–1,5 км/ч), иначе картинка размывается и качественные снимки получить невозможно. Такие сплошные трансекты целесообразно выполнять, если пояс растительности заведомо узок, порядка нескольких десятков метров (например, как во внешней части зал. Алдома), или когда обследуются небольшие районы (например, Тауйская губа), съёмка не ограничена во времени, а её условия

близки к идеальным. Если же выполняется сжатая по времени съёмка больших районов, выполнение сплошных трансект приведёт к неоправданному затягиванию работ.

Для получения качественных снимков ключевое значение имеет свет. В прозрачной воде, для получения максимально детализированной картинки, осветители следует включать на полную мощность даже на мелководьях. При повышенной мутности подсвечивание взвеси сильно портит картинку, поэтому осветители необходимо выключать. На каждой станции, в зависимости от условий съёмки, необходимо делать несколько скриншотов (3–10), добиваясь наиболее чёткой картинки. Параллельно скриншотам следует делать видеозаписи всех погружений, включая запись в момент достижения нужной глубины и выключая при начале подъёма. В прозрачной воде съёмку следует вести в разрешении 4К, при высокой мутности – в FullHD или HD.

Поскольку съёмки выполняются преимущественно в осложнённых условиях, с течениями и волнением, микро-ТНПА в таких случаях целесообразно использовать в пассивном режиме, с заблокированными движителями, используя для погружений и стабилизации в пространстве груз, как описано в разделе «Материал и методика». Продолжительность разового выезда с микро-ТНПА лимитируется ёмкостью его батареи. Продолжительность работы аппарата от батареи зависит прежде всего от температуры воды. В нашем случае, при перемещении с помощью движителей и температуре воды около 0°C, одного заряда оказалось достаточно для выполнения 34 станций с точечными погружениями и короткими трансектами, выполненных в течение 3,5 ч. При этом суммарное время работы под водой со-

ставило около 45 мин. Следует отметить, что водолазное обследование такого количества станций потребовало бы около одного дня работы.

Таким образом, работы с микро-ТНПА продемонстрировали высокую оперативность: для практических задач их производительность вполне удовлетворительна. Если же аппарат используется преимущественно или полностью с заблокированными двигателями, его стандартной батареей достаточно для целого дня работы и выполнения 50–60 станций. При необходимости повышения производительности, можно использовать сменные или более ёмкие батареи. Однако при организации съёмки следует принимать во внимание, что последние (ёмкостью свыше 100 Вт/ч) запрещены к авиаперевозкам.

Наиболее существенным недостатком использовавшейся модели микро-ТНПА оказалась малая надёжность двигателей. Необходимо избегать посадок аппарата в ил и песок, иначе они быстро выходят из строя. Двигатели таких аппаратов рассматриваются пользователями в качестве расходного материала, благо, что для обсуждаемой модели их можно докупать отдельно и заменять в рабочем порядке. Официальный представитель производителя в России сообщает о работах над усовершенствованием двигателей. Степень их надёжности покажет практика. В связи с этим, кратко обсудим альтернативы обсуждаемому классу аппаратуры. Упрощённой заменой микро-ТНПА могли бы служить подводные привязные видеокамеры. Однако, их многочисленные дешёвые модели имеют низкое качество, а дорогие профессиональные (доступно через <https://www.rovbuilder.com/vodolaznye-televizionnye-kompleksy/>; <https://gnomrov.ru/products/dcam/>, дата обращения 07.02.2020), будучи сопоста-

вимы с микро-ТНПА по цене, не имеют их функционала. Пульты управления таких камер не защищены от влаги. Далее, на рынке присутствует ряд моделей мини-ТНПА отечественного производства (доступно через <https://www.rovbuilder.com/rb-150/>; <https://gnomrov.ru/products/gnom-standard/>, дата обращения 07.02.2020). Они весьма надёжны, но довольно громоздки, что может представлять проблему при авиаперевозках и работе с малых плавсредств. Их пульта управления также не защищены от влаги и при сырой погоде могут эксплуатироваться только в закрытой рубке. Работа на открытой палубе в условиях реальной икорной съёмки приведет к быстрому выходу оборудования из строя. Что касается легких, средних и тяжёлых ТНПА, то хотя они вполне успешно используются в гидробиологических исследованиях (Жариков, Лысенко, 2016), однако дороги, имеют большой вес, высокое энергопотребление, требуют для управления специально обученного персонала или даже специально оборудованных судов. Очевидно, что для задач икорной съёмки использование таких аппаратов нецелесообразно. Исходя из опыта применения различных инструментов: привязных камер, мини-ТНПА (Дуленин, Кудревский, 2019) и микро-ТНПА, последний класс аппаратов авторы считают оптимальным для обследования нерестилищ сельди.

Работа с БПЛА. Тяжёлая ледовая и погодная обстановка на протяжении всего периода работ представляла собой идеальные тестовые условия для отработки методик беспилотной аэрофотосъёмки. Большую часть времени на собираемых ортофотопланах наблюдались льды (рис. 4). Ветер сильнее 10 м/с наблюдался редко, однако даже при наиболее сильном ветре (до 14 м/с) БПЛА работали в штатном режиме.

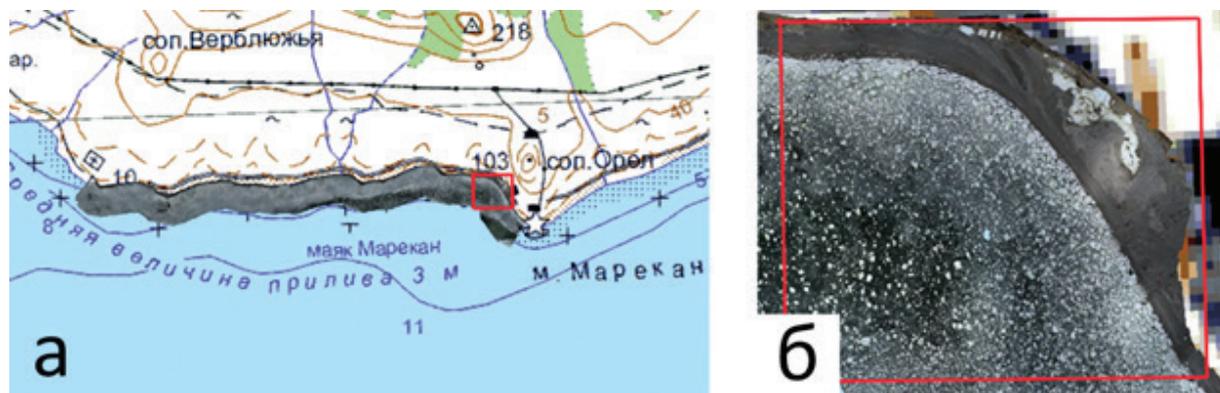


Рис. 4. Сложная ледовая обстановка. Ортофотоплан бух. Круглая (а) и его увеличенный фрагмент (б).

Поскольку нерестилища на обследованном участке расположены на глубине не менее 3 м и удалении от берега не менее 0,5 км, материалы беспилотной аэрофотосъёмки не позволили оценить площадь водорослевого пояса или подтвердить факты нереста, отмеченного по снимкам ТНПА. Однако авторы (Дуленин и др., 2021а) уже показали, что беспилотная аэрофотосъёмка с дронов потребительского класса – эффективный способ картирования донной растительности прибрежных мелководий в условиях Дальнего Востока России. Хорошие результаты беспилотной съёмки нереста и нерестилищ сельди в 2021 г. получены А.М. Панфиловым («МагаданНИРО») в Ольском лимане (Магаданская область). Неопубликованные результаты этих работ были доложены на научно-консультационном совете по сельди в июне 2021 г. Далее, в сети Интернет есть видеозаписи беспилотных съёмок нереста сельди, выполненные у берегов Северной Америки (доступно через <https://www.youtube.com/watch?v=sopq3lu9ow>, https://www.youtube.com/watch?v=PJvxW_rG7h0, дата обращения 07.02.2022). Однако, все эти материалы имеют обзорно-иллюстративный характер. Возможности и ограничения работы в тяжёлых условиях до сих пор не были обозначены.

Кроме того, не были выработаны конкретные приёмы и алгоритмы работ в зависимости от полётной обстановки. Между тем, опыт показывает, что подъём беспилотника в воздух и даже прохождение нужного маршрута в тяжёлых условиях низких температур, высокой влажности, низкой облачности, далеко не гарантирует удовлетворительных результатов съёмки. В связи с этим, для выработки необходимых методических приёмов, нами была выполнена серия тестовых полётов с различными настройками БПЛА. Принципиальная возможность аэрофотосъёмок при помощи потребительских беспилотников в тяжёлых условиях северной части Охотского моря до проведения тестовых работ была под вопросом, однако испытания показали возможность уверенных регулярных съёмок до 5 км побережья в течение одной миссии и на одной батарее даже при относительно неблагоприятной погодной обстановке.

Подробные методические рекомендации по морской беспилотной съёмке неизбежно будут иметь большой объём, поэтому здесь кратко обрисованы лишь основные её особенности. Полёты необходимо выполнять только в радиусе устойчивого радиосигнала. Не следует летать близ скоплений птиц, особенно хищных. В туман не следует летать даже

на малой высоте: оптика и детали беспилотника покрываются каплями воды, что может привести к выходу из строя его электроники и двигателей (рис. 5а). Снимки в туман получаются заведомо плохого качества, поэтому полёты в такую погоду не имеют практического смысла даже при использовании влагозащищенных БПЛА с гидрофобным покрытием оптики. Также не следует летать при сочетании высокой влажности и низкой температуры воздуха (ниже +3°C на поверхности): это может привести к обмерзанию пропеллеров (рис. 5б) и падению аппарата.

Летая при умеренной влажности, следует учитывать снижение ёмкости батареи на холоде: при низких температурах расчётную продолжительность полёта нужно устанавливать в 50% времени, заявленного производителем (т.е. 15 мин. для применяемого нами аппарата). Все полёты необходимо планировать так, чтобы остаточный заряд батареи при посадке составлял не менее 30%. При низкой облачности аппарат следует поднимать в воздух ниже слоя облаков. Облака снижают освещённость, поэтому при полётах в таких условиях следует увеличивать выдержку камеры в той степени, чтобы нужные объекты были качественно видны на снимках. Соответственно, потребуется пропорциональное снижение скорости полёта для минимизации

смаза. Для обеспечения максимальной скорости полёта при минимальных выдержке и смазе, целесообразно использовать аппараты с наибольшим физическим размером матрицы (например, из моделей DJI: Mini 2 с матрицей 2/3” и Phantom IV v.2 – 1”, предпочтителен последний). Лёд, рябь, блики, мутность воды, слабая выраженность различных элементов дна приводят к снижению качества ортофотопланов, уменьшению их пространственного покрытия и точности. Тем не менее, характеристики ортофотопланов остаются вполне приемлемыми для работы (рис. 6).

Пространственное разрешение ортофотопланов составило 4,1 см в пикселе при съёмке с высоты 150 м и 1,4 см/пикс. – с 50 м. Такой детализации достаточно для опознания как мелких деталей рельефа, так и отдельных словесных водорослей, рыб и т.п. (Дуленин и др., 2021б). Оптимальна для работы высота 150 м: она позволяет снимать прибрежную зону шириной около 225 м, чего достаточно для обследования мелководной части нерестилищ. При необходимости для съёмки более широкой прибрежной полосы, следует планировать автоматические миссии в 2 пролёта: туда, на расстоянии от берега около 100 м, и обратно, на расстоянии от берега 200–250 м (в зависимости от выбранного поперечного пересечения).



Рис. 5. Воздействие высокой влажности и низких температур на беспилотную технику. Видны капли влаги на камере (а) и кромка льда на пропеллерах (б).

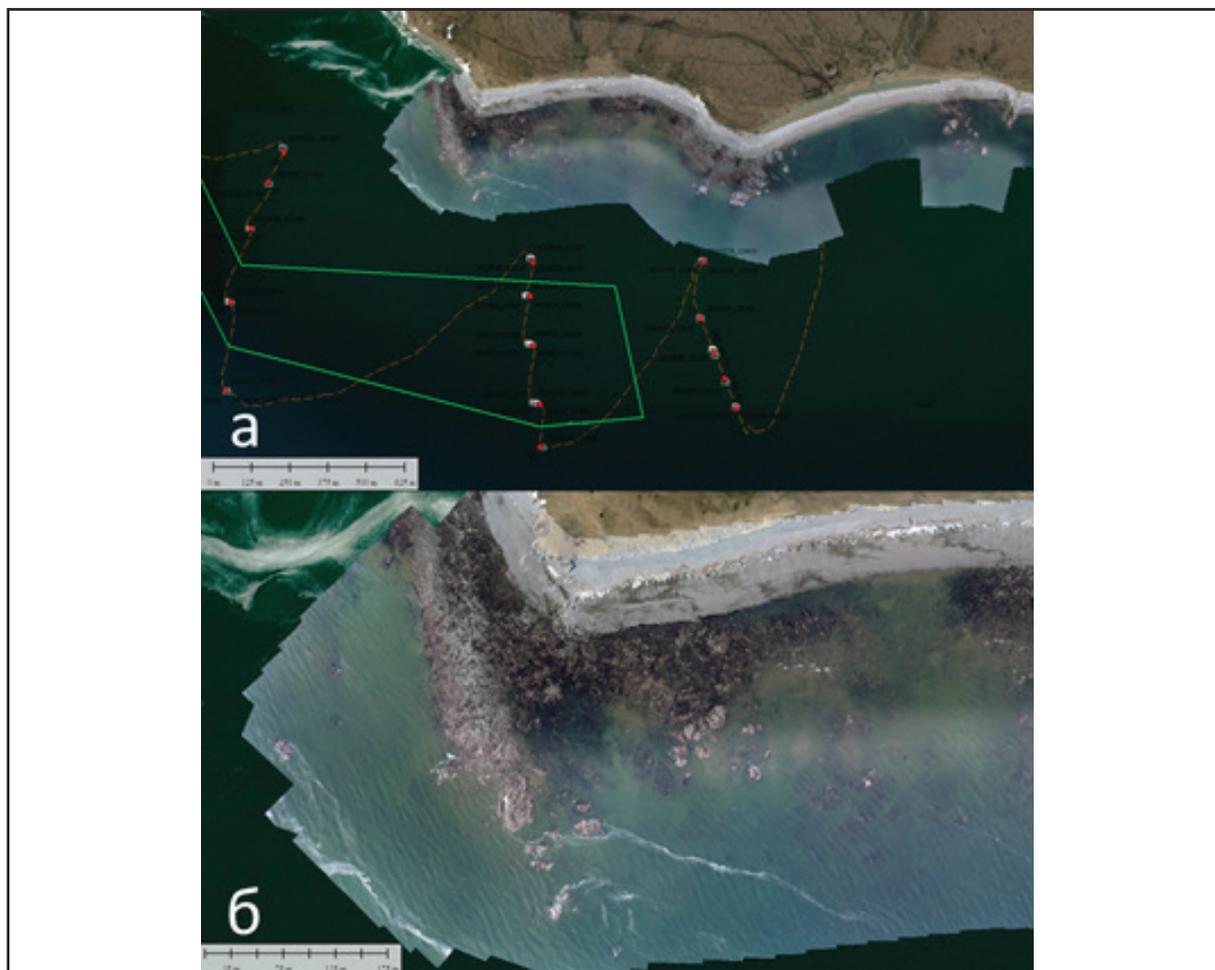


Рис. 6. Пример ортофотоплана при съёмке в пасмурную погоду при мутности воды (а) и его увеличенный фрагмент (б). Пунктир – трек маломерного плавсредства, точки – станции ТНПА, пиктограммы с изображением фотоаппарата – сделанные на станциях подводные фотографии, контур – водорослевый пояс по данным ТНПА.

Для качественной сборки ортофотопланов съёмки моря необходимо выполнять так, чтобы всегда захватывать в кадр не менее 10–30 м берега. Вновь обследуемые участки целесообразно снимать в ручном режиме с высоты 150 м, ведя серийную фотосъёмку (через каждые 2 сек.) в максимальном разрешении, с места или в преследовании, сопровождая БПЛА на маломерном судне. Для облегчения труда оператора, уже известные участки бывает удобно обследовать в режиме автоматических полётных миссий. Для их прокладывания выработаны следующие оптимальные параметры:

А) Для обследования протяжённых открытых участков побережья при хорошей погоде оптимальны линейные миссии в один или два пролёта (высота 150 м, продольное перекрытие снимков 80%, при необходимости, поперечное – 20–50%, скорость до 15 м/с в зависимости от условий съёмки).

Б) Для съёмки небольших бухт наиболее подходят полигональные миссии (высота 150 м, продольное перекрытие 80%, поперечное – 20–50%, скорость до 15 м/с, в зависимости от условий съёмки).

В) В сложных условиях съёмки (низкая облачность, рябь) следует огра-

ничиться зигзагообразными (рис. 1) выборочными миссиями без пересечения снимков (высота 50 м, доля площади, покрываемой снимком – около 50%, расстояние между соседними разрезами приблизительно равно длине самого разреза, скорость – 7,5 м/с). Материалы такой съёмки недостаточны для сборки ортофотоплана, однако они позволяют, во всяком случае, задокументировать видимые границы нерестилища. Возможно преобразование полученных снимков в ортофотоснимки, однако для этого необходимо использование коммерческого ПО Global Mapper. Ортофотоснимки, подобно ортофотопланам, геореферированы, по ним возможны измерения, хоть и с меньшей точностью.

Оптимальны следующие сценарии обследования нерестилищ:

1. Умеренный ветер, хорошая погода и освещение: 5-км полёты, высота 150 м, скорость до 15 м/с, тотальные ортофотопланы побережья.

2. Сильный ветер, хорошая погода и освещение: сокращённые полёты, высота 150 м, скорость до 15 м/с, ортофотопланы отдельных отрезков побережья.

3. Пасмурная погода, плохое освещение: по необходимости – сокращённые полёты, высота 150 м, скорость до 7 м/с, ортофотопланы отдельных отрезков побережья.

4. При нецелесообразности работы со стартовой точки на суше или с материнского судна: линейные полёты с борта маломерного судна в режиме преследования, высота 150 м, переменная скорость, тотальные ортофотопланы побережья.

5. Низкая облачность: зигзагообразные полёты с автоматической съёмкой серий отдельных снимков побережья, высота 50 м, скорость 15 м/с с полной остановкой для каждого снимка.

Планируя работу, следует принимать во внимание, что миссии на высоте не более 150 м в пределах прямой видимости, в светлое время суток, вне зон ограничений полётов не требуют согласования с Росавиацией (Постановление..., 2019).

Помимо обследования участков нерестилищ, успешно отработано применение БПЛА для сопровождения промысловых операций: контроля постановки ставного невода, наблюдения за ловом сельди кошельковыми неводами и т.п. Представители промышленности использовали свои БПЛА для прокладки маршрутов судов и выбора оптимальных участков замёта кошельковых неводов во льдах. При массовых подходах сельди, отслеживание перемещений косяков, контроль заполнения ловушек ставных неводов и подобные операции при помощи беспилотников, обещают быть столь же успешными.

Следует понимать, что после очистки от льдов полётная обстановка в прибрежной зоне существенно улучшается. Так, в период работ по нерестовой сельди с конца 60-х годов прошлого века по 2005 г. ежегодно выполнялось не менее 6 авиаоблётов нерестилищ с аэрофотосъёмкой (Фархутдинов, 2007), что предполагает наличие достаточного количества дней с хорошей съёмочной погодой. Наш опыт показывает, что в течение одного погожего дня средствами беспилотников потребительского класса можно обследовать не менее 60 км морского побережья (Дуленин и др., 2021а). Протяжённость отдельных нерестилищ по архивным данным икорных съёмок «ХабаровскНИРО» составляет от 0,5 км для небольших до 20–30 км для двух крупнейших, в зал. Алдома и Ейринейской губе. Полученный опыт показывает, что на обследование каждого из локальных нерестилищ потребуется, при

правильной организации съёмки, от 1 до 4–10 вылетов, на которые потребуется от 10 мин. до нескольких часов. Для обследования большинства нерестилищ достаточно одного вылета. При планировании работ следует учитывать описанные ограничения аппаратов, связанные с погодными условиями и протяжённостью полётов. Время на обследование следует выделять с существенным запасом, соотносясь с прогнозами погоды. Благоприятные погодные условия следует использовать в полной мере, обследуя максимальное возможное количество нерестилищ в течение каждого дня. В качестве средств доставки оптимальны высокомореходные и быстроходные маломерные суда, позволяющие быстро передвигаться между нерестилищами, обходя максимальную протяжённость побережья в сутки. Из-за переменчивости погоды и ситуативного характера беспилотной съёмки, результаты некоторых облётов могут оказаться неудовлетворительными, поэтому отдельные нерестилища могут потребовать повторных обследований в более благоприятных съёмочных условиях. Специфика беспилотной съёмки такова, что её планирование и организация должны быть максимально гибкими и оперативными.

Ранее пилотируемых полётов на высоте 700 м при удалении от берега до 2 км (Фархутдинов, 2005) было вполне достаточно для картирования нереста и нерестилищ сельди. Беспилотная съёмка с меньшей высоты обеспечивает заведомо более детальные и, что важно, документально подтвержденные ортофотопланами результаты. Ошибка определения границ нерестилищ при классической пилотируемой аэрофотосъёмке, не предусматривающей геореферирования снимков, составляет сотни метров, тогда, как геореферирование результа-

тов беспилотной съёмки даёт ошибку около нескольких метров, т.е. на 2 порядка меньше. Очевидно, что от повышения точности обследований следует ожидать и улучшения прогнозных показателей (Дуленин, Диденко, 2021).

Применение ГИС. Общая функция ГИС заключается в систематизации и интеграции получаемых результатов. Мобильные ГИС служат для записи атрибутивных данных каждой станции на смартфон или планшет непосредственно в полевых условиях, что весьма полезно. Кроме автоматически записываемых треков передвижений, даты, времени и географических координат на станциях, легко вести запись прочих, необходимых при выполнении икорной съёмки данных: сведений о глубине, характере грунта, наличии и степени обикрения, наличии и проективном покрытии доминирующих видов растительности. При необходимости, атрибутивные таблицы снабжаются выпадающими списками значений, что ускоряет заполнение таблиц в полевых условиях. После каждого выезда полученные данные экспортируются в настольные ГИС или электронные таблицы. Далее, в одном проекте настольной ГИС, на любой подходящей картооснове (спутниковые снимки, растровые или векторные карты) объединяются треки перемещений, сведения о расположении и атрибутах станций, фотоматериалы, ортофотопланы, ортофотоснимки (рис. 1, рис. 6). Такая организация данных обеспечивает максимальную степень документирования, проверяемости и повторяемости результатов съёмки.

ВЫВОДЫ

Из-за тяжёлой ледовой обстановки и низкой температуры прибрежных вод, массовых подходов и массового нереста сельди на обследованном участке не

было. Слабый нерест отмечен только на $\frac{1}{4}$ площади водорослевого пояса в бух. Тунгусской. Нерестилища на участке работ оконтурены на площади 0,5 км², водорослевый пояс – на площади 1,6 км².

Потребительские микро-ТНПА пригодны для оперативного обследования нерестилищ как с берега, так и с борта маломерных судов. Они позволяют устанавливать наличие обикрения, давать балльные оценки его обилия, определять границы нерестилищ и документировать полученные данные посредством пространственной привязки фотографий. Выработаны приёмы работы с микро-ТНПА во время икорных съёмок.

Потребительские БПЛА пригодны для аэрофотосъёмки локальных нерестилищ в тяжёлых условиях Охотского моря, способны обследовать до 5 км прибрежной полосы в течение одного полёта. Разрешение снимков составляет от 1,4 до 4,1 см/пикс. и позволяет опознавать мелкие детали рельефа, растительность и рыб в прибрежной зоне. Определены конкретные параметры полётных миссий и сценарии полётов для обследования нерестилищ.

БПЛА и ТНПА при обследовании нерестилищ взаимно дополняют друг друга: первые пригодны для максимально быстрого обследования их мелководных частей, вторые – для оконтуривания недоступных для наблюдения с воздуха их глубоко расположенных внешних границ.

Мобильные ГИС пригодны для автоматической и ручной записи атрибутивных данных съёмки в полевых условиях. Фотоматериалы и атрибутивные данные доступны для геореферирования, систематизации и обработки средствами настольных ГИС. Их использование обеспечивает максимальную сте-

пень документированности материалов съёмки.

Полученные наработки планируется использовать во время стандартных икорных съёмок основной части ареала охотской сельди.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Блинова Е.И., Вилкова О.Ю., Милютин Д.М. и др. Методические рекомендации по учёту запасов промысловых гидробионтов в прибрежной зоне. М.: ВНИРО, 2005. 80 с.

Дуленин А.А. Некоторые методические проблемы водолазных гидробиологических учётных съёмок и пути их разрешения // Известия ТИНРО. 2017. Т. 170. С. 231–244. DOI: 10.26428/1606–9919–2017–190–231–244

Дуленин А.А., Диденко Д.С. Количественные закономерности распределения обикрения на естественных нерестилищах охотской сельди // Труды ВНИРО. 2021. Т. 186. № 4. С. 5–20. DOI: 10.36038/2307–3497–2021–186–5–20

Дуленин А.А., Дуленина П.А., Коцюк Д.В., Свиридов В.В. Опыт и перспективы использования малых беспилотных летательных аппаратов в морских прибрежных биологических исследованиях // Труды ВНИРО. 2021а. Том 185. С. 134–151. DOI: 10.36038/2307–3497–2021–185–134–151

Дуленин А.А., Кудревский О.А. Использование лёгкого телеуправляемого необитаемого подводного аппарата для морских прибрежных гидробиологических исследований // Вестн. КамчатГТУ. 2019. Вып. 48. С. 6–18.

Дуленин А.А., Свиридов В.В., Харитонов А.В. Результаты научно-исследовательских работ по оценке ресурсов макрофитов и беспозвоночных в северо-западной части Татарского пролива, выполненных в период экспедиционных исследований на НИС «Убеждённый» с 26 июня по 11 июля 2021 г. // Рейсовый отчёт. Архив ХабаровскНИРО, № 1940. Хабаровск: ХабаровскНИРО, 2021б. 50 с.

Жариков В.В., Лысенко В.Н. Распределение эпифауны макробентоса в Дальневосточ-

ном морском заповеднике ДВО РАН по материалам дистанционной подводной съёмки // Биология моря. 2016. Т. 42, № 3. С. 231–240.

Нектон Охотского моря. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Владивосток: ТИНРО-центр, 2003. 643 с.

Постановление Правительства Российской Федерации от 25.05.2019 № 658 «Об утверждении Правил учёта беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлётной массой от 0,25 килограмма до 30 килограммов, ввезенных в Российскую Федерацию или произведённых в Российской Федерации». 8 с.

Пономарев С.Д. Развитие и выживаемость охотской сельди в период эмбриогенеза // Известия ТИНРО. 2012. Т. 171. С. 85–96.

Тюрнин Б.В. К методике оценки запасов охотской сельди // Труды ВНИРО. 1967. Т. 62. С. 129–139.

Тюрнин Б.В. Нерестовый ареал охотской сельди // Известия ТИНРО. 1973. Т. 86. С. 12–21.

Фархутдинов Р.К. Экология воспроизводства, динамика численности и состояние запасов охотской сельди. Дисс. канд. биол. наук. Хабаровск: ХфТИНРО, 2005. 220 с.

Фархутдинов Р.К. Динамика ледовитости и сроки нереста охотской сельди // Известия ТИНРО. 2007. Т. 150. С. 180–188.

Шунтов В.П., Волвенко И.В., Кулик В.В. и др. Макрофауна бентали Охотского моря: таблицы встречаемости, численности и био-

массы. 1977–2010 / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Владивосток: ТИНРО-центр, 2014. 1052 с.

Buscher E., Mathews D.L., Bryce C., et al. Applying a Low Cost, Mini Remotely Operated Vehicle (ROV) to Assess an Ecological Baseline of an Indigenous Seascape in Canada // Frontiers in Marine Science. 2020. V. 7. 12 p. DOI:10.3389/fmars.2020.00669

Geographic Information Systems in Fisheries / Edited by W.L. Fisher and Frank J.R. Bethesda (Maryland): American Fisheries Society, 2004. 275 p.

Harris J. M., Nelson J.A., Rieucan G., Broussard III W.P. Use of Drones in Fishery Science // Transactions of the American Fisheries Society. 2019. 11 p. DOI: 10.1002/tafs.10168

Meaden G.J., Aguilar-Manjarrez J. Advances in geographic information systems and remote sensing for fisheries and aquaculture. Rome: FAO, 2013. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper № 552. 425 p.

Pacunski R., Palsson W., Greene, H. Gunderson D. Conducting Visual Surveys with a Small ROV in Shallow Water Marine Habitat // Mapping Technology for Alaska. Edited by Reynolds J.R. and Greene H.G. Alaska Sea Grant College Program. Fairbanks: University of Alaska, 2008. P. 109-128. DOI:10.4027/mhmta.2008.08

Raoult V., Colefax A.P., Allan B.M., Cagnazzi D., et al. Operational Protocols for the Use of Drones in Marine Animal Research // Drones. 2020. V. 4. 64. 35 p. DOI:10.3390/drones4040064

**DEVELOPMENT OF INSTRUMENTAL METHODS
FOR ACCOUNTING THE SPAWNING GROUNDS
AREA OF HERRING IN THE SEA OF OKHOTSK**

© 2022 г. А.А. Dulenin, V.V. Sviridov

*Khabarovsk branch of the Russian Federal Research Institute of
Fisheries and Oceanography, Khabarovsk, 6800028*

Methods for accounting of herring spawning grounds area using consumer grade underwater robots and UAVs were worked out. Such devices are promising for use due to their relatively low cost, ease of deployment and application. Experimental procedures were carried out from May 11 to June 9 in the Kruglaya and Tungusskaya bays (the northern part of the Okhotsk Sea) during the period of herring spawning. With the help of underwater robots, spawning grounds should be surveyed by short point diving and short transects. Series of screenshots of bottom, recorded on a mobile device, could be georeferenced automatically. The work should be accompanied by the recording of tracks, station coordinates and other attribute data in a mobile geographic information system (GIS). Unmanned flights over spawning grounds must be carried out in the mode of automatic linear and polygon missions or manually. For the orthophotos production, the optimal height is 150 m with a forward overlap of images no less than 80% and a side overlap no less than 50% (no less than 20% in case of very good bottom visibility and survey conditions). During harsh survey conditions, zigzag flights over spawning grounds at a height of 50 m are preferred with shooting a series of photographs without intersection and no orthophotos production. The materials of underwater and unmanned surveys, integrated into the desktop GIS, provide high accuracy and efficiency in estimating the area of spawning grounds, the maximum degree of documentation and verifiability of the obtained materials.

Key words: Sea of Okhotsk, herring, spawning grounds, accounting, ROV, UAV, orthophoto, methods.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ №ФС77-45410
от 15 июня 2011 г. в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
Учредитель – ФГБНУ «ВНИРО»

Подписано в печать 08.06.2022 г.
Печать офсетная. Формат бумаги 60×90 1/8
Бумага 70 г/м². Тираж 100 экз.

Редакция журнала «Вопросы рыболовства»
Тел.: 8 (499) 264-65-33, e-mail: vr@vniro.ru