

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

УДК 639.22(265.51)



А.О. Золотов*

Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЗАПАСОВ УГОЛЬНОЙ РЫБЫ
ANOPLOPOMA FIMBRIA В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРОМЫСЛОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

На основе материалов донных траловых и пелагических съемок ТИНРО в 2003–2020 гг., промысловой статистики и открытых данных NOAA рассмотрена динамика запасов и промысла угольной рыбы в Беринговом море, зал. Аляска и у Алеутских островов. Показано, что в последние несколько лет в Беринговом море наблюдается резкое увеличение биомассы и годовых уловов, обусловленное появлением нескольких урожайных генераций. Происходящие процессы отмечаются как в восточной части моря, так и в западной, и это сходство объясняется тем, что в последнем случае запасы данного вида в значительной мере зависят от пополнения, мигрирующего из основных районов воспроизводства. Отмечено существование двух основных типов внешнего пополнения запасов угольной рыбы в западной части Берингова моря. Главным для Западно-Берингоморской зоны являются активные миграции молоди, перешедшей к бентическому образу жизни, из районов размножения в юго-восточной части Берингова моря. Вторым способом является пассивный перенос личинок, мальков посредством системы поверхностных течений Берингова моря. Основное воздействие данный процесс оказывает на пополнение угольной рыбы в заливах северо-восточного и в меньшей степени восточного побережья Камчатки. Лишь 7 % годовых уловов угольной рыбы в Западно-Берингоморской зоне в 2010–2020 гг. добывалось при специализированном ярусном промысле. Остальные 93 % осваивались в качестве прилова при траловом и ярусном промысле других видов водных биологических ресурсов. Определены основные ориентиры управления промыслом угольной рыбы в Западно-Берингоморской зоне, показано, что при современном уровне запасов допустимо изымать в год около 400 т угольной рыбы, из которых около 100–120 т неизбежно будет прилавливаться при промысле других объектов, а около 280–300 т составляют обозримый ресурс для организации специализированного промысла.

Ключевые слова: угольная рыба, Берингово море, пополнение, миграции, биомасса, вылов, прилов, регулирование промысла.

DOI: 10.26428/1606-9919-2021-201-263-291.

Zolotov A.O. Long-term dynamics for stocks of sablefish *Anoplopoma fimbria* in the western Bering Sea and prospects for their fishery // *Izv. TINRO*. — 2021. — Vol. 201, Iss. 2. — P. 263–291.

Sablefish is an endemic species of the North Pacific. Its range extends from California Peninsula, along the Pacific coast of the US and Canada to Aleutian Islands and further, along

* Золотов Александр Олегович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: Alk-90@yandex.ru.

Zolotov Alexander O., Ph.D., leading researcher, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, e-mail: Alk-90@yandex.ru.

the Pacific coast of Kamchatka and the Kuriles to the central part of Honshu Island. They dwell also in the Bering Sea and southeastern Okhotsk Sea. Sablefish are the most abundant in the southeastern Bering Sea and in the Gulf of Alaska, that is conditioned by favorable conditions for their larvae and juveniles. In the Asian part of the range, the environments are generally more severe, and reproduction of sablefish is rather risky. Following to the results of modern genetic studies, the sablefish stocks are distinguished by high genetic homogeneity that suggests a common population with the main spawning grounds in the southeastern Bering Sea, at the Pacific coasts of Aleutian Islands, in the Gulf of Alaska, and at the coasts of British Columbia, Washington, Oregon and California. Dynamics of the sablefish biomass is considered on the data of bottom and midwater trawl surveys conducted by TINRO in 2003–2020, fishery statistics, and accessible data of NOAA (USA). Sharp increasing of the biomass and annual catches is noted both in the eastern and western Bering Sea in the last few years because of appearance of several strong year-classes. Western Bering Sea stock depends on migration of recruits from the common spawning grounds in the southeastern Bering Sea. For the western Bering Sea, two main ways of such migration are possible: i) active migration of juveniles with benthic habitat; and ii) passive transfer of pelagic larvae and early juveniles across the Bering Sea through the system of surface currents. The latter mechanism supports the sablefish recruitment in the bays of the western Bering Sea and, to a lesser extent, at the eastern coast of Kamchatka. Sablefish in the West Bering Sea fishery zone were caught in 2010–2020 mostly as by-catch for trawling and longline fishery (93 %), other 7 % were landed by specialized longline fishery. The basic points for managing the sablefish fishery in the West Bering Sea zone are defined. About 400 t of sablefish is permissible to catch annually in the West Bering Sea fishery zone in conditions of modern high stock of this species. This value includes 100–120 t that will inevitably be caught as by-catch and the rest of 280–300 t is a foreseeable resource for organization of specialized fishery.

Key words: sablefish, Bering Sea, recruitment, migration, biomass, catch, by-catch, fishery regulation.

Введение

Угольная рыба *Anoplopoma fimbria* — глубоководный эндемичный вид Северной Пацифики, область распространения которого простирается от Калифорнийского полуострова, вдоль тихоокеанского побережья США и Канады до зал. Аляска и Алеутских островов и далее, включая тихоокеанское побережье Камчатки и Курильской гряды, достигает центральной части о. Хонсю [Sasaki, 1985; Кодолов, 1986; Wolotira et al., 1993]. Ареал также охватывает акваторию Берингова и юго-восточную часть Охотского морей [Новиков, 1974, 1994; Ким Сен Ток, 2000; Токранов, 2002; Парин и др., 2014].

Наиболее многочислен вид в юго-восточной части Берингова моря, в водах зал. Аляска и Алеутских островов и южнее, вплоть до побережья Калифорнии, что связывают с благоприятными условиями обитания личинок и молоди угольной рыбы после выклева [Кодолов, 1970]. В азиатской части ареала воздействие факторов среды на ранних этапах онтогенеза предположительно более суровое, вследствие чего вероятность успешного воспроизводства может заметно снижаться.

Данные современных генетических исследований [Tripp-Valdez et al., 2012; Jasonowicz et al., 2017], в том числе опубликованные российскими специалистами по азиатской части ареала угольной рыбы [Орлова и др., 2014; Orlova et al., 2019], свидетельствуют о высокой степени ее пространственно-генетической однородности, что предполагает существование единой популяции, основные районы нереста которой приурочены к юго-восточной части Берингова моря, Алеутским островам, водам зал. Аляска, Британской Колумбии, Вашингтона, Орегона и Калифорнии.

Несмотря на то что косвенные подтверждения существования собственного воспроизводства угольной рыбы в водах восточной Камчатки и Курильских островов опубликованы [Токранов, 2002; Орлов, Бирюков, 2003], существует мнение, что значимую роль в пополнении промыслового запаса играют особи, мигрирующие от основных районов размножения в юго-восточной части Берингова моря вдоль материкового склона и Алеутской гряды в западную часть Берингова моря и к восточной Камчатке

[Кодолов, 1986; Парин, 1988]. Высказывались также предположения о существовании пассивного переноса молоди на первом году жизни водами Алеутского течения в западном направлении [Дудник и др., 1998].

Если эти гипотезы верны, то можно заключить, что запасы угольной рыбы в западной части Берингова моря и у восточной Камчатки являются зависимыми от внешнего пополнения и их промысловая значимость будет увеличиваться по мере роста численности особей и появления урожайных генераций в основной репродуктивной части ареала.

Начиная с 2016 г. отмечается резкий рост общей биомассы угольной рыбы в водах юго-восточной части Берингова моря, Алеутских островов и в зал. Аляска, который связывают с появлением и последующим вступлением в запас нескольких урожайных генераций [<https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment-sable-fish-stock-alaska>]. Можно ожидать, что тенденции к увеличению промысловых ресурсов этого вида должны проявиться и в западной части Берингова моря, что в свою очередь может привести к интенсификации промысла угольной рыбы, который в последние годы в исключительной экономической зоне (ИЭЗ) России носил эпизодический характер.

Основной целью настоящего исследования было обобщение и анализ материалов, характеризующих текущее состояние ресурсов угольной рыбы и тенденции в динамике ее запасов и промысла в западной части Берингова моря, сопоставление этих данных с информацией, опубликованной в открытых источниках по восточной части ее ареала, и выяснение возможных механизмов, влияющих на процессы формирования пополнения ее запасов в российской ИЭЗ.

Кроме того, учитывая возможное повышение интереса к освоению ресурсов угольной рыбы со стороны рыбодобывающих организаций, в целях разработки подходов к регулированию ее вылова в работе приведены результаты оценки ориентиров управления промыслом и выполнены расчеты величины ее прилова при специализированном лове массовых видов водных биологических ресурсов в Западно-Беринговоморской зоне.

Материалы и методы

Для оценки запасов и анализа многолетнего распределения угольной рыбы в работе использованы материалы донных траловых съемок ТИНРО-центра (с 2019 г. — Тихоокеанский филиал ВНИРО) в 2002, 2005, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017–2020 гг. Пример сетки станций при организации таких исследований представлен на рис. 1. Дополнительно привлечены данные научно-промысловых рейсов в 1996–2002 гг., выполнявшихся в рамках Программы научно-исследовательских работ по малоизученным рыбам материкового склона дальневосточных морей на основе российско-японских межправительственных соглашений. Материалы в этих рейсах были собраны сотрудниками научно-исследовательских институтов, подведомственных Росрыболовству (ВНИРО, КамчатНИРО, ТИНРО), как из уловов промысловых тралений, так и при работе в период донных траловых съемок.

Для анализа распределения молоди (сеголеток) угольной рыбы были привлечены результаты стандартных летне-осенних пелагических съемок ТИНРО-центра [Планирование..., 2005], выполненных в период с 2003 по 2020 г. в западной части Берингова моря, а также данные донной траловой съемки на РТМС «Багратион» в 2003 г. в Каргинском и Олюторском заливах.

Сбор материалов в период съемок осуществлялся по стандартным ихтиологическим методикам. Оценку биомассы по данным донных траловых съемок выполняли с помощью ГИС «КартМастер» [Бизиков и др., 2007], учитывая сложный рельеф дна, использовали метод полигонов Вороного, при расчетах коэффициент уловистости для угольной рыбы принимали равным 0,5 [Борец, 1997].

Данные о состоянии запасов и многолетнем промысле угольной рыбы в юго-восточной части Берингова моря, у Алеутских островов и у западного побережья США, а

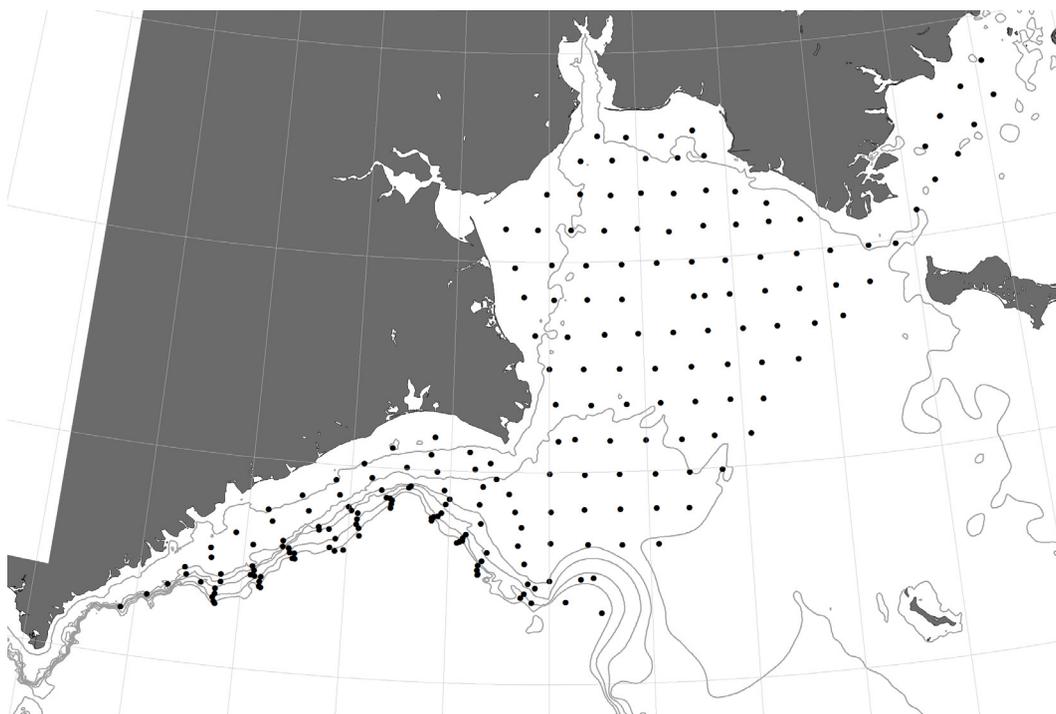


Рис. 1. Схема станций донной траловой съемки на НИС «ТИНРО» в июле-августе 2008 г.
Fig. 1. Scheme of bottom trawl survey conducted aboard RV TINRO in July-August, 2008

также информация о длине, массе, соотношении полов, скорости полового созревания ее особей по возрастным группам, селективности при ярусном промысле и естественной смертности, необходимые для аналитического оценивания ориентиров управления промыслом [Бабаян, 2000], взяты из открытых источников [Sasaki, 1985; <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2019-assessment-sablefish-stock-alaska>; <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment-sablefish-stock-alaska>].

Информация по годовому вылову угольной рыбы в 1994–2020 гг. в Западно-Беринговоморской зоне получена по данным Отраслевой системы мониторинга Росрыболовства (ранее — информационная система «Рыболовство»). Анализ современной структуры промысла угольной рыбы и построение осредненных карт распределения осуществляли на основе данных, содержащихся в судовых суточных донесениях (ССД) за 2010–2020 гг.

Оценку прилова угольной рыбы при специализированном вылове массовых видов ВБР Западно-Беринговоморской зоны осуществляли в соответствии с методикой, опубликованной ранее [Золотов, 2021]. При расчетах использовались официально утвержденные величины общих допустимых уловов и рекомендованного вылова на 2021 г.

Результаты и их обсуждение

Угольная рыба является традиционным объектом промысла у западного побережья США, в юго-восточной части Берингова моря, в зал. Аляска и у Алеутских островов, и период активной эксплуатации ее запасов насчитывает не одно десятилетие. Промысловый интерес, как правило, предопределяет необходимость детального изучения особенностей биологии тех или иных видов. В этой связи не удивительно, что наиболее подробные результаты исследований по данному району, часть из которых упоминается в тексте настоящей работы ниже, опубликованы иностранными специалистами, имеющими постоянный доступ к первичному материалу.

Отечественные исследователи принимали активное участие в разработке вопросов распределения, сезонных миграций, особенностей размерного и возрастного

состава уловов, динамики запасов и промысла угольной рыбы в Беринговом море в 1960–1980-е гг., в период активной работы советского тралового флота в его юго-восточной части [Новиков, 1968, 1974; Кодолов, 1970, 1986; Кодолов и др., 1991]. После этого в планомерных исследованиях наступил длительный перерыв, и они носили эпизодический характер.

В целом известно, что угольная рыба — глубоководный вид, обладающий достаточно сложным жизненным циклом. Взрослые рыбы наиболее многочисленны на глубинах более 200 м вдоль континентального склона, в шельфовых каньонах и глубоких фьордах. Особи угольной рыбы, наблюдаемые с пилотируемого подводного аппарата, обнаруживались либо непосредственно на дне, либо в пределах 1 м над ним [Krieger, 1997].

Нерест угольной рыбы пелагический, происходит на глубинах 300–500 м недалеко от кромки континентального склона [Mason et al., 1983; McFarlane and Nagata, 1988]. Период размножения в водах, прилегающих к зал. Аляска, длится с января по апрель, достигая максимума в феврале. Юго-восточнее сроки воспроизводства смещаются на более ранние, и у центральной Калифорнии угольная рыба нерестится с октября по февраль [Hunter et al., 1989]. К северу, напротив, размножение смещается на более поздние сроки, и у Алеутских островов пик приходится на май [Kendall, Matarese, 1987]. В азиатской части ареала половозрелые особи с гонадами в нерестовом состоянии отмечаются у побережья Камчатки в ноябре-декабре [Орлов, Бирюков, 2003].

Размножение угольной рыбы порционное, плодовитость детерминированная, при этом созревание и вымет одной порции происходят одновременно. Известно также, что у самок этого вида отчетливо проявляется тенденция к пропуску нереста по мере старения [Rodgveller et al., 2016].

Икринки угольной рыбы после оплодотворения развиваются на глубине. Личинки, после выклева сразу мигрируют к поверхности, где могут встречаться на удалении до 180 миль от берега [Wing, 1997]. Таким образом, личиночное развитие и рост молоди происходят в гораздо более теплых поверхностных водных слоях, чем те, в которых обитают и размножаются взрослые особи. Это обуславливает быстрый рост угольной рыбы на первом году жизни, что, по-видимому, является одной из выраженных адаптивных особенностей данного вида.

Ближе к концу своего первого лета пелагическая молодь длиной около 20 см смещается ближе к берегу и проводит зиму и следующее лето в прибрежных водах, где быстро растет, достигая 30–40 см к концу своего второго года жизни [Кодолов, 1986; Rutecki, Varosi, 1997]. В отличие от взрослых рыб, молодь угольной рыбы проводит свои первые два-три года на континентальном шельфе.

На основе изотопного анализа отолитов молоди было показано, что по мере увеличения в размерах молодые рыбы переходят от питания в толще воды к бентической пище [Gao et al., 2004]. Ближе к третьему году особи начинают смещаться от берега в более глубокие воды, обычно достигая придонных слоев в верхней части континентального склона, характерной для взрослых рыб, к 4–5 годам. Это соответствует возрасту массового полового созревания, когда особи угольной рыбы становятся способными к воспроизводству [Mason et al., 1983; Rodgveller et al., 2016].

Вид обладает значительной продолжительностью жизни. По данным отдельных исследователей предельный возраст может достигать 94 лет [Munk, 2001], а валидность определения возраста особей угольной рыбы возрастом до 34 лет, постоянно присутствующих в промысловых и научных уловах, подтверждена радиоуглеродным методом и с помощью маркирования окситетрациклином [Kastelle et al., 1994].

Характерной чертой угольной рыбы является ее высокая миграционная активность, что подтверждается результатами повторных поимок меченых рыб. Так, согласно опубликованным данным [<https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2019-assessment-sablefish-stock-alaska>; [267](https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment-</p></div><div data-bbox=)

sablefish-stock-alaska], в рамках осуществляемой на протяжении более чем 40 лет программы ежегодного мечения угольной рыбы только в 2019–2020 гг. количество помеченных и выпущенных рыб у побережья США составляло соответственно около 3,6 и 1,2 тыс. экз.

Судя по приведенной в этих двух публикациях информации, число выловленных помеченных рыб в 2019–2020 гг. достигало 400 экз. ежегодно, максимальная продолжительность периода между повторными поимками составляла около 39 лет (14 155 дней) в 2019 г. и 40 лет (14 735 дней) в 2020 г., минимальная продолжительность — 9 и 26 дней, а максимальное расстояние между районами повторных поимок — 1 907 и 1 504 морских миль. При таких миграционных способностях взрослые особи угольной рыбы от мест массового нереста, видимо, могут достигать любой точки Берингова моря и тихоокеанского побережья Камчатки.

До недавнего времени на основе результатов мечения и различий в скорости роста и созревания считалось, что у берегов американского континента угольная рыба образует две популяции [McDevitt, 1990; Kimura et al., 1998]. Предполагалось, что северная популяция обитает в водах Аляски и северной Британской Колумбии, а южная — в водах южной Британской Колумбии, Вашингтона, Орегона и Калифорнии. Однако согласно результатам последних исследований [Gripp-Valdez et al., 2012; Jasonowicz et al., 2017] не обнаружено никакой генетической подразделенности популяции на протяжении от Калифорнии до зал. Аляска и Алеутских островов.

Данные генетических исследований, опубликованные российскими специалистами [Орлова и др., 2014; Orlova et al., 2019] и охватывающие в том числе азиатскую часть ареала угольной рыбы, также свидетельствуют о высокой степени пространственно-генетической однородности, что предполагает существование единой популяции на всем обширном ареале. Значительная дробность запасов угольной рыбы, учитывая чрезвычайную удаленность и скорость миграций ее особей на протяжении всей жизни, таким образом, также маловероятна.

В качестве подтверждения существования собственного воспроизводства в водах восточной Камчатки и Курильских островов в ряде работ описаны случаи поимки молоди угольной рыбы и взрослых особей с гонадами в преднерестовом состоянии [Токранов, 2002; Орлов, Бирюков, 2003]. Однако по западной части Берингова моря подобных сведений в открытой печати обнаружить не удалось, за исключением, возможно, обобщенной информации по распределению, численности, биомассе и встречаемости молоди угольной рыбы, опубликованной в справочных изданиях ТИНРО-центра [Нектон..., 2006; Макрофауна..., 2012].

Считается, что значимую роль в пополнении промыслового запаса угольной рыбы в водах российской ИЭЗ играют особи, мигрирующие от основных районов размножения в зал. Аляска и юго-восточной части Берингова моря вдоль материкового склона в западную часть Берингова моря и вдоль Алеутской гряды к восточной Камчатке [Кодолов, 1986; Парин, 1988]. Также высказывалось предположение, что определенную роль может играть пассивный перенос молоди на первом году жизни водами Алеутского течения в западном направлении [Дудник и др., 1998].

Источники внешнего пополнения запасов угольной рыбы в западной части Берингова моря. Для анализа особенностей распределения молоди угольной рыбы в западной части Берингова моря были использованы материалы пелагических летне-осенних, так называемых «лососевых», съемок ТИНРО, осуществлявшихся в последние два десятилетия почти ежегодно. В целом проанализированы данные 15 съемок, выполненных в 2003–2020 гг., и за этот период молодь угольной рыбы отмечалась в уловах лишь в 10 из них. Всего зарегистрировано 107 результативных тралений с уловами сеголеток, в результате которых было поймано 647 экз. угольной рыбы длиной от 9,6 до 23,0 см.

Если ориентироваться только на результаты тех лет, когда молодь угольной рыбы вообще отмечалась в уловах, то встречаемость данного вида варьировала от 2,0 %

в 2006 г. до 18,5 % в 2008 г. и в среднем составляла около 7,8 %. Иными словами, в пелагиали западной части Берингова моря этот вид можно отнести скорее к редким, чем к обычным [см. например, Шейко, Федоров, 2000]. Что косвенно подтверждается относительно невысокими показателями встречаемости и обилия молоди угольной рыбы, приводимыми в справочных материалах ТИНРО-центра [Нектон..., 2006; Макрофауна..., 2012].

В темпоральном аспекте сеголетки в уловах пелагических съемок никогда не встречались ранее 14 сентября (рис. 2). Уловы постепенно нарастали и были максимальными в первой половине октября, а затем, к концу октября, резко шли на спад, и к началу ноября сеголетки отмечались лишь эпизодически. Практически все поимки фиксировались над большими глубинами — от 730 до 3915 м, за исключением единичных случаев в 2003–2004 гг., когда несколько экземпляров молоди были пойманы в наваринском районе и Анадырском заливе над глубинами 90–126 м (рис. 3).

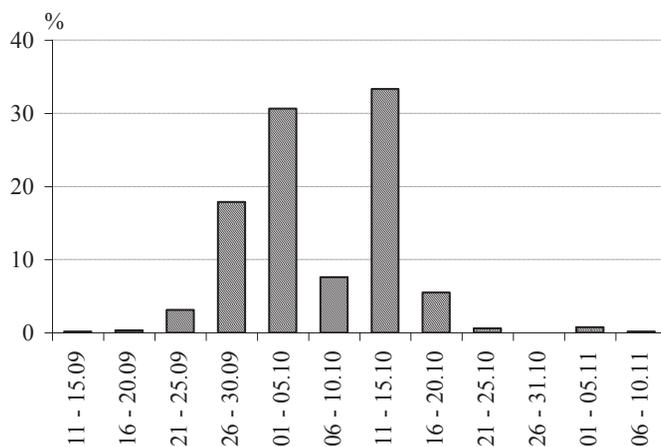


Рис. 2. Динамика поимок сеголеток угольной рыбы в западной части Берингова моря в сентябре–ноябре в период осуществления учетных траловых работ ТИНРО в 2003–2020 гг.

Fig. 2. Dynamics of catches of pelagic juvenile sablefish in the western Bering Sea in September–November of 2003–2020

Максимальный улов был зарегистрирован 14.10.2004 г. в координатах 59°04' с.ш. 172°04' в.д. над глубиной 2600 м и составил 163 экз. на часовое траление.

Если обратиться к пространственному распределению уловов, то можно отметить, что в сентябре основная часть молоди угольной рыбы облавливалась к северо-востоку от Командорских островов, над юго-восточной частью Командорской котловины и прилегающей южной частью глубоководного хребта Ширшова. Уловы были представлены особями длиной от 10 до 20 см (см. гистограммы на рис. 3), при этом около 73 % общего числа приходилось на рыб длиной 15–18 см. Средняя длина сеголеток в сентябре — 15,85 см. Средняя температура поверхности в период осуществления исследований составляла 10,6 °С.

По всей видимости, повышенные концентрации угольной рыбы в данном районе были обусловлены их заносом с ветвью течения Атту, обеспечивающей заток вод Алеутского течения в Берингово море через широкий пролив между о-вами Ближними и Командорскими.

В октябре сеголетки угольной рыбы встречались уже практически на всей акватории юго-западной части Берингова моря, причем основные концентрации были связаны с циклоническими рингами над Командорской котловиной и северо-восточной оконечностью хребта Ширшова. Количество учтенных экземпляров в наваринском районе было существенно меньше, причем основные концентрации приурочены к участку антициклонической циркуляции к югу от мыса Наварин. В уловах отмечались особи длиной от 12 до 22 см, при этом наиболее многочисленными были особи раз-

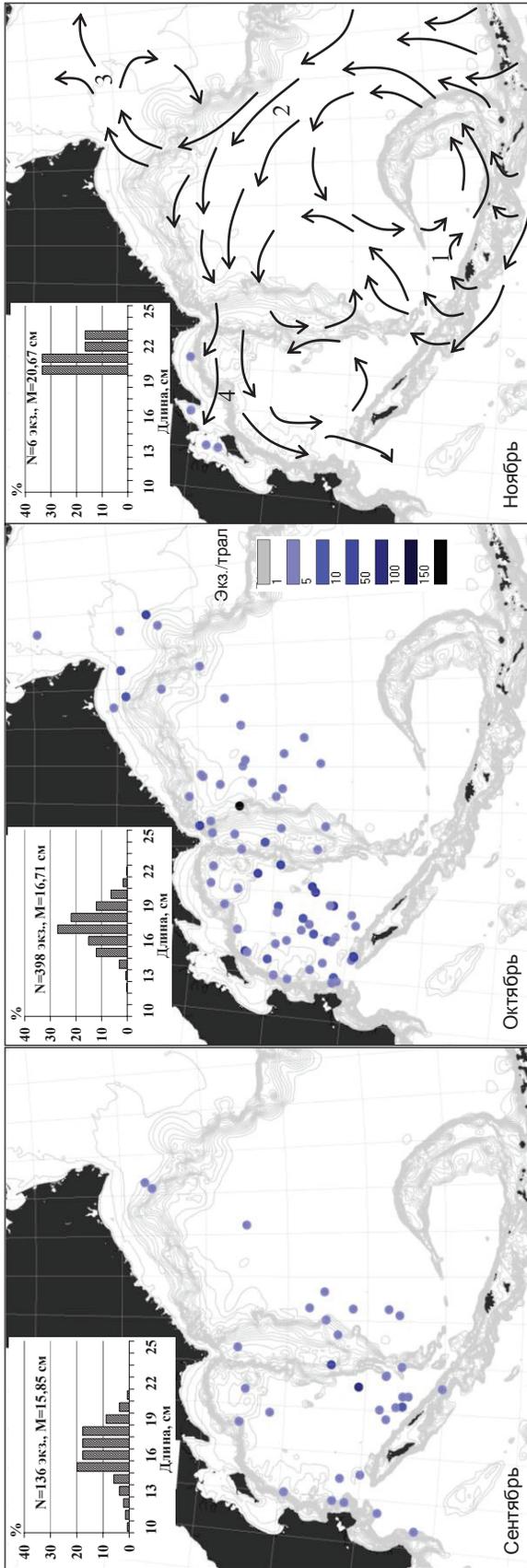


Рис. 3. Распределение уловов сеголеток угольной рыбы в западной части Берингова моря по результатам траловых съёмок ТИПРО в 2003–2020 гг. На гистограммах указаны размерные составы уловов. Дополнительно приведена генерализованная схема поверхностных течений в Беринговом море [по: Хен, 1988]: 1 — Агту, 2 — Централно-Беринговоморское, 3 — Наваринское, 4 — Камчатское

Fig. 3. Catches of pelagic juvenile sablefish in the western Bering Sea on the data of TINRO trawl surveys in 2003–2020 and generalized scheme of surface currents in the Bering Sea [Khen, 1988]: 1 — Attu Current, 2 — Central Bering Sea Current, 3 — Navarin Current, 4 — Kamchatka Current. Size composition of juveniles is shown at histograms, by months

мером 17–18 см, на долю которых приходилось около 49 %. Средняя длина сеголеток в октябре — 16,71 см. Средняя температура поверхности составляла 8,4 °С.

Если сопоставить средние размеры сеголеток в сентябре и октябре, то можно заключить, что за месяц средний прирост составил около 0,86 см, или около 0,29 мм в день. Эти оценки соответствуют опубликованной ранее информации о темпах линейного роста молоди угольной рыбы у западного побережья США, полученной по результатам анализа суточных приростов отолитов и экспериментальных лабораторных исследований [Boehlert, Yoklavich, 1985; Shenker, Olla, 1986; Kendall, Matarese, 1987].

В ноябре молодь угольной рыбы в пелагических уловах не отмечалась, но в ноябре 2003 г. при проведении донной траловой съемки на РТМС «Багратион» присутствие сеголеток было зафиксировано в уловах четырех донных тралений в заливах Олюторском, Корфа и в северной части прол. Литке (рис. 3). Глубины поимки варьировали в пределах 52–80 м. Все рыбы были относительно крупными, размером 20–23 см. По всей видимости, в данном случае удалось захватить процесс оседания пелагической молоди угольной рыбы в момент перехода к бентическому образу жизни перед первой зимовкой.

Представленные выше результаты могут быть дополнены информацией по распределению личинок и молоди угольной рыбы в юго-восточной части Берингова моря и у Алеутских островов, опубликованной иностранными специалистами [Kendall, Matarese, 1987]. Так, по результатам многолетних исследований было показано, что ее личинки и мальки длиной от 5,6 до 43,5 мм встречались при поверхностных обловах в период с 12 июня по 13 августа. Наибольшие концентрации отмечались вдоль Алеутской гряды с северной (берингоморской) стороны островов на удалении до 240 км от берега над большими глубинами. На восток скопления простирались примерно до о-вов Крысьих, около 179° в.д.

Основной поток личинок и молоди был связан с главной ветвью Центрально-Берингоморского течения (ЦБТ) (рис. 3) и распределялся от Алеутской гряды в северо-западном направлении, вдоль кромки континентального шельфа к наваринскому району в примерных координатах 54–59° с.ш. 170–175° з.д. Если сопоставить приблизительное расстояние по прямой в данном направлении от Алеутских островов до корякского побережья, которое составляет около 1,3 тыс. км, со скоростью ЦБТ, достигающей величины 10 см/с [Хен, 1988], то при пассивном переносе сеголетки могли бы преодолеть это расстояние примерно за 5 мес. Судя по опубликованным эмпирическим данным по скорости роста [Boehlert, Yoklavich, 1985], при температуре поверхности 10–11 °С за это время длина рыб могла бы достигнуть 18 см, что в общем-то и наблюдается при осуществлении пелагических съемок ТИНРО.

Суммируя вышеизложенное, в самых общих чертах можно получить следующую картину. Основным источником происхождения пассивно разносящейся молоди угольной рыбы являются ее нерестилища, расположенные вдоль Алеутской гряды и в юго-восточной части Берингова моря. Главный фактор, определяющий распределение ее личинок, мальков и сеголеток в западной части Берингова моря, — циркуляционная система его поверхностных течений.

Судя по опубликованным данным [Kendall, Matarese, 1987], пик нереста угольной рыбы у Алеутских островов приходится на май. В июне-июле развивающиеся личинки и мальки с одной стороны выносятся в восточном направлении вдоль Алеутской гряды и постепенно, через многочисленные проливы, вовлекаются в циркуляционную систему Берингова моря. С другой стороны основной поток молоди пассивно сносится водами ЦБТ в северо-западном направлении от Алеутской гряды, вдоль кромки шельфа в центральной части моря, к корякскому побережью.

В августе-сентябре сеголетки, привнесенные через проливы Алеутской гряды течением Атту, постепенно концентрируются над юго-восточной частью Командорской котловины. Вторая масса, перемещаемая водами ЦБТ, достигая наваринского района,

постепенно разделяется по направлению главных потоков, и большая их часть выносится Камчатским течением к заливам северо-восточной Камчатки, а меньшая — с водами Наваринского течения смещается в северо-восточном направлении, в том числе и к Анадырскому заливу.

В октябре распределение сеголеток в юго-западной части Берингова моря примерно повторяет основные черты циклонических потоков, характерных для поверхностных слоев над Командорской котловиной. При этом сохраняется общее направление перемещений основных концентраций в прибрежную зону. Возможно, именно в этот период намечается переход от пассивных миграций к активным. Часть сеголеток из юго-западной части Берингова моря с водами Камчатского течения выносится через Камчатский пролив по направлению к заливам восточной Камчатки и ее юго-восточному тихоокеанскому побережью.

В ноябре при длине 20–23 см сеголетки угольной рыбы достигают шельфовых участков, возможно, проходят через оседание и переходят к бентическому образу жизни.

Изложенные выше данные свидетельствуют в пользу предположения Ю.М. Дудника с соавторами [1998] о том, что одним из механизмов формирования численности угольной рыбы в западной части Берингова моря и у восточной Камчатки является пассивный перенос ее пелагической молоди от основных мест размножения. Однако, по всей видимости, этот путь не является единственным и основным.

Чтобы рассмотреть другие возможности, обратимся к анализу динамики биомассы и промысла угольной рыбы. При этом предполагая, что ее характер в западной части Берингова моря в значительной степени зависит от пополнения, мигрирующего от основных районов воспроизводства, расположенных в юго-восточной части Берингова моря и у Алеутских островов, видимо, уместно производить этот анализ в сопоставлении с изменениями, происходившими в популяции в целом (рис. 4, 5).

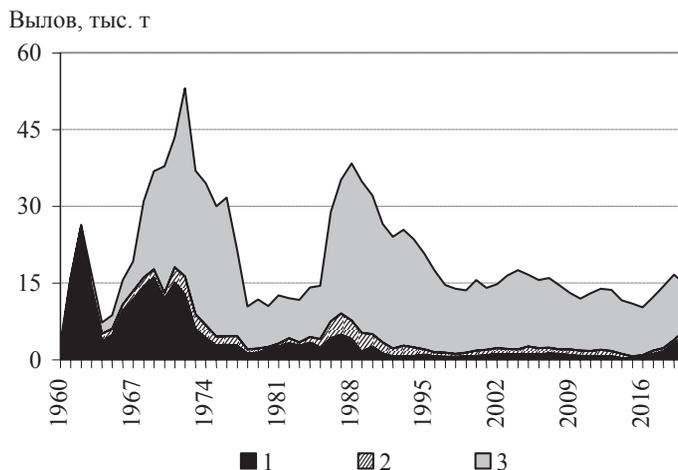


Рис. 4. Многолетняя динамика вылова угольной рыбы у западного побережья Северной Америки по районам промысла [https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment-sablefish-stock-alaska]: 1 — юго-восточная часть Берингова моря; 2 — Алеутские острова; 3 — зал. Аляска

Fig. 4. Long-term dynamics of the sablefish catch at the coast of North America, by fishing areas [https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment-sablefish-stock-alaska]: 1 — southeastern Bering Sea; 2 — at Aleutian Islands; 3 — Gulf of Alaska

Запасы угольной рыбы у американских берегов эксплуатируются с конца 19-го века. Первоначальные районы промысла находились у берегов Вашингтона и Британской Колумбии, а затем, в 1920-х гг., распространились на Орегон, Калифорнию и Аляску. До 1957 г. добычу осуществляли исключительно американские и канадские рыбаки, ограничиваясь районами вблизи рыболовных портов. Их уловы были отно-

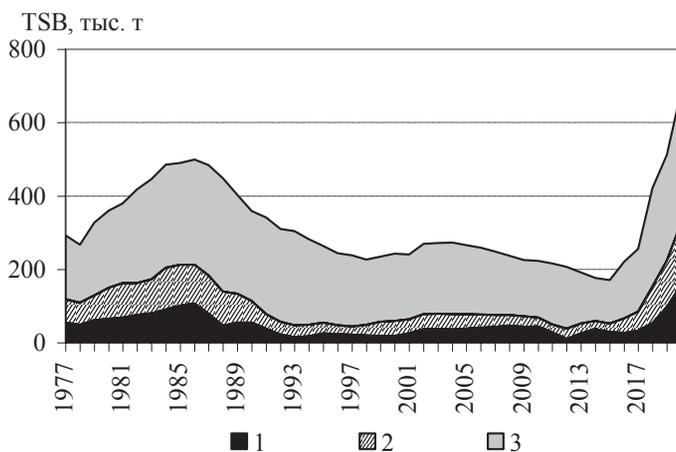


Рис. 5. Многолетняя динамика общего запаса угольной рыбы у американского побережья по районам промысла (когортная модель) [<https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment-sablefish-stock-alaska>]: 1 — юго-восточная часть Берингова моря; 2 — Алеутские острова; 3 — зал. Аляска и участки, расположенные южнее

Fig. 5. Long-term dynamics of the total stock of sablefish at the coast of North America assessed with cohort modeling, by fishing areas [<https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment-sablefish-stock-alaska>]: 1 — southeastern Bering Sea; 2 — at Aleutian Islands; 3 — Gulf of Alaska and adjacent waters

сительно небольшими и в 1930–1957 гг. составляли в среднем около 1,7 тыс. т в год [Low et al., 1976].

Японские ярусоловы и тральщики начали добычу угольной рыбы в восточной части Берингова моря в 1958 г. Промысел быстро развивался, и к 1962 г. уловы достигли максимума в 26 тыс. т. По мере расширения районов лова к Алеутским островам и в зал. Аляска годовой вылов Японии увеличивался, достигнув пика в 36,8 тыс. т.

Другие иностранные государства, кроме Японии, также добывали угольную рыбу. Значительный вылов флотом Советского Союза был зарегистрирован в 1967–1973 гг. в восточной части Берингова моря [McDevitt, 1990]. Высокие уловы Республики Корея отмечались в 1974–1983 гг. Кроме того, о незначительном вылове сообщали Польша, Тайвань, Мексика, Болгария, Федеративная Республика Германия и Португалия. Максимальный суммарный исторический вылов пришелся на 1972 г., когда официально всеми странами было выловлено 53,1 тыс. т [<https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2019-assessment-sablefish-stock-alaska>].

Интенсивный промысел иностранными судами привел к существенному сокращению численности и необходимости введения правил регулирования рыболовства на Аляске, что резко сократило уловы. Допустимое изъятие в конце 1970-х гг. было ограничено примерно одной пятой максимального вылова в 1972 г. в связи с принятием нормативных актов о сохранении запасов и управлении рыболовством.

Американский ярусный промысел в зал. Аляска начал расширяться в 1982 г., и к 1988 г. США вылавливали уже всю угольную рыбу, добытую на Аляске, за исключением небольших уловов совместных предприятий [<https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2019-assessment-sablefish-stock-alaska>]. Второй максимум исторических уловов пришелся на 1988 г., когда было выловлено 38 тыс. т, после чего суммарный годовой вылов постепенно сокращался и в 2000-х гг. варьировал в пределах 10–15 тыс. т. В отличие от 1960–1970-х гг. в настоящее время основную промысловую нагрузку несет на себе зал. Аляска, а вклад юго-восточной части Берингова моря заметно сократился.

Что касается динамики запасов угольной рыбы, то, как можно видеть (рис. 5), имеющиеся материалы позволили американским исследователям достоверно отследить ее лишь с конца 1970-х гг. [<https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment->

sablefish-stock-alaska], так что период максимальных уловов остался неохваченным. Во второй половине 1980-х гг., в период максимального развития промысла угольной рыбы в США, ее общая биомасса оценивалась на уровне 480–500 тыс. т, после чего к 2010–2015 гг. ее значения постепенно сократились до 190–220 тыс. т.

Начиная с 2016 г. отмечается резкий рост общей биомассы угольной рыбы в водах юго-восточной части Берингова моря, Алеутских островов и в зал. Аляска. Если в 2015 г. ее величина оценивалась на уровне 171 тыс. т, то к 2017 г. этот показатель вырос до 250 тыс. т, в 2018 г. — 420 тыс. т, а в 2020 г. был оценен в 690 тыс. т.

Масштабное увеличение промысловых ресурсов связывают с появлением и последующим вступлением в запас сверхурожайной генерации 2014 года рождения (рис. 6), численность которой по данным расчетов 2020 г. на момент появления оценивалась на уровне 67,0 млн особей, что является вторым показателем за весь исторический период наблюдения [<https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment-sablefish-stock-alaska>].

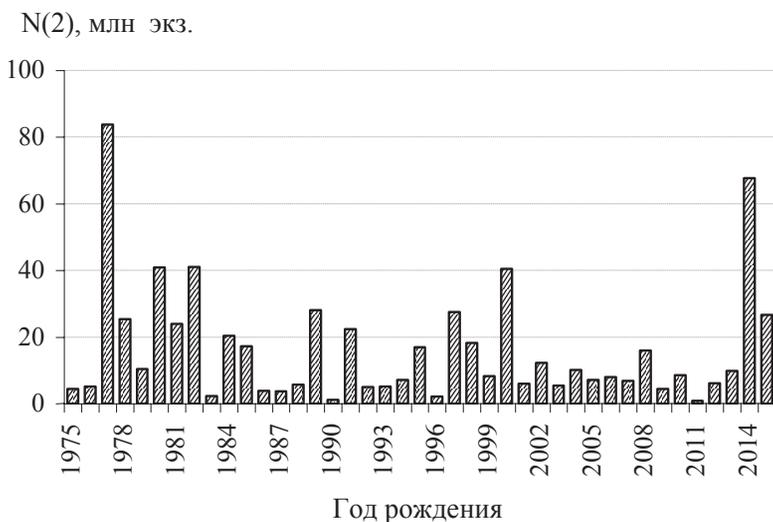


Рис. 6. Оценки пополнения угольной рыбы в возрасте два года у побережья Северной Америки по данным когортного моделирования [<https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment-sablefish-stock-alaska>]

Fig. 6. Assessment of two-year-old sablefish recruits at the coast of North America with cohort modeling [<https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment-sablefish-stock-alaska>]

Более того, согласно расчетам американских исследователей [<https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment-sablefish-stock-alaska>] численность поколения 2016 года рождения, которое в возрасте 4+ начинает проявляться в запасе, предварительно оценивается на уровне 160 млн особей. Хотя при модельных расчетах когортными методами численность ближайшего пополнения зачастую получается завышенной из-за неопределенности в оценке селективности в младших возрастных группах. Даже если урожайность поколения 2016 г. окажется ниже предварительных расчетов, все равно оно, видимо, будет превышать среднемноголетний уровень. Таким образом, можно ожидать, что тенденция к росту запасов угольной рыбы в американской части ареала сохранится.

Если пополнение промысловых ресурсов угольной рыбы в западной части Берингова моря мигрантами из его восточных областей действительно существует и его масштабы увеличиваются по мере роста запасов в основной репродуктивной части ареала, то появление сверхурожайной генерации 2014 г. и последующая миграция некоторой части особей должны были проявиться в тенденциях к росту ее запасов и промысловых показателей и в Западно-Берингоморской зоне.

На рис. 7 приведена динамика биомассы угольной рыбы, которая была учтена в ходе донных траловых съемок в Западно-Беринговоморской зоне в 1998–2020 гг. В 1998–2001 гг. оценки ее общей биомассы составляли около 1,5–2,0 тыс. т, хотя, возможно, имеет значение то обстоятельство, что в этот период съемки выполнялись на японских судах, работавших по межправительственным соглашениям, уровень оснащенности и технические характеристики которых заметно отличались от оборудования обычных научно-исследовательских судов (НИС) ТИНРО.

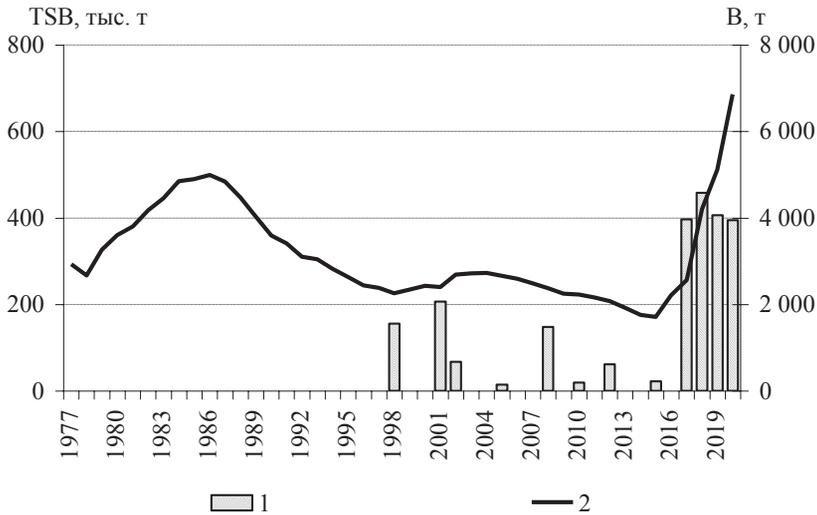


Рис. 7. Многолетняя динамика общей биомассы угольной рыбы по результатам траловых съемок в Западно-Беринговоморской зоне (1, шкала справа) и по данным когортного моделирования у западного побережья Северной Америки [https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment-sablefish-stock-alaska] (2, шкала слева)

Fig. 7. Long-term dynamics of the total biomass of sablefish in the West Bering Sea fishery zone on the data of trawl surveys (1, scale on the right) and at the west coast of North America by cohort modeling [https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment-sablefish-stock-alaska] (2, scale on the left)

С начала 2000-х и до 2017–2019 гг. оценки биомассы угольной рыбы были низкими при среднемноголетнем уровне около 550 т, и от 2000-х гг. запасы в целом имели тенденцию к снижению. Однако в 2017–2020 гг. ситуация кардинальным образом изменилась. В этот период были проведены четыре донные траловые съемки, по результатам которых получены сопоставимые оценки общей биомассы угольной рыбы в Западно-Беринговоморской зоне. Ее максимальное количество было учтено в 2018 г. при выполнении специализированной съемки, объектно ориентированной на глубоководные виды ВБР, распространявшейся до изобат 1000 м. Оценка биомассы угольной рыбы с учетом коэффициента уловистости составила 2,3 млн экз. и 4,6 тыс. т. Аналогичные оценки по данным съемок в 2017, 2018 и 2020 гг., которые в основном захватывали шельфовую зону, были несколько меньше, но вполне сопоставимы и составили соответственно 2,7 млн экз. и 4,0 тыс. т, 2,1 млн экз. и 4,1 тыс. т и 1,7 млн экз. и 3,9 тыс. т.

Как можно видеть на рис. 7, многолетняя динамика оценок биомасс в Западно-Беринговоморской зоне по данным съемок и по модельным расчетам в американской части ареала имеет сходный характер. Коэффициент корреляции для уравнения линейной регрессии, связывающий эти два показателя соотношением (для тех лет, для которых имеются парные оценки): $Y = 0,0087 \cdot X - 0,5634$, где Y , X — оценки общей биомассы, тыс. т, соответственно, для западной части Берингова моря и у американского побережья составил $r = 0,72$. Это в будущем при отсутствии других данных и наличии прогнозных расчетов запаса угольной рыбы у американского кон-

тинента дает возможность грубо оценивать его приближенный уровень в западной части Берингова моря.

В среднем же, исходя из имеющихся в настоящее время оценок, можно заключить, что вклад западной части Берингова моря (без учета Карагинского и Олюторского заливов) в общую биомассу угольной рыбы не превышает 0,62 % (рис. 8), или что отношение биомасс приблизительно составляет 1 : 161.

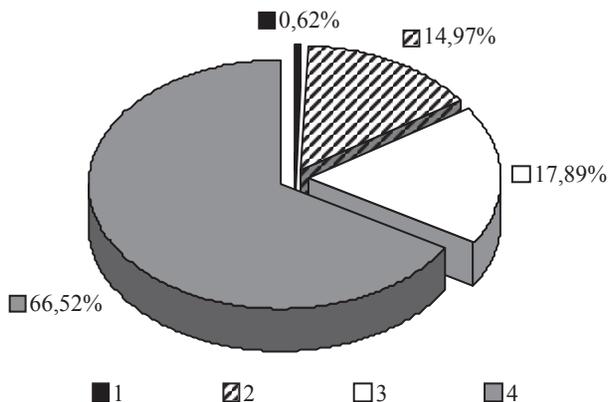


Рис. 8. Доля общей биомассы угольной рыбы по районам: 1 — Западно-Берингоморская зона; 2 — юго-восточная часть Берингова моря; 3 — Алеутские острова; 4 — зал. Аляска и южные районы (2–4 по данным <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment-sablefish-stock-alaska>)

Fig. 8. Portion of the total sablefish biomass, by area: 1 — West Bering Sea fishery zone; 2 — southeastern Bering Sea; 3 — at Aleutian Islands; 4 — Gulf of Alaska and adjacent waters [2–4 according to <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment-sablefish-stock-alaska>]

Аналогичным образом в последние несколько лет возросли и годовые уловы угольной рыбы в Западно-Берингоморской зоне (рис. 9). Причем, как можно видеть, процессы нарастания уловов в двух смежных районах — юго-восточной и западной частях Берингова моря — протекали однонаправленно.

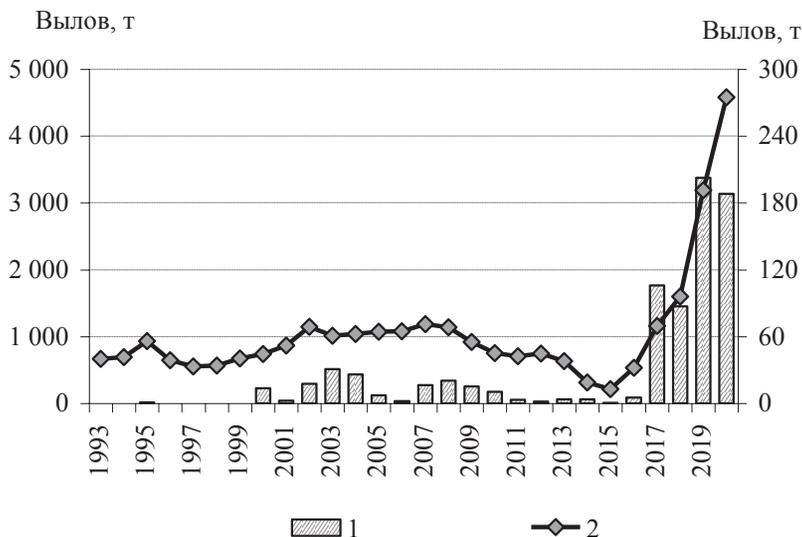


Рис. 9. Динамика вылова угольной рыбы в Беринговом море в 1993–2020 гг.: 1 — Западно-Берингоморская зона (шкала справа); 2 — юго-восточная часть Берингова моря (шкала слева, <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment-sablefish-stock-alaska>)

Fig. 9. Dynamics of the sablefish catch in the Bering Sea in 1993–2020: 1 — West Bering Sea fishery zone (scale on the right); 2 — southeastern Bering Sea (scale on the left) [<https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment-sablefish-stock-alaska>]

Так, если среднегодовой вылов в юго-восточной части моря до 2015 г. не превышал 800 т, то в 2017 г. было выловлено около 1,2 тыс. т, в 2018 г. — 1,6, в 2019 г. — 3,2, в 2020 г. — 4,6 тыс. т Сходным образом, если в 1993–2015 гг. в Западно-Беринговоморской зоне в среднем в год в прилове добывали около 10 т угольной рыбы, а среднемноголетнее освоение допустимых уловов не превышало 3–5 %, то в 2017 г. было выловлено 106 т, в 2018 г. — 87, в 2019 г. — 203, в 2020 г. — 189 т.

Учитывая, что, как будет показано ниже, специализированный промысел угольной рыбы в западной части Берингова моря в настоящий момент практически отсутствует и ее добывают лишь в прилове при целевом лове других рыб, кратное увеличение суммарных годовых уловов в 2017–2020 гг. по сравнению с предыдущим периодом явно свидетельствует о росте ее запасов в данном районе.

Анализ размерного состава уловов угольной рыбы в период проведения донных траловых съемок в 2017–2020 гг. (рис. 10) также косвенно свидетельствует в пользу предположения о существовании постоянного притока молоди в возрасте от 3 лет и старше из основных районов размножения в западную часть Берингова моря. Как можно видеть, основу уловов в Западно-Беринговоморской зоне в 2017 г. формировали особи длиной 52–56 см, на долю которых приходилось около 77 % общей численности. Если учесть, что согласно многолетним данным [Sasaki, 1985] средняя длина 3-годовиков угольной рыбы с учетом полового состава составляет 53,2 см, 4-годовиков — 57,3, а 5-годовиков — 60,4 см, то размерные классы 52–56 см в уловах в 2017 г. могут быть уверенно ассоциированы с особями поколения 2014 года рождения в возрасте 3+.

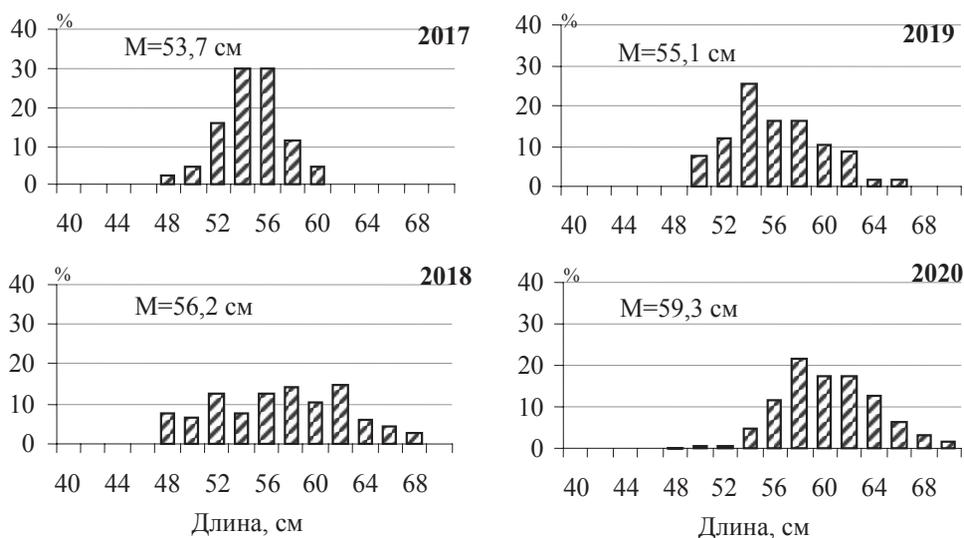


Рис. 10. Размерный состав угольной рыбы из уловов донным тралом в Западно-Беринговоморской зоне в период осуществления съемок в 2017–2020 гг.

Fig. 10. Size composition of sablefish from bottom trawl catches in the West Bering Sea fishery zone in 2017–2020

Аналогичным образом в период проведения донной траловой съемки в 2019 г. в уловах доминировали рыбы длиной 54–58 см, на долю которых приходилось около 58 % по численности, по всей видимости, они могут быть соотнесены с особями поколения 2016 года рождения в возрасте 3+. О том, что эта генерация предварительно оценивается как высокочисленная, уже упоминалось выше.

Основу донных траловых уловов угольной рыбы в период осуществления исследований в 2020 г. формировали особи длиной от 56 до 64 см, на долю которых приходилось свыше 81 % общей численности. Средняя длина рыб достигала 59,6 см. Предположительно особи массовой размерной группы представляли поколения 2016–2017 годов рождения, чей возраст на момент проведения исследований составлял 3+...4+ лет.

Коротко резюмируя приведенные выше результаты, можно отметить, что в последние несколько лет в Беринговом море наблюдается резкое увеличение промысловой биомассы и вылова угольной рыбы. Происходящие процессы отмечаются как в юго-восточной части моря, так и в западной.

Учитывая генетическую однородность популяции и высокие миграционные способности угольной рыбы и то обстоятельство, что при низком уровне численности в восточной части моря, до появления урожайной генерации 2014 года рождения, ее промысловые ресурсы и промысел в Западно-Беринговоморской зоне находились в стагнации, а после появления этого поколения резко пошли вверх, логично предположить, что именно активными миграциями части молодежи из основных районов производства в первую очередь и объясняется этот рост.

По всей видимости, именно этот приток мигрантов, а не пассивный перенос сеголеток в пелагиали является основным типом внешнего пополнения запасов угольной рыбы в западной части Берингова моря. В подтверждение данного предположения можно привести следующие соображения. Количество и встречаемость сеголеток в уловах пелагических съемок ТИНРО в 2003–2020 гг. в целом было невелико, а общее направление течений в данном районе, как показано выше, скорее способствует пополнению угольной рыбы в заливах северо-восточного и восточного побережья Камчатки, чем в Западно-Беринговоморской зоне, тогда как соотношение промысловых ресурсов, и собственно промысла, на этих акваториях равным счетом является обратным.

Поэтому должен быть какой-то иной механизм, обеспечивающий приток пополнения в районы, наиболее близкие к основным участкам нерестового ареала популяции в юго-восточной части Берингова моря. Таким механизмом представляются активные миграции молодежи, перешедшей к бентическому образу жизни.

Структура современного промысла угольной рыбы и распределение ее уловов.

Как было показано выше, резкий рост запасов угольной рыбы в западной части Берингова моря в последние годы спровоцировал интенсификацию ее вылова. Несмотря на то что в целом ее добывали лишь в качестве прилова, в 2020 г., согласно данным официальной статистики, были предприняты первые попытки организации ее специализированного промысла ярусными, а специалистами ТИНРО проведен ее экспериментальный лов ловушками. Все это позволяет предполагать, что целевой лов угольной рыбы в данном районе будет развиваться. Вместе с тем подходы к регулированию ее промысла до сих пор остаются неразработанными, поэтому одной из целей настоящего исследования была попытка восполнить этот пробел.

По данным статистики в 2010–2020 гг. в Западно-Беринговоморской зоне угольную рыбу облавливали донными ярусами, а также донными и пелагическими травами. Вклад этих орудий в суммарный годовой вылов угольной рыбы в среднем составлял соответственно 67,6, 27,8 и 4,6 %. Наибольшие объемы прилова угольной рыбы наблюдались при целевом ярусном лове макруруса (рис. 11). На долю этого вида промысла приходилось чуть больше одной пятой от годовых уловов угольной рыбы — 21 %. Приблизительно в равных долях, от 13 до 14 %, угольная рыба прилавливалась при ярусном лове трески и белокорого палтуса. Еще около 7 % было выловлено при целевом промысле угольной рыбы (в основном за счет результатов 2020 г.).

Приблизительно в равных долях, по 9–11 %, угольную рыбу добывали в прилове при донном траловом промысле черного и стрелозубого палтусов, ярусной и донной траловой добыче всех остальных видов ВБР. Наименьшие объемы вылова отмечены при целевом промысле минтая, сельди и стрелозубого палтуса разноглубинными травами — суммарно чуть больше 5 %.

Если рассмотреть межгодовую динамику уловов на усилие (CPUE) для шести видов специализированного промысла, обеспечивающих около 67 % в среднегодовых уловах угольной рыбы в качестве прилова (рис. 12, 13), то можно отметить следующее. Для всех этих видов промысла характерно резкое нарастание величины прилова уголь-

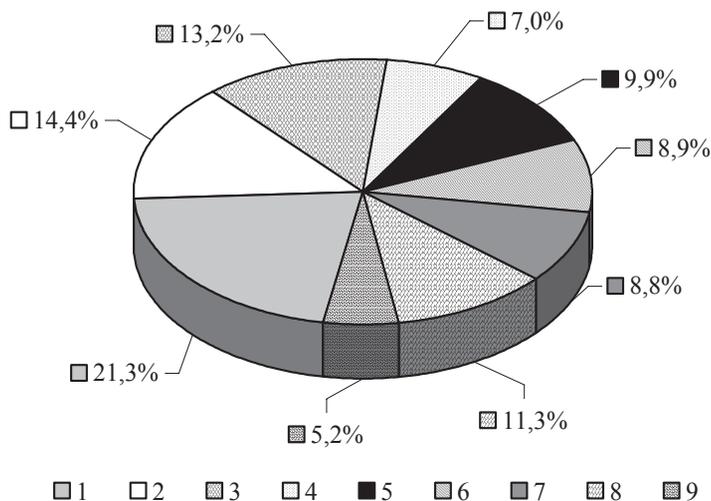


Рис. 11. Структура годовых уловов угольной рыбы в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2020 гг.: 1 — прилов при спецпромысле макрурусов ярусами, 2 — то же трески, 3 — белокорого палтуса; 4 — вылов при целевом промысле угольной рыбы ярусами; 5 — суммарный прилов при спецпромысле прочих видов ВБР ярусами; 6 — прилов при спецпромысле черного палтуса донными травами, 7 — то же стрелозубого палтуса; 8 — суммарно при спецпромысле прочих видов ВБР донными травами; 9 — суммарно при спецпромысле разноглубинными травами

Fig. 11. Structure of annual catches of sablefish in the West Bering Sea fishery zone in 2019–2020 (% of total annual catch): 1 — by-catch for the grenadiers bottom longline fishery; 2 — by-catch for the pacific cod bottom longline fishery; 3 — by-catch for the pacific halibut bottom longline fishery; 4 — specialized sablefish bottom longline fishery; 5 — by-catch for other kinds of bottom longline fishery; 6 — by-catch for greenland halibut bottom trawl fishery; 7 — by-catch for arrowtooth halibut bottom trawl fishery; 8 — by-catch for other types of bottom trawl fishery; 9 — by-catch for midwater trawl fishery

ной рыбы на усилие в 2017–2020 гг. Иногда увеличение CPUE было двух- и даже трехкратным, как, например, для ярусного лова макрурусов, трески и белокорого палтуса. А при ярусном лове скатов и донном траловом промысле черного палтуса угольную рыбу в прилове до 2016–2017 гг. вообще не фиксировали.

Анализируя сезонную динамику, можно констатировать, что максимальные величины CPUE для всех видов промысла отмечались с февраля по май, что, возможно, связано с тем, что на это время у угольной рыбы приходится период размножения. Однако долевой вклад вылова в летние месяцы для некоторых видов промысла (рис. 13, А, Г–Е) в целом был сопоставим с весенним, что, вероятно, объясняется большим количеством промысловых операций в этот период.

В одной из предыдущих работ [Золотов, 2021] была приведена методика оценки величины возможного прилова угольной рыбы на основе анализа современного специализированного промысла ВБР в западной части Берингова моря. При различных вариантах начальных предположений о текущих величинах запасов и допустимого изъятия тех видов, при специализированном промысле которых прилавливается угольная рыба, разброс оценок возможного прилова варьировал в пределах от 80 до 150 т, составляя в среднем около 116 т. Это та величина, которая при современном уровне запасов угольной рыбы в западной части Берингова моря задает уровень ее неспециализированного изъятия в прилове, что будет наблюдаться в любом случае. И очевидно, что эту оценку необходимо учитывать при выработке подходов к регулированию промысла.

В заключение этого раздела коротко коснемся пространственного и батиметрического распределения угольной рыбы в районе исследований. В целом по данным донных траловых съемок на акватории от мыса Олюторского до мыса Наварин

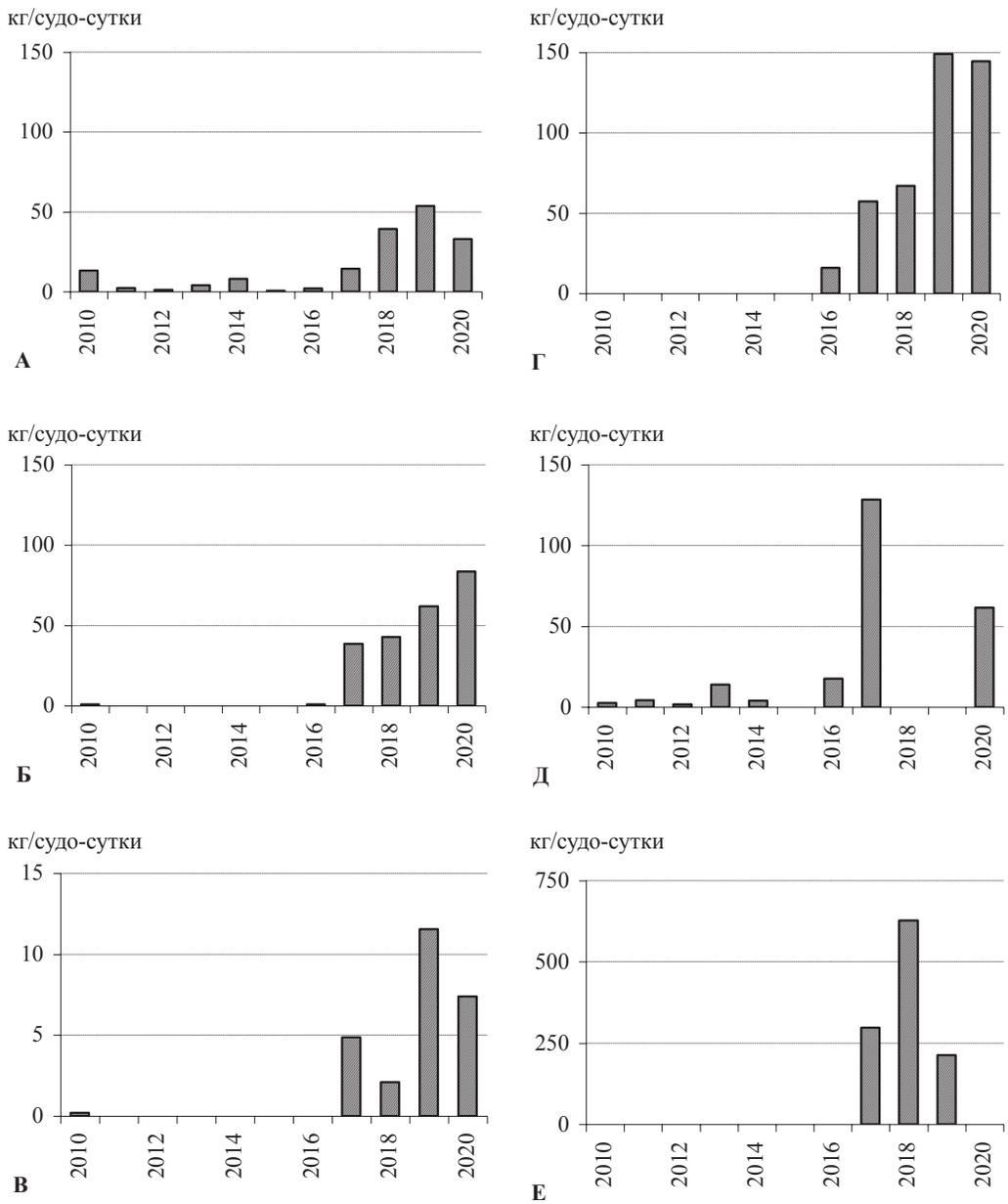


Рис. 12. Межгодовая динамика уловов угольной рыбы на усилие в Западно-Берингово-морской зоне в 2010–2020 гг.: **А** — в прилове при специализированном промысле донными ярусами макрурусов, **Б** — то же белокорого палтуса, **В** — трески, **Г** — скатов, **Д** — черного палтуса; **Е** — в прилове при специализированном промысле черного палтуса донными травами

Fig. 12. Interannual dynamics of the sablefish CPUE as by-catch in the West Bering Sea fishery zone in 2010–2020: **A** — for the grenadiers bottom longline fishery, **Б** — for the pacific halibut bottom longline fishery, **В** — for the pacific cod bottom longline fishery, **Г** — for the skates bottom longline fishery; **Д** — for the greenland halibut bottom longline fishery; **Е** — for the greenland halibut bottom trawl fishery

(рис. 14) угольная рыба распространена практически повсеместно от 172 до 180° в.д. на глубинах от 200 до 800 м, а основные концентрации приурочены к диапазонам 300–450 и 500–550 м (рис. 15).

Что касается обобщенного распределения угольной рыбы при промысле донными ярусами и донными травами в прилове, то, как можно видеть, оно несколько различа-

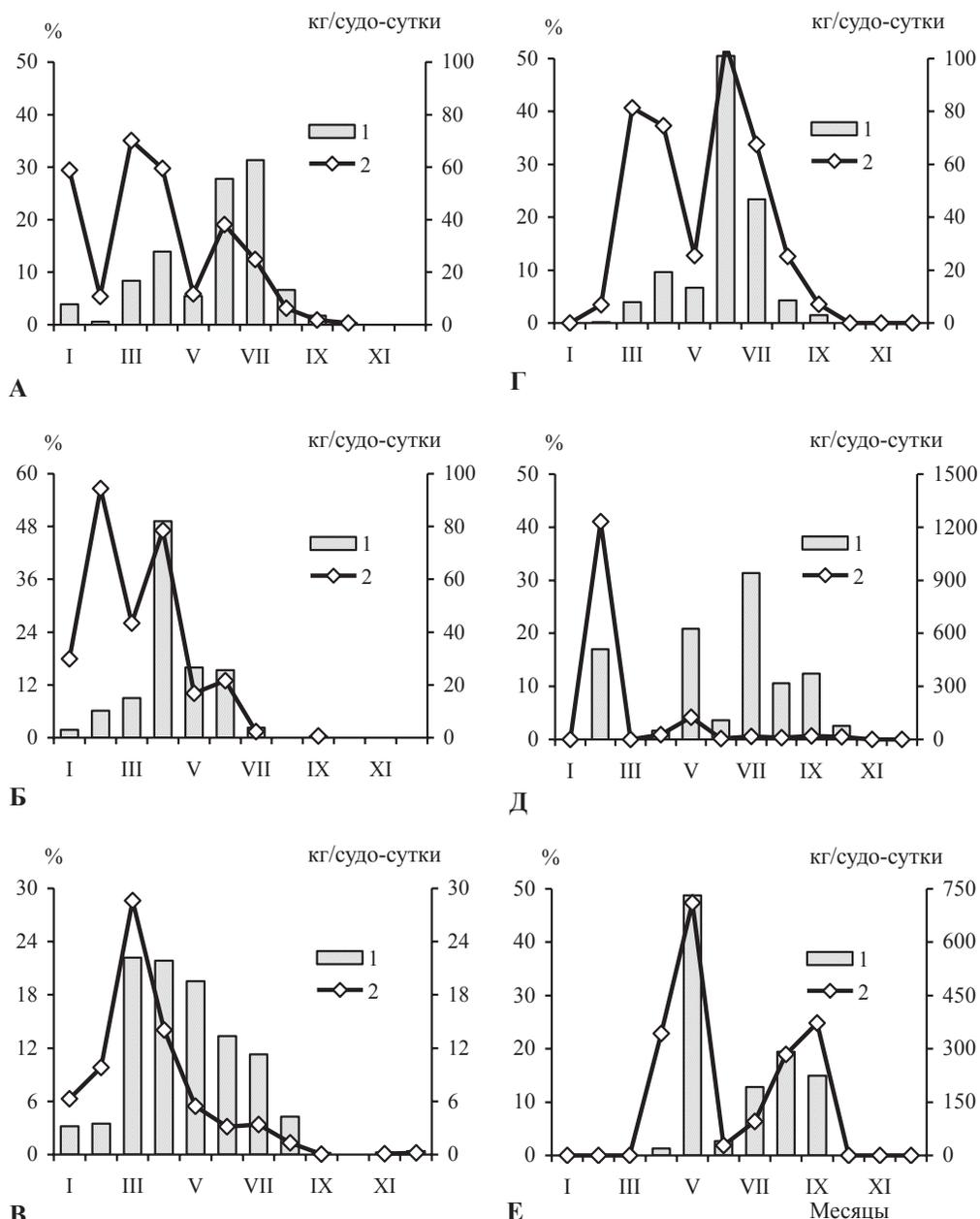


Рис. 13. Сезонная динамика вылова угольной рыбы (1, шкала слева) и ее уловов на уси-
лие (2, шкала справа) в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2020 гг.: А — в прилове при
специализированном промысле донными ярусами макрурусов, Б — белокорого палтуса, В —
трески, Г — скатов, Д — черного палтуса; Е — в прилове при специализированном промысле
черного палтуса донными травами

Fig. 13. Seasonal dynamics of the sablefish catches, as by-catch (1, scale on the left), and CPUE
(2, catch per working day of fishing vessel, scale on the right) in the West Bering Sea fishery
zone in 2010–2020: А — for the grenadiers bottom longline fishery, Б — for the pacific halibut bottom longline
fishery, В — for the pacific cod bottom longline fishery, Г — for the skates bottom longline fishery;
Д — for greenland halibut bottom longline fishery; Е — for greenland halibut bottom trawl fishery

лось (рис. 16, 17). Донными ярусами она облавливалась практически повсеместно, тогда как участок ее вылова донными травами ограничивался районом от 176 до 180° в.д. и в основном был связан со специализированным траловым ловом палтусов.

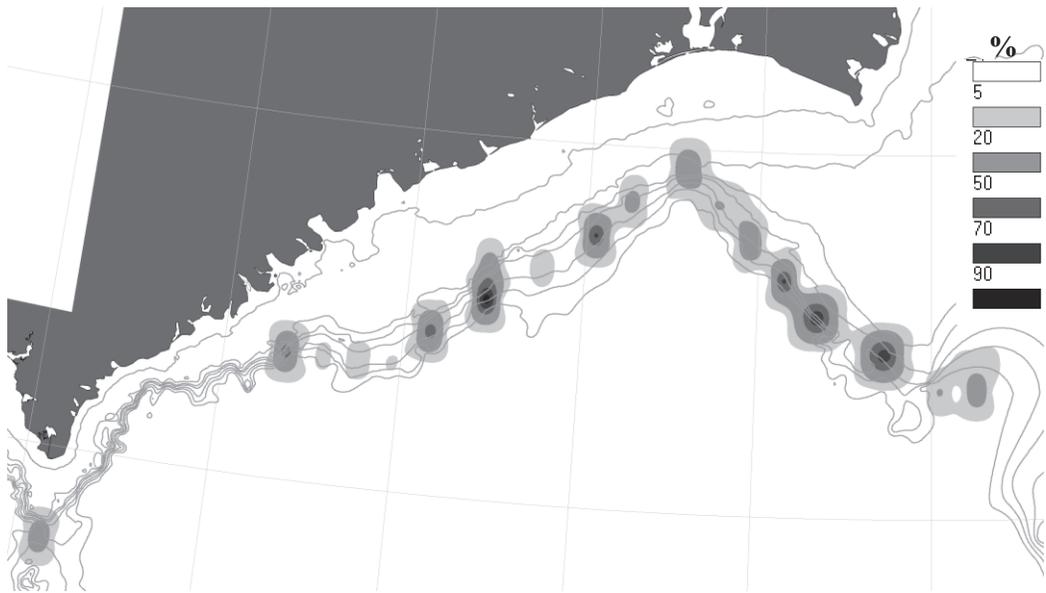


Рис. 14. Распределение уловов угольной рыбы в Западно-Беринговоморской зоне в период проведения донных траловых съемок в 1998–2020 гг. (% от максимального значения)

Fig. 14. Sablefish catches in the West Bering Sea fishery zone during bottom trawl surveys in 1998–2020 (% of the maximum value)

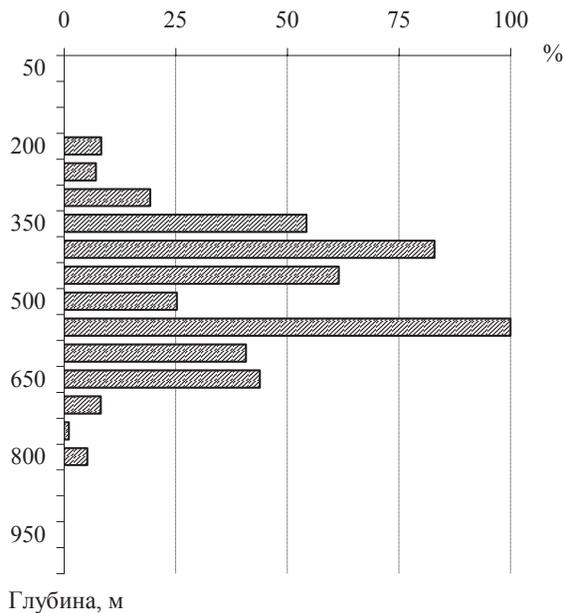


Рис. 15. Батиметрическое распределение уловов угольной рыбы в Западно-Беринговоморской зоне в период проведения донных траловых съемок

Fig. 15. Bathymetric distribution of the sablefish catches in the West Bering Sea fishery zone during bottom trawl surveys

Очевидно, в данном случае имеет значение то обстоятельство, что донные ярусы менее ограничены в применении при лове на каменистых грунтах. Исходя из приведенных результатов можно предположить, что для организации специализированного промысла угольной рыбы в Западно-Беринговоморской зоне в настоящее время оптимальным является ярусный лов, а в обозримом будущем — возможно и ловушечный [Афанасьев и др., 2014], поскольку они менее ограничены в использовании.

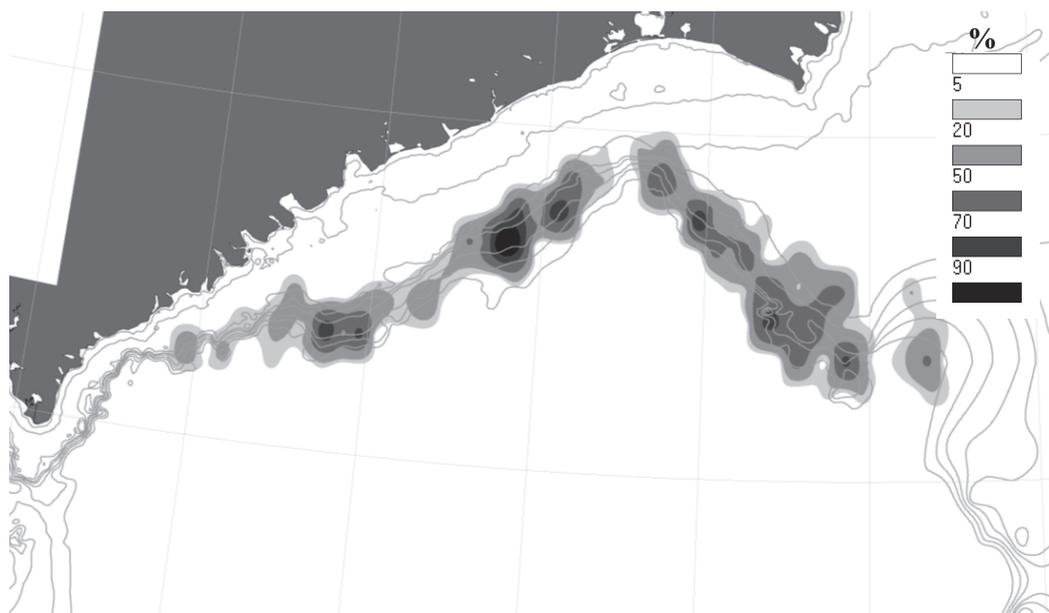


Рис. 16. Распределение промысловых уловов угольной рыбы ярусами в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2020 гг. по данным ССД (% от максимального значения)

Fig. 16. Commercial longline catches of sablefish in the West Bering Sea fishery zone in 2010–2020 (% of the maximum value)

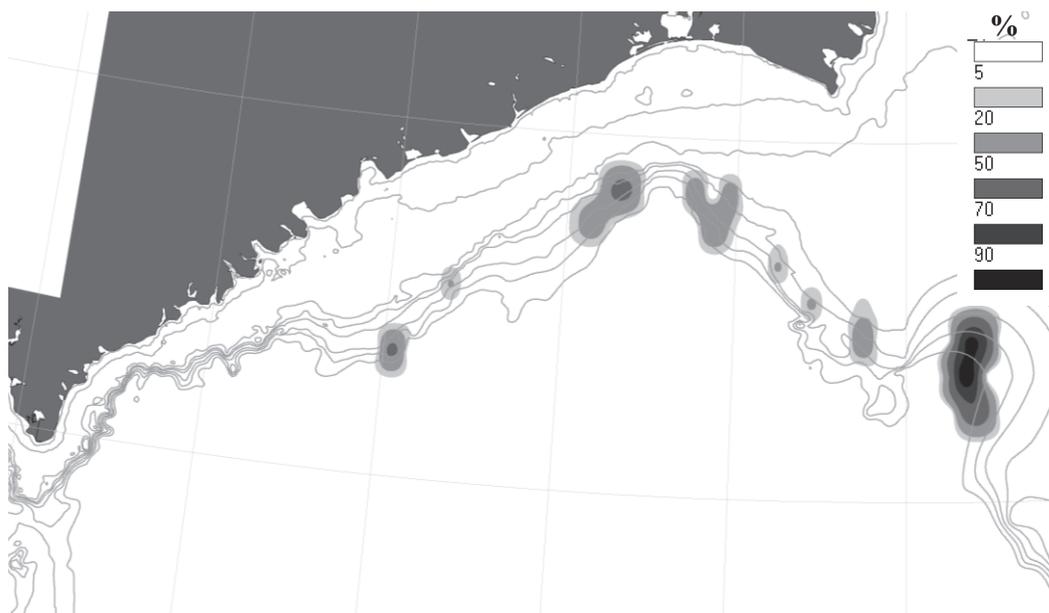


Рис. 17. Распределение промысловых уловов угольной рыбы донными травами в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2020 гг. по данным ССД (% от максимального значения)

Fig. 17. Commercial bottom trawl catches of sablefish in the West Bering Sea fishery zone in 2010–2020 (% of the maximum value)

Оценка ориентиров управления промыслом угольной рыбы. Определение параметров регулирования вылова угольной рыбы Западно-Беринговоморской зоны было выполнено в рамках основных положений «предосторожного подхода» к управлению промыслом [Бабаян, 2000], при котором предполагается выбор дифференцированных уровней допустимого изъятия в зависимости от текущего состояния запасов.

Обычно стратегия управления промыслом для тех или иных самостоятельных запасов ВБР сводится к обеспечению промысловой эксплуатации, не ограничивающей их возможностей к расширенному воспроизводству и поддержанию биомассы производителей на оптимальном уровне.

Однако в нашем случае запас угольной рыбы Западно-Берингоморской зоны зависит от притока мигрантов, и его пополнение в большей степени обеспечивается за счет размножения особей в юго-восточной части моря, чем собственным репродуктивным потенциалом. Это, конечно, не означает возможности бесконтрольного облова ресурсов угольной рыбы в западной части Берингова моря: пусть собственные запасы данного вида здесь невелики, но и они требуют сохранения и рационального использования.

В связи с этим при выборе ориентиров управления промыслом по биомассе целесообразно брать во внимание фактический объем запаса, учитываемый в районе в ходе траловых съемок, поскольку он характеризует уровень численности рыб, уже присутствующих в районе (или присутствовавших в момент проведения исследований).

Кроме того, подразумевая, что группировка угольной рыбы в Западно-Берингоморской зоне является лишь частью ее более общего запаса в Северной Пацифике, при выборе уровня допустимой промысловой нагрузки и определении целевых ориентиров по промысловой смертности имеет смысл следовать опыту регулирования промысла, накопленному американскими специалистами [<https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2019-assessment-sablefish-stock-alaska>; <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment-sablefish-stock-alaska>].

В качестве граничного ориентира по общей биомассе B_{lim} , видимо, целесообразно принять ее минимальное значение на интервале наблюдений в 1998–2020 гг. Эта величина составляет 0,2 тыс. т. Для сбора научной и промысловой биостатистики в период, когда запас опускается ниже граничного ориентира, допустимый уровень изъятия может быть оценен величиной 10 % от целевого ориентира по промысловой смертности [Бабаян, 2000].

Целевой ориентир по общей биомассе B_{tr} , при превышении которого возможно максимальное изъятие, может быть выбран исходя из среднелетнего уровня общей биомассы угольной рыбы в период с 1998 по 2020 г.

Подобная оценка целевого ориентира рекомендована для случаев недостатка полноценной информации по структуре запаса [Бабаян, 2000, с. 95]. С учетом верхней границы 95 %-ного доверительного интервала эта величина составила $B_{tr} = 2,8$ тыс. т.

Целевой и граничные ориентиры по промысловой смертности были рассчитаны по аналогии с определяемыми для запаса угольной рыбы у американского побережья и оценивались на основании аналитических кривых биомассы на рекрута B/R и относительной (нормированной) биомассы на рекрута $B^* = (B/R)/(B/R)_{max}$ [Бабаян, 2000, с. 43–44].

В качестве целевого ориентира по промысловой смертности в многолетней практике управления промыслом угольной рыбы в National Marine Fisheries Service (NFMS) [<https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2019-assessment-sablefish-stock-alaska>] используется параметр $F_{40\%}$, в качестве граничного — $F_{35\%}$. Эти величины соответствуют оценкам смертности, при которых уровень общей биомассы составляет 40 и 35 % от биомассы «девственной» популяции, не затронутой промыслом.

$F_{40\%}$ и $F_{35\%}$ соответствующие F_{tr} и F_{lim} , были определены нами по аналитической кривой B^* (рис. 18) и составили 0,11 и 0,13, или в терминах коэффициента эксплуатации U соответственно 10,4 и 12,2 %. Тогда величина, резервируемая для научно-исследовательских работ при снижении общей биомассы угольной рыбы ниже граничного ориентира, составляет $U_0 = 0,1 \cdot 10,4 \% \approx 1 \%$.

Уровень изъятия угольной рыбы в Западно-Берингоморской зоне в области между граничным и целевым ориентирами по общей биомассе может быть задан линейной функцией $y = k \cdot x + b$ в явном виде, где y — рекомендуемый уровень изъятия,

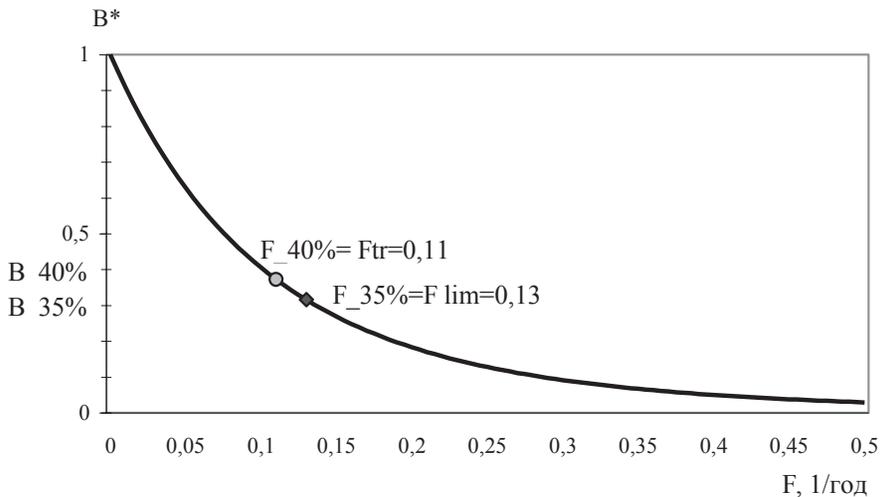


Рис. 18. Нормированная на максимум зависимость биомассы угольной рыбы на рекрута от промысловой смертности

Fig. 18. Dependence of the sablefish biomass per recruit on the fishing mortality (normalized to the maximum value)

x — текущая оценка общей биомассы. Коэффициенты k и b линейного уравнения были определены исходя из величин граничных и целевых ориентиров и составили: $k = 3,620$; $b = 0,276$.

В аналитической форме итоговое правило регулирования промысла (ППП) угольной рыбы Западно-Берингоморской зоны в терминах коэффициента эксплуатации может иметь вид:

$$\left. \begin{aligned} u &= 1,0\%, \text{ при } TSB \leq 0,2 \text{ тыс. т} \\ u &= 3,62 \cdot TSB + 0,276, \text{ при } 0,2 \text{ тыс. т} < TSB \leq 2,8 \text{ тыс. т} \\ u &= 10,4\% \text{ при } TSB > 2,8 \text{ тыс. т} \end{aligned} \right\},$$

где TSB — общая биомасса; u — коэффициент эксплуатации.

Для примера, по результатам донных траловых съемок ТИНРО в 2017–2020 гг. средняя оценка биомассы угольной рыбы Западно-Берингоморской зоны составляла $4,1 \pm 0,3$ тыс. т. Основная неопределенность при прогнозировании состояния запаса на ближайшую перспективу связана с оценкой пополнения. В нашем случае, как было показано выше, ситуация усугубляется тем, что промысловые ресурсы угольной рыбы восполняются в основном за счет мигрантов, величину притока которых при современном уровне наших знаний прогнозировать довольно затруднительно.

Однако с учетом тенденций в динамике численности угольной рыбы в юго-восточной части Берингова моря с определенной долей уверенности можно предполагать, что в ближайшее время состояние ее запасов в западной части Берингова моря, по крайней мере, не ухудшится и приблизительно будет соответствовать уровню 2017–2020 гг. В этом случае, исходя из предложенного ППП, можно заключить, что ожидаемые оценки запаса угольной рыбы будут располагаться выше целевого ориентира по биомассе, а рекомендуемое изъятие составит 10,4 %. Тогда расчетная величина допустимого изъятия на ближайший прогнозный период (с учетом доверительных интервалов) будет определяться величиной 410 ± 15 т.

Как было показано выше, часть этого объема при современном развитии промысла в Западно-Берингоморской зоне [Золотов, 2021] на уровне, приблизительно равном 120 т, будет освоена в качестве случайного прилова. Поэтому фактически для организации специализированного промысла угольной рыбы в данном районе может быть рекомендовано около 280–300 т.

Безусловно, соотношение между возможным приловом и объемами, которые без особого ущерба для состояния запасов могут быть освоены специализированно, будет зависеть от текущего уровня биомассы угольной рыбы. В случае ее устойчивого снижения, в предельном случае, возможна такая ситуация, когда рекомендованные к изъятию объемы окажутся сопоставимы с оценками возможного неспециализированного прилова. Тогда может потребоваться разработка дополнительных нормативных мер по временному ограничению целевого промысла угольной рыбы в Западно-Беринговоморской зоне, однако обсуждение данного вопроса выходит за рамки настоящего исследования.

Заключение

На основе материалов донных траловых и пелагических съемок ТИПРО в 2003–2020 гг., промысловой статистики и открытых данных National Oceanic and Atmospheric Administration показано существование двух основных путей внешнего пополнения запасов угольной рыбы в западной части Берингова моря. Основным способом для Западно-Беринговоморской зоны являются активные миграции молоди, перешедшей к бентическому образу жизни, из районов размножения в юго-восточной части Берингова моря в северо-западном направлении к наваринскому району.

Вторым способом пополнения запасов является пассивный перенос личинок и сеголеток. Основным источником пассивно разносящейся молоди угольной рыбы — ее нерестилища, расположенные вдоль Алеутской гряды и в юго-восточной части Берингова моря. Главным фактором, определяющим распределение ее личинок, мальков и сеголеток в западной части Берингова моря, является циркуляционная система поверхностных течений. Исходя из направления ее главных потоков, основное воздействие данный процесс оказывает на пополнение угольной рыбы в заливах северо-восточного и в меньшей степени восточного побережий Камчатки.

В последние несколько лет в Беринговом море наблюдается резкое увеличение промысловой биомассы и вылова угольной рыбы. Происходящие процессы отмечаются как в восточной части моря, так и в западной. Если в водах юго-восточной части Берингова моря, Алеутских островов и в зал. Аляска в 2015 г. суммарная величина общей биомассы оценивалась на уровне 171 тыс. т, то к 2020 г. этот показатель вырос до 690 тыс. т. И если в начале 2000-х гг. оценки биомассы угольной рыбы в западной части Берингова моря составляли около 0,55 тыс. т и имели тенденцию к снижению, то в 2017–2020 гг. они возросли до 4,0 тыс. т.

Аналогично, если среднегодовой вылов в юго-восточной части моря до 2015 г. не превышал 800 т, то в 2020 г. было выловлено 4,6 тыс. т. Если в 1993–2015 гг. в Западно-Беринговоморской зоне в среднем в год в прилове добывали около 10 т угольной рыбы, то к 2019–2020 гг. годовые уловы увеличились до 190–200 т. Столь масштабное увеличение промысловых ресурсов угольной рыбы в Беринговом море связывают с появлением и последующим вступлением в запас урожайных генераций 2014 и, возможно, 2016 годов рождения.

В связи с невысоким уровнем собственных промысловых ресурсов специализированный промысел угольной рыбы в Западно-Беринговоморской зоне до 2019 г. не был развит. В 2010–2020 гг. не более 7 % ее среднегодовых уловов добывали специализированно донными ярусами. Остальные 93 % осваивали в качестве прилова в основном при специализированном ярусном промысле макруруса, трески и белокорого палтуса. В целом же угольную рыбу в данном районе облавливали донными ярусами, донными и пелагическими тралами. Вклад этих орудий в суммарный годовой вылов угольной рыбы в среднем составлял соответственно 67,6, 27,8 и 4,6 %.

На основании проведенного анализа следует, что при текущем состоянии запасов угольной рыбы в Западно-Беринговоморской зоне оптимальный уровень ее промысловой эксплуатации составляет около 10,4 % от общей биомассы, что эквивалентно годовому вылову около 400 т, из которых примерно 100–120 т неизбежно будет прилав-

ливаться при промысле других объектов, а около 300 т составляют обозримый ресурс для организации специализированного промысла.

Благодарности

Автор выражает благодарность своим бывшим и нынешним коллегам из Камчатского и Тихоокеанского филиалов ВНИРО — О.Г. Золотову за многочисленные консультации и практические советы, высказанные при подготовке работы, а также И.И. Глебову и Н.Л. Асеевой — за помощь, связанную с подбором материалов для настоящего исследования.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Соблюдение этических стандартов

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

Автор заявляет, что у него нет конфликта интересов.

Список литературы

Афанасьев П.К., Орлов А.М., Новиков Р.Н. Сравнительная характеристика угольной рыбы *Anoplopoma fimbria* в уловах пассивных и активных орудий лова в северо-западной части Тихого океана // Вопр. ихтиол. — 2014. — Т. 54, № 2. — С. 168–187. DOI: 10.7868/S0042875214010019.

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

Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. Географическая информационная система «Картмастер» // Рыб. хоз-во. — 2007. — № 1. — С. 96–99.

Борец Л.А. Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение : моногр. — Владивосток : ТИПРО-центр, 1997. — 217 с.

Дудник Ю.М., Кодолов Л.С., Полутов В.И. К вопросу о распространении и воспроизводстве угольной рыбы *Anoplopoma fimbria* у Курильских островов и Камчатки // Вопр. ихтиол. — 1998. — Т. 38, № 1. — С. 16–21.

Золотов А.О. Современный специализированный промысел морских рыб в западной части Берингова моря // Изв. ТИПРО. — 2021. — Т. 201, вып. 1. — С. 76–101. DOI: 10.26428/1606-9919-2021-201-76-101.

Ким Сен Ток. О находениях угольной рыбы *Anoplopoma fimbria* (Anoplopomatidae) у юго-восточного побережья острова Сахалин // Вопр. ихтиол. — 2000. — Т. 40, № 5. — С. 709–710.

Кодолов Л.С. Некоторые черты биологии угольной рыбы (*Anoplopoma fimbria*) в Беринговом море // Изв. ТИПРО. — 1970. — Т. 74. — С. 42–46.

Кодолов Л.С. Угольная рыба // Биологические ресурсы Тихого океана. — М. : Наука, 1986. — С. 328–340.

Кодолов Л.С., Куликов М.Ю., Сюсина Т.И. Особенности распространения и распределения рыб материкового склона и подводных поднятий северной Пацифики // Биология рыб и беспозвоночных северной части Тихого океана. — Владивосток : ДВГУ, 1991. — С. 21–38.

Макрофауна пелагиали западной части Берингова моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1982–2009 / В.П. Шунтов, Л.Н. Бочаров, И.В. Волвенко, В.В. Кулик; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИПРО-центр, 2012. — 479 с.

Нектон западной части Берингова моря. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИПРО-центр, 2006. — 416 с.

Новиков Н.П. Мечение угольной рыбы (*Anoplopoma fimbria* (Pall.)) в Беринговом море и у тихоокеанского побережья Камчатки // Вопр. ихтиол. — 1968. — Т. 8, вып. 5. — С. 955–957.

Новиков Н.П. Новые поимки угольной рыбы *Anoplopoma fimbria* в Охотском море // Вопр. ихтиол. — 1994. — Т. 34, № 6. — С. 843–845.

Новиков Н.П. Промысловые рыбы материкового склона северной части Тихого океана : моногр. — М. : Пищ. пром-сть, 1974. — 307 с.

Орлов А.М., Бирюков И.А. Новые данные о размножении угольной рыбы *Anoplopoma fimbria* (Scorpaeniformes, Anoplopomatidae) в прикурильских и прикамчатских водах Тихого океана // Бюл. МОИП. Отд. биол. — 2003. — Т. 108, вып. 4. — С. 20–25.

Орлова С.Ю., Орлов А.М., Волков А.А., Новиков Р.Н. Микроэволюционные процессы у угольной рыбы *Anoplopoma fimbria* на основании данных о полиморфизме двух участков митохондриальной ДНК // ДАН. — 2014. — Т. 458, № 3. — С. 354–358. DOI: 10.7868/S0869565214270279.

Парин Н.В. Рыбы открытого океана : моногр. — М. : Наука, 1988. — 272 с.

Парин Н.В., Евсеенко С.А., Васильева Е.Д. Рыбы морей России: аннотированный каталог. — М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2014. — 733 с.

Планирование, организация и обеспечение исследований рыбных ресурсов дальневосточных морей России и северо-западной части Тихого океана / отв. ред. Л.Н. Бочаров, И.В. Мельников. — Владивосток : ТИПРО-центр, 2005. — 231 с.

Токранов А.М. О встречаемости молоди угольной рыбы *Anoplopoma fimbria* (Anoplopomatidae) в прикамчатских водах // Океанол. — 2002. — Т. 42, № 1. — С. 124–126.

Хен Г.В. Сезонная и межгодовая изменчивость вод Берингова моря и ее влияние на распределение и численность гидробионтов : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — Владивосток : ТИПРО, 1988. — 24 с.

Шейко Б.А., Федоров В.В. Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. — Петропавловск-Камчатский : Камч. печ. двор, 2000. — 166 с.

Boehlert G.W., Yoklavich M.M. Larval and juvenile growth of sablefish, *Anoplopoma fimbria*, as determined from otolith increments // Fish. Bull. — 1985. — Vol. 83. — P. 475–481.

Gao Y., Joner S.H., Svec R.A., Weinberg K.L. Stable isotopic comparison in otoliths of juvenile sablefish (*Anoplopoma fimbria*) from waters off the Washington and Oregon coast // Fish. Res. — 2004. — Vol. 68(1). — P. 351–360. DOI: 10.1016/j.fishres.2003.11.002.

Hunter J.R., Mackiewicz B.J. and Kimbrell C.A. Fecundity and other aspects of the reproduction of sablefish, *Anoplopoma fimbria*, in central California waters // CalCOFI Rep. — 1989. — Vol. 30. — P. 61–72.

Jasonowicz A.J., Goetz F.W., Goetz G.W., Nichols K.M. Love the one you're with: genomic evidence of panmixia in the sablefish (*Anoplopoma fimbria*) // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 2017. — Vol. 74, № 3. — P. 377–387.

Kastelle C.R., Kimura D.K., Nevissi A.E., Gunderson D.R. Using Pb-210/Ra-226 disequilibria for sablefish, *Anoplopoma fimbria*, age validation // Fish. Bull. — 1994. — Vol. 92. — P. 292–301.

Kendall A.W.Jr., Matarese A.C. Biology of eggs, larvae, and epipelagic juveniles of sablefish, *Anoplopoma fimbria*, in relation to their potential use in management // Mar. Fish. Rev. — 1987. — Vol. 41, № 1. — P. 1–13.

Kimura D.K., Shimada A.M., Shaw F.R. Stock structure and movement of tagged sablefish, *Anoplopoma fimbria*, in offshore northeast Pacific waters and the effects of El Niño-Southern Oscillation on migration and growth // Fish. Bull. — 1998. — Vol. 96, № 3. — P. 462–481.

Krieger K.J. Sablefish, *Anoplopoma fimbria*, observed from a manned submersible // Proceedings of the International Symposium on the Biology and Management of Sablefish / M. Saunders and M. Wilkins (eds) : NOAA Tech. Rep. — 1997. — Vol. 130. — P. 115–121.

Low L.L., Tanonaka G.K. and Shippen H.H. Sablefish of the Northeastern Pacific Ocean and Bering Sea : Northwest Fisheries Science Center Processed Report. — 1976. — 115 p.

Mason J.C., Beamish R.J., McFarlane G.A. Sexual maturity, fecundity, spawning, and early life history of sablefish (*Anoplopoma fimbria*) off the Pacific coast of Canada // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 1983. — Vol. 40, № 12. — P. 2126–2134. DOI: 10.1139/f83-247.

McDevitt S.A. Growth analysis of sablefish from mark-recapture data from the northeast Pacific : M.S. University of Washington. — 1990. — 87 p.

McFarlane G.A. and Nagata W.D. Overview of sablefish mariculture and its potential for industry // Alaska Sea Grant Report. — 1988. — № 88-4. — P. 105–120.

Munk K.M. Maximum ages of groundfishes in waters off Alaska and British Columbia and consideration of age determination // Alaska Fish. Res. Bull. — 2001. — Vol. 8, № 1. — P. 12–21.

Orlova S.Y., Schepetov D.M., Mugue N.S. et al. Evolutionary history told by mitochondrial markers of large teleost deep-sea predators of family Anoplopomatidae Jordan & Gilbert 1883, endemic to the North Pacific // J. Mar. Biol. Assoc. UK. — 2019. — Vol. 99, Iss. 7. — P. 1683–1691. DOI: 10.1017/S0025315419000572.

Rodgveller C.J., Stark J.W., Echave K.B., Hulson P.-J.F. Age at maturity, skipped spawning, and fecundity of female sablefish (*Anoplopoma fimbria*) during the spawning season // Fish. Bull. — 2016. — Vol. 114(1). — P. 89–102. DOI: 10.7755/FB.114.1.8.

Rutecki T.L., Varosi E.R. Distribution, age, and growth of juvenile sablefish *Anoplopoma fimbria* in Southeast Alaska // Proceedings of the International Symposium on the Biology and Management of Sablefish / M. Saunders and M. Wilkins (eds) : NOAA Tech. Rep. — 1997. — Vol. 130. — P. 45–54.

Sasaki T. Studies on the sablefish resources of the North Pacific Ocean : Bull. Far Seas Fish. Res. Lab. — 1985. — № 22. — 108 p.

Shenker J.M., Olla B.L. Laboratory feeding and growth of juvenile sablefish, *Anoplopoma fimbria* // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 1986. — Vol. 43, № 5. — P. 930–937. DOI: 10.1139/f86-115.

Tripp-Valdez M.A., García-de-León F.J., Espinosa-Pérez H., Ruiz-Campos G. Population structure of sablefish *Anoplopoma fimbria* using genetic variability and geometric morphometric analysis // J. Appl. Ichthyol. — 2012. — Vol. 28, № 4. — P. 516–523.

Wing B.L. Distribution of sablefish *Anoplopoma fimbria* larvae in the Eastern Gulf of Alaska // Proceedings of the International Symposium on the Biology and Management of Sablefish / M. Saunders and M. Wilkins (eds) : NOAA Tech. Rep. — 1997. — Vol. 130. — P. 13–26.

Wolotira R.J.Jr., Sample T.M., Noel S.F., Iten C.R. Geographic and bathymetric distributions for many commercially important fishes and shellfishes off the west coast of North America, based on research survey and commercial catch data, 1912–1984 : NOAA Tech. Memo. NMFS-AFSC-6. — 1993. — 184 p.

References

Afanasyev, P.K., Orlov, A.M. and Novikov, R.N., Comparative characteristic of sablefish *Anoplopoma fimbria* in catches with passive and active fishing gear in the northwestern Pacific Ocean, *J. Ichthyol.*, 2014, vol. 54, no. 2, pp. 146–164. doi 10.7868/S0042875214010019

Babayan, V.K., *Predostorozhnyi podkhod k otsenke obshchego dopustimogo ulova (ODU)* (The Precautionary Approach to the Assessment of Total Allowable Catch (TAC)), Moscow: VNIRO, 2000.

Bizikov, V.A., Goncharov, S.M., and Polyakov, A.V., The geographical informational system CardMaster, *Rybn. Khoz.*, 2007, no. 1, pp. 96–99.

Borets, L.A., *Donnye ikhtiotseny rossiiskogo shel'fa dal'nevostochnykh morei: sostav, struktura, elementy funktsionirovaniya i promyslovoye znachenie* (Benthic Ichthyocoenes on the Russian Shelf of the Far Eastern Seas: Composition, Structure, Functioning Elements, and Commercial Significance), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 1997.

Dudnik, Yu.M., Kodolov, L.S., and Polutov, V.I., The problem of distribution and reproduction of the beshow *Anoplopoma fimbria* of Kurile Islands and Kamchatka, *Vopr. Ikhtiolog.*, 1998, vol. 38, no. 1, pp. 16–21.

Zolotov, A.O., Modern specialized fishery of sea fish in the western Bering Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2021, vol. 201, no. 1, pp. 76–101. doi 10.26428/1606-9919-2021-201-76-101

Kim Sung Tok, On the records of the beshow *Anoplopoma fimbria* (Anoplopomatidae) off south-eastern coast of Sakhalin Island, *Vopr. Ikhtiolog.*, 2000, vol. 40, no. 5, pp. 709–710.

Kodolov, L.S., Some features of biology of sablefish (*Anoplopoma fimbria*) in the Bering Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1970, vol. 74, pp. 42–46.

Kodolov, L.S., Coal fish, in *Biologicheskiye resursy Tikhogo okeana* (Biological Resources of the Pacific Ocean), Moscow: Nauka, 1986, pp. 328–340.

Kodolov, L.S., Kulikov, M.Yu., and Syusina, T.I., Features of the distribution and distribution of fish on the continental slope and underwater uplifts of the northern Pacific, in *Biologiya ryb i bespozvonochnykh severnoy chasti Tikhogo okeana* (Biology of fish and invertebrates in the northern part of the Pacific Ocean), Vladivostok: DVGU, 1991, pp. 21–38.

Shuntov, V.P., Bocharov, L.N., Volvenko, I.V., and Kulik, V.V., *Makrofauna pelagialy zapadnoi chasti Beringova morya: tablitsy vstrechaemosti, chislennosti i biomassy. 1982–2009* (Pelagic Macrofauna of the Western Part of the Bering Sea: Occurrence, Abundance, and Biomass. 1982–2009), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., eds., Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2012.

Nekton zapadnoi chasti Beringova morya. Tablitsy chislennosti, biomassy i sootnosheniya vidov (Nekton of the Western Part of the Bering Sea. Abundance, Biomass and Species Ratio), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., eds., Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2006.

Novikov, N.P., Tagging of coal fish (*Anoplopoma fimbria* (Pall.)) in the Bering Sea and off the Pacific coast of Kamchatka, *J. Ichthyol.*, 1968, vol. 8, no. 5, pp. 955–957.

- Novikov, N.P.**, New records of the beshow *Anoplopoma fimbria* from the Okhotsk Sea, *Vopr. Ikhtiol.*, 1994, vol. 34, no. 6, pp. 843–845.
- Novikov, N.P.**, *Promyslovye ryby materikovogo sklona severnoi chasti Tikhogo okeana* (Commercial Fishes of the Continental Slope of the northern Pacific Ocean), Moscow: Pishchevaya Promyshlennost', 1974.
- Orlov, A.M. and Biryukov, I.A.**, New data on spawning of sablefish *Anoplopoma fimbria* (Scorpaeniformes, Anoplopomatidae) in the Pacific waters off Kuril Islands and Kamchatka, *Byull. Mosk. O-va. Ispyt. Prir., Otd. Biol.*, 2003, vol. 108, no. 4, pp. 20–25.
- Orlova, S.Y., Orlov, A.M., Volkov, A.A., Novikov, R.N.**, Micro-evolutionary processes in sablefish *Anoplopoma fimbria*, based on polymorphism of the two sites of mitochondrial DNA, *Doklady Biochemistry and Biophysics*, 2014, vol. 458, no. 1, pp. 172–176.
- Parin, N.V.**, *Ryby otkrytogo okeana* (Fishes of the Open Ocean), Moscow: Nauka, 1988.
- Parin, N.V., Evseenko, S.A., and Vasiljeva, E.D.**, *Ryby morei Rossii: annotirovannyi katalog* (Fishes of Russian Seas: Annotated Catalogue), Moscow: KMK, 2014.
- Planirovanie, organizatsiya i obespechenie issledovaniy rybnikh resursov dal'nevostochnykh morei Rossii i severo-zapadnoi chasti Tikhogo okeana* (Planning, Conducting and Support of Fishery Resource Studies in the Far Eastern Seas of Russia and North-West Pacific Ocean), Bocharov, L.N. and Melnikov, I.V., eds., Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2005.
- Tokranov, A.M.**, About Occurrence of Sablefish Young *Anoplopoma fimbria* (Pallas) (Anoplopomatidae) in Near Kamchatkan Waters, *Oceanology*, 2002, vol. 42, no. 1, pp. 124–126.
- Hen, G.V.**, Seasonal and interannual variability of the waters of the Bering Sea and its influence on the distribution and abundance of aquatic organisms, *Extended Abstract of Cand. Sci. (Geogr.) Dissertation*, Vladivostok, 1988.
- Sheiko, B.A. and Fedorov, V.V.**, *Katalog pozvonochnykh Kamchatki i sopredel'nykh morskikh akvatoriy* (Catalog of Kamchatka's vertebrates and adjacent marine areas), Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatsky Pechatny Dvor, 2000.
- Boehlert, G.W. and Yoklavich, M.M.**, Larval and juvenile growth of sablefish, *Anoplopoma fimbria*, as determined from otolith increments, *Fish. Bull.*, 1985, vol. 83, pp. 475–481.
- Gao, Y., Joner, S.H., Svec, R.A., and Weinberg, K.L.**, Stable isotopic comparison in otoliths of juvenile sablefish (*Anoplopoma fimbria*) from waters off the Washington and Oregon coast, *Fish. Res.*, 2004, vol. 68, no. 1, pp. 351–360. doi 10.1016/j.fishres.2003.11.002
- Hunter, J.R., Mackiewicz, B.J., and Kimbrell, C.A.**, Fecundity and other aspects of the reproduction of sablefish, *Anoplopoma fimbria*, in central California waters, *CalCOFI Rep.*, 1989, vol. 30, pp. 61–72.
- Jasonowicz, A.J., Goetz, F.W., Goetz, G.W., and Nichols, K.M.**, Love the one you're with: genomic evidence of panmixia in the sablefish (*Anoplopoma fimbria*), *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 2017, vol. 74, no. 3, pp. 377–387.
- Kastelle, C.R., Kimura, D.K., Nevissi, A.E., and Gunderson, D.R.**, Using Pb-210/Ra-226 disequilibria for sablefish, *Anoplopoma fimbria*, age validation, *Fish. Bull.*, 1994, vol. 92, pp. 292–301.
- Kendall, A.W.Jr. and Matarese, A.C.**, Biology of eggs, larvae, and epipelagic juveniles of sablefish, *Anoplopoma fimbria*, in relation to their potential use in management, *Mar. Fish. Rev.*, 1987, vol. 41, no. 1, pp. 1–13.
- Kimura, D.K., Shimada, A.M., and Shaw, F.R.**, Stock structure and movement of tagged sablefish, *Anoplopoma fimbria*, in offshore northeast Pacific waters and the effects of El Niño-Southern Oscillation on migration and growth, *Fish. Bull.*, 1998, vol. 96, no 3, pp. 462–481.
- Krieger, K.J.**, Sablefish, *Anoplopoma fimbria*, observed from a manned submersible // Proceedings of the International Symposium on the Biology and Management of Sablefish / M. Saunders and M. Wilkins (eds) : NOAA Tech. Rep. — 1997. — Vol. 130. — P. 115–121.
- Low, L.L., Tanonaka, G.K., and Shippen, H.H.**, Sablefish of the Northeastern Pacific Ocean and Bering Sea, *Northwest Fisheries Science Center Processed Report*, 1976.
- Mason, J.C., Beamish, R.J., and McFarlane, G.A.**, Sexual maturity, fecundity, spawning, and early life history of sablefish (*Anoplopoma fimbria*) off the Pacific coast of Canada, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 1983, vol. 40, no. 12, pp. 2126–2134. doi 10.1139/f83-247
- McDevitt, S.A.**, Growth analysis of sablefish from mark-recapture data from the northeast Pacific : M.S. University of Washington. — 1990. — 87 p.
- McFarlane, G.A. and Nagata, W.D.**, Overview of sablefish mariculture and its potential for industry, *Alaska Sea Grant Report*, 1988, no. 88-4, pp. 105–120.

Munk, K.M., Maximum ages of groundfishes in waters off Alaska and British Columbia and consideration of age determination, *Alaska Fish. Res. Bull.*, 2001, vol. 8, no. 1, pp. 12–21.

Orlova, S.Y., Schepetov, D.M., Mogue, N.S., Smirnova, M.A., Senou, H., Baitaliuk, A.A., and Orlov, A.M., Evolutionary history told by mitochondrial markers of large teleost deep-sea predators of family Anoplopomatidae Jordan & Gilbert 1883, endemic to the North Pacific, *J. Mar. Biol. Assoc. UK.*, 2019, vol. 99, no. 7, pp. 1683–1691. doi 10.1017/S0025315419000572

Rodgveller, C.J., Stark, J.W., Echave, K.B., and Hulson, P.-J.F., Age at maturity, skipped spawning, and fecundity of female sablefish (*Anoplopoma fimbria*) during the spawning season, *Fish. Bull.*, 2016, vol. 114, no. 1, pp. 89–102. doi 10.7755/FB.114.1.8

Rutecki, T.L. and Varosi, E.R., Distribution, age, and growth of juvenile sablefish *Anoplopoma fimbria* in Southeast Alaska // Proceedings of the International Symposium on the Biology and Management of Sablefish / M. Saunders and M. Wilkins (eds) : NOAA Tech. Rep. — 1997. — Vol. 130. — P. 45–54.

Sasaki, T., Studies on the sablefish resources of the North Pacific Ocean, *Bull. Far Seas Fish. Res. Lab.*, 1985, no. 22.

Shenker, J.M. and Olla, B.L., Laboratory feeding and growth of juvenile sablefish, *Anoplopoma fimbria*, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 1986, vol. 43, no 5, pp. 930–937. doi 10.1139/f86-115

Tripp-Valdez, M.A., García-de-León, F.J., Espinosa-Pérez, H., and Ruiz-Campos, G., Population structure of sablefish *Anoplopoma fimbria* using genetic variability and geometric morphometric analysis, *J. Appl. Ichthyol.*, 2012, vol. 28, no. 4, pp. 516–523.

Wing, B.L., Distribution of sablefish *Anoplopoma fimbria* larvae in the Eastern Gulf of Alaska // Proceedings of the International Symposium on the Biology and Management of Sablefish / M. Saunders and M. Wilkins (eds) : NOAA Tech. Rep. — 1997. — Vol. 130. — P. 13–26.

Wolotira, R.J.Jr., Sample, T.M., Noel, S.F., and Iten, C.R., Geographic and bathymetric distributions for many commercially important fishes and shellfishes off the west coast of North America, based on research survey and commercial catch data, 1912–1984, *NOAA Tech. Memo. NMFS-AFSC-6*, 1993.

Goethel, D.R., Hanselman, D.H., Rodgveller, C.J., Fenske, K.H., Shotwell, S.K., Echave, K.B., Malecha, P.W., Siwicke, K.A., and Lunsford, C.R., Assessment of the Sablefish stock in Alaska. <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment-sablefish-stock-alaska>. Cited March 23, 2021.

Hanselman, D.H., Rodgveller, C.J., Fenske, K.H., Shotwell, S.K., Echave, K.B., Malecha, P.W., and Lunsford, C.R., Assessment of the Sablefish stock in Alaska. <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2019-assessment-sablefish-stock-alaska>. Cited December 15, 2020.

Поступила в редакцию 30.03.2021 г.

После доработки 21.04.2021 г.

Принята к публикации 21.05.2021 г.