



Особенности распределения чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* в северо-восточной части Охотского моря в зависимости от гидрологических условий разных лет

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-4-31-36

Научная статья
УДК 574.52(265.53)

Асеева Надежда Леонидовна – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологических ресурсов Дальневосточных и Арктических морей Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), @nadezhda.aseeva@tinro-center.ru, Владивосток, Россия

Адрес: 690091, г. Владивосток, п. Шевченко, д. 4

Аннотация.

По данным учётных траловых съёмок, проведенных «ТИНРО» в период с 1980-х по 2018 гг., рассмотрены изменения в течение последних десятилетий пространственного и батиметрического распределения чёрного палтуса на континентальном склоне Охотского моря. В этот период объёмы льдообразования уменьшались, результатом чего стало ослабление склоновой конвекции, вентилирующей промежуточный слой моря, и падение содержания кислорода на горизонтах ниже 300-400 м, где обитает палтус. В «холодные» годы, когда склоновая конвекция была мощной и содержание кислорода в промежуточном слое – высоким, в южной части желоба Лебеда на глубинах 900-1000 м образовывались плотные преднерестовые и нерестовые скопления палтуса. В современный «тёплый» период, с низким содержанием кислорода в промежуточном слое, плотные скопления палтуса более не отмечаются, но на глубинах до 800 м наблюдаются широко и примерно равномерно рассредоточенные, по континентальному склону Камчатки, скопления палтуса средней и малой плотности.

Ключевые слова:

чёрный палтус *Reinhardtius hippoglossoides*, распределение рыб, нерестовое скопление, деоксигенация, потепление климата, Охотское море

Для цитирования:

Асеева Н.Л. Особенности распределения чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* в северо-восточной части Охотского моря в зависимости от гидрологических условий разных лет // Рыбное хозяйство. 2023. № 4. С. 31-36. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-4-31-36

DISTRIBUTION PATTERNS FOR GREENLAND HALIBUT *REINHARDTHIUS HIPPOGLOSSOIDES* IN THE NORTHEASTERN OKHOTSK SEA IN DEPENDENCE ON OCEANOGRAPHIC CONDITIONS IN DIFFERENT YEARS

Nadezhda L. Aseeva – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Biological Resources of the Far Eastern and Arctic Seas Pacific Branch of VNIRO Federal State Budgetary Institution (TINRO), @nadezhda.aseeva@tinro-center.ru, Vladivostok, Russia

Address: 690091, Vladivostok, P. Shevchenko, 4

Annotation. According to the data of accounting trawl surveys conducted by TINRO in the period from the 1980s to 2018, changes in the spatial and bathymetric distribution of black halibut on the continental slope of the Sea of Okhotsk over the past decades have been considered. The sea ice cover had decreased in this period that caused a weakening of the slope convection, whereas this process ventilated the intermediate layer, so a deoxygenation occurred at the depths below 300-400 m where the halibut dwell. Upon the «cold» times with strong slope convection and high content of dissolved oxygen in the intermediate layer, dense pre-spawning and spawning aggregations of halibut were formed in the southern part of the Lebed Trough at the depth of 900-1000 m. These aggregations are not observed in the recent «warm» years, but the halibut are distributed widely along the continental slope of Kamchatka in aggregations with moderate or low density.

Keywords:

greenland halibut *Reinhardtius hippoglossoides*, fish distribution, spawning aggregation, deoxygenation, climate warming, Okhotsk Sea

For citation:

Aseeva N.L. Features of the distribution of black halibut *Reinhardtius hippoglossoides* in the north-eastern part of the Sea of Okhotsk depending on the hydrological conditions of different years // Fisheries. 2023. No. 4. Pp. 31-36. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-4-31-36

Добыча чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* в Охотском море началась с 1976 г. [1].

Согласно статистическим данным (судовым суточным донесениям, далее – ССД), за прошедшие годы вылов этого вида менялся в широком диапазоне от 0,5 до 20 тыс. тонн. (рис 1).

В первые два года промысла только у западной Камчатки было добыто (совместно с Японией) 30 тыс. т палтуса, что было вдвое выше промысловых возможностей вида. Японский флот в количестве 4-6 судов в год вёл промысел чёрного палтуса жаберными сетями, общее годовое количество судосуток на промысле составляло от 290 до 925, с уловами за судосутки в среднем от 5,0 до 11,5 тонн. При этом изымались в основном крупные самки. После допущенного перелома конца 1970-х гг., уловы в этом районе снизились, хотя наблюдалось постепенное восстановление запаса.

Вылов вновь резко уменьшился в 1991-1997 гг., но это было связано не с состоянием запаса, а с экономическими причинами, приведшими к простоям судов. С другой стороны, в эти годы

усилилось браконьерство, поэтому можно предположить, что какой-то большой объём вылова не был учтён. Во второй половине 1990-х гг. контроль промысла был налажен, и с этого момента цифры статистики вылова палтуса отражают реальную картину. С 1992 г. российские рыбаки освоили лов чёрного палтуса ставными донными жаберными сетями, а с 1996 г. – и ярусами. Новая техника лова позволила расширить районы и объёмы промысла за счёт облова скоплений невысокой плотности, а также на недоступных для траления участках дна со сложным рельефом и грунтами, что обусловило рост вылова [2].

В 2000 г. вылов чёрного палтуса по ССД достиг 20 тыс. т, а с учётом японского вылова – более 25 тыс. т, после чего годовой вылов постепенно снижался. В 2022 г. добыто лишь 2,3 тыс. т этого вида. Снижение вылова соответствует тенденции к снижению запаса чёрного палтуса в Охотском море, усилившейся с начала 2010-х гг., после небольшого подъёма за счёт относительно урожайных поколений 2000-2003 годов. Если в 2013 г. биомасса чёрного палтуса была оценена в 206,2 тыс. т, то, по результатам учётной съёмки 2018 г., она составила лишь 119 тыс. т (рис. 2). Одной из причин снижения притока крупных особей в район промысла может быть «нахлебничество» косаток: по данным наблюдателей, ежегодные потери уловов чёрного палтуса в Охотском море, из-за объедания этими хищниками орудий лова, могут достигать 2,6 тыс. т [3; 4; 5]. Но, несмотря на очевидный отрицательный эффект, масштаб этого фактора несопоставим с наблюдаемыми потерями ресурса, которые, по-видимому, связаны с крупномасштабными природными процессами.

Резкое снижение объёмов вылова вынудило ввести в действующие Правила рыболовства ограничения на промысел чёрного палтуса в Охотском



море [6]. Тем не менее, несмотря на сокращение количества судосудок, отработанных судами ярусного и сетного промысла, снижение запаса вида продолжается. Можно предположить, что даже полный запрет промысла не остановит эту динамику, обусловленную естественными, а не антропогенными причинами.

С целью выяснения природных механизмов современного снижения запасов чёрного палтуса, сделана попытка рассмотреть влияние на этот вид последствий климатических изменений, в частности, найти связь изменений пространственного и батиметрического распределения палтуса с динамикой состояния промежуточного слоя Охотского моря, в котором обитает этот вид.

Для характеристики пространственного и батиметрического распределения чёрного палтуса использованы данные специализированных учётных донных съёмок до глубин 500-1200 м, выполненных судами ТИНРО с 1986 по 2018 гг., а также – отдельные данные за более ранние годы, вплоть до 1963 года. Эти данные систематизированы в БД «Морская биология» (№ ГР 0220006765) [7; 8]. Дополнительно использованы данные, собранные наблюдателями на траловом промысле палтуса, внесённые в эту же базу данных, и на ярусном промысле, хранящиеся в БД «Ярусный промысел» (№ ГР 2017620351). Также к анализу привлечены данные ССД, собранные в БД «Промысел» (№ ГР 0220006764).

В качестве индекса численности поколений чёрного палтуса использована численность сеголеток, рассчитанная по численности наиболее массовой возрастной группы в траловых уловах – девятилеток с использованием экспоненциальной модели возрастной динамики численности.

Динамика океанологических условий в промежуточном слое Охотского моря была рассмотрена ранее океанологами ТИНРО А.Л. Фигуркиным, Ю.И. Зуенко, В.И. Матвеевым и Л.С. Муктепавел, в основном по данным наблюдений в ходе учётных траловых съёмок ТИНРО, не только глубоководных, но и более частных съёмок, ориентированных на другие объекты, прежде всего – минтай (весенние съёмки 1993-2022 гг.) и лосося (осенние съёмки 2000-2022 гг.) [9; 10]. В частности, прослежена динамика температуры промежуточных вод, ледовитости Охотского моря, объёма высокоплотных вод на шельфе и содержания кислорода на разных горизонтах промежуточного слоя. В данной работе изменения этих океанологических показателей сопоставлены с особенностями распределения скоплений чёрного палтуса.

Главное внимание уделено северо-восточной части Охотского моря, где расположены впадина ТИНРО и жёлоб Лебеда – основные районы нереста и промысла чёрного палтуса.

Рассматривая динамику численности поколений чёрного палтуса, можно видеть, что тенденция к уменьшению численности поколений палтуса наблюдается уже более 40 лет. За последние три десятилетия в охотоморской популяции не было ни одного высокоурожайного поколения, хотя в 2000-2003 гг. появилось несколько

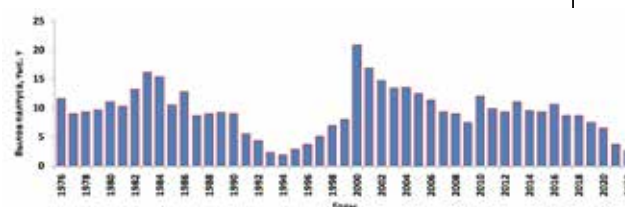


Рисунок 1. Официальный вылов чёрного палтуса в Охотском море, по данным ССД

Figure 1. Official catch of greenland halibut in the Okhotsk Sea according to fishery statistics

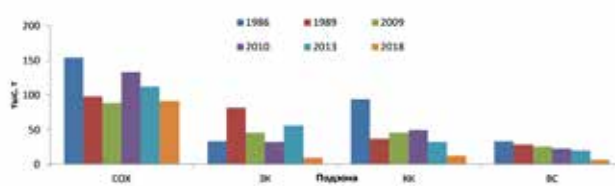


Рисунок 2. Биомасса чёрного палтуса, по данным учётных съёмок ТИНРО, по подзонам Охотского моря (COX – Северо-Охотская, 3К – Западно-Камчатская, KK – Камчатско-Курильская, BC – Восточно-Сахалинская)

Figure 2. Biomass of greenland halibut on the data of TINRO surveys, by fishing subzones of the Okhotsk Sea (COX – North Okhotsk Sea, 3K – West Kamchatka, KK – Kamchatka-Kuriles, BC – East Sakhalin)

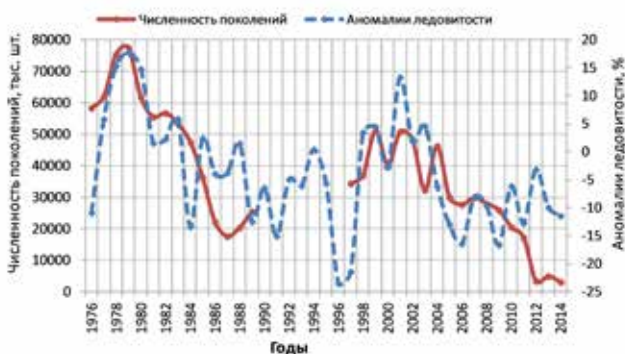


Рисунок 3. Динамика численности поколений чёрного палтуса и средней за январь-апрель ледовитости Охотского моря

Figure 3. Dynamics of the year-class strength for greenland halibut and the average for January-April ice cover in the Okhotsk Sea

среднеурожайных поколений. В последнем десятилетии численность поколений особенно резко снизилась и все последние годы остаётся на очень низком уровне. Наблюдаемое ухудшение воспроизводства чёрного палтуса происходит на фоне потепления зимних условий среды, наиболее показательной характеристикой которого является снижение ледовитости Охотского моря (% площади моря, покрытой льдом) [10]. Как оказалось, динамика численности поколений

чёрного палтуса имеет тесную статистическую связь (прямую, синхронную) с межгодовыми изменениями ледовитости. Высокоурожайные поколения формировались исключительно в ледовитые годы (рис. 3). С низкоурожайными поколениями сложнее – они формировались и при низкой, и при средней ледовитости, что проявляется на совместном графике как рассогласование изменений в конце 1980-х гг. и в последнем десятилетии. Однако, несмотря на эти рассогласования, связь между показателями является статистически значимой: $r = 0,65$ для 35-летнего ряда (рис. 4). Но как морской лёд может влиять на размножение глубоководного вида? От ледовитости (точнее, от объёма льдообразования) зависит объём, формирующихся при льдообразовании высокоплотных шельфовых вод, которые, опускаясь на глубину, вентилируют промежуточный слой Охотского моря, где обитает и нерестится палтус [9; 10]. Чем меньше ледовитость, тем ниже содержание кислорода в нижней части этого слоя (рис. 5).

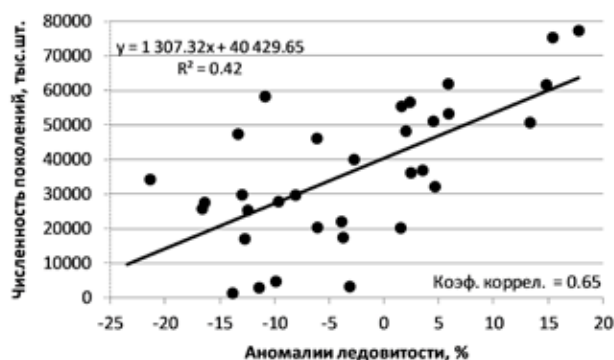


Рисунок 4. Зависимость численности поколений чёрного палтуса от средних за январь-апрель аномалий ледовитости Охотского моря

Figure 4. Dependence of the year-class strength for greenland halibut on the average for January-April anomaly of ice cover in the Okhotsk Sea

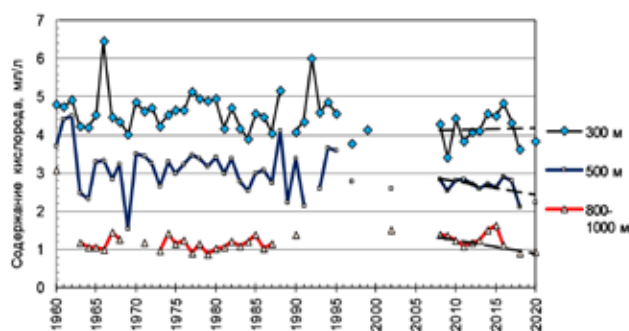


Рисунок 5. Межгодовые изменения содержания растворенного кислорода на глубинах 300, 500 и 800-1000 м в северной части Охотского моря в апреле-мае, мл/л. Пунктиром показаны линейные тренды для последнего десятилетия

Figure 5. Dynamics of dissolved oxygen content at the depths of 300, 500 and 800-1000 m in the northern Okhotsk Sea in April-May, mL/L. Dotted lines show linear trends for the last decade

Ранее, совместно с Ю.И. Зуенко и В.И. Матвеевым [11], были рассмотрены изменения батиметрического распределения чёрного палтуса и выяснено, что в условиях деоксигенации в 2010-е годы палтус перестал образовывать преднерестовые скопления на самых нижних горизонтах промежуточного слоя (ниже 900 м), где содержание кислорода упало ниже 1 мл/л, и нерестится на меньших глубинах. Небольшое изменение батиметрического распределения совпало с переходом популяции в депрессивное состояние и возможно стало его причиной. Но механизм влияния содержания кислорода на батиметрическое распределение оставался неясным. Продолжая исследования в этом направлении, рассмотрены изменения пространственного распределения скоплений чёрного палтуса в районе основного нерестилища. Оказалось, что в «холодные» годы, с высоким содержанием кислорода в промежуточном слое (все съёмки 1980-х годов и 2000 года), плотные преднерестовые скопления палтуса образовывались в южной части жёлоба Лебеда на глубинах 900-1000 м, а в других районах плотности были ниже (рис. 6). В «тёплые» средне- и малоледовитые 2010-е годы, с низким содержанием кислорода в промежуточном слое, столь плотные преднерестовые скопления чёрного палтуса не образовывались нигде, но скопления средней плотности были широко и примерно равномерно распределены по склонам впадины ТИНРО и на соседних участках шельфа и склона, включая склон юго-западной Камчатки (рис. 7). Получается, что небольшое батиметрическое смещение преднерестовых и нерестовых скоплений чёрного палтуса на более высокие изобаты сопровождается значительным изменением характера их пространственного распределения, что, по-видимому, существенно для воспроизводства вида. Однако почему расположение основного нерестилища палтуса именно в жёлобе Лебеда оптимально для его воспроизводства, а более обширное и разреженное распределение производителей – неблагоприятно, пока непонятно.

Влияние условий среды на численность чёрного палтуса в Охотском море ранее рассматривалось Л.П. Николенко [12]. Уверенные представления об изменчивости океанологических условий тогда ещё не сформировались, поэтому она была вынуждена использовать разнородные и часто противоречивые данные разных авторов о «типах лет» по термическому режиму, а также – синоптические индексы. Был сделан вывод, хотя и не подтверждённый количественными мерами тесноты связи, что воспроизводство чёрного палтуса более успешно в «тёплые» годы, а устойчивые зональные процессы в атмосфере – неблагоприятны для его воспроизводства. Для объяснения механизма этой связи Л.П. Николенко [12] предложила гипотезу влияния ветровых течений на дрейф личинок палтуса: при сильном зимнем муссоне в суровые зимы течения препятствуют выносу личинок в благоприятные для их нагула районы шельфа. К сожалению, эта гипотеза не актуальна для современного периода. Последние двадцать лет в Охотском море по всем показате-

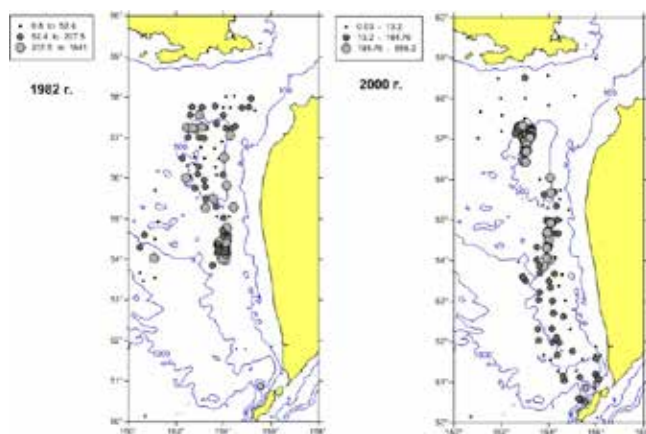


Рисунок 6. Распределение чёрного палтуса, по данным съемок в «холодные» годы, кг/км²

Figure 6. Distribution density of greenland halibut in «cold» years by trawl surveys data, kg/km²

лям характеризуются как «тёплые годы», однако урожайность поколений палтуса с 2005 г. снижалась, вплоть до крайне низкого уровня в последние годы.

Сейчас мы имеем возможность рассмотреть влияние условий среды на воспроизводство чёрного палтуса на новом, более совершенном уровне. Выявленные радикальные различия в распределении вида в «холодные» и «тёплые» годы позволяют предположить, что таким образом реализуется смещение преднерестовых скоплений, обнаруженное ранее, на более высокие изобаты. В «тёплые» годы плотные глубоководные нерестовые скопления в жёлобе Лебеда не формируются, вероятно из-за недостаточного содержания кислорода в придонном слое. Однако именно в те годы, когда преднерестовые скопления формировались в жёлобе Лебеда, воспроизводство палтуса было успешным. Возможно, расположение основного нерестилища именно в этом районе оптимально для выживаемости икры и личинок. А может быть, имеет значение плотность концентрации самцов и самок, и равномерное распределение неоптимально для оплодотворения. Конкретный биологический механизм, регулирующий воспроизводство вида, по-прежнему не ясен, но стало понятно, что для формирования высокоурожайных поколений чёрный палтус должен нереститься в жёлобе Лебеда.

Полученные результаты можно обобщить в виде концептуальной модели влияния условий среды на численность чёрного палтуса. В «холодные» годы (1980-е, 2000-2003), происходит усиление Сибирского антициклона, в результате чего формируется сильный зимний муссон, обуславливающий в Охотском море низкие зимние температуры воды и воздуха и активное льдообразование. Большой объём, продуцируемых при этом, высокоплотных шельфовых вод обеспечивает мощную склоновую конвекцию, вентилирующую промежуточный слой и поддерживающую высокой содержание растворённого кислорода даже в нижней его части. В этих условиях возможно формирование плотных не-

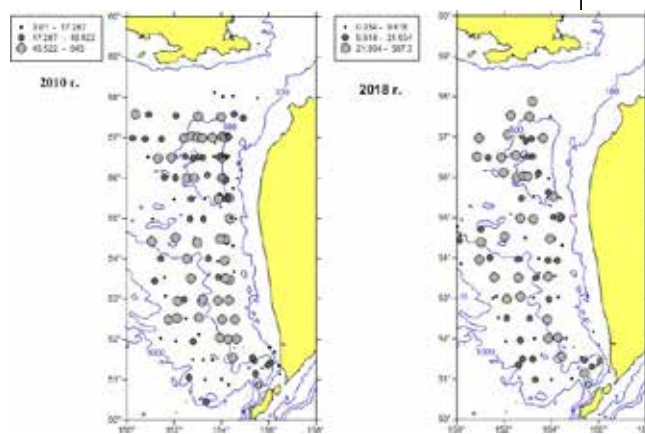


Рисунок 7. Распределение чёрного палтуса, по данным съемок в «теплые» годы, кг/км²

Figure 7. Distribution density of greenland halibut in «warm» years by trawl surveys data, kg/km²

рестовых скоплений чёрного палтуса в жёлобе Лебеда, что оптимально для формирования высокоурожайных поколений вида. Через 8-10 лет такие поколения вступают в промысловый запас и в следующем десятилетии обеспечивают высокие уловы палтуса.

В «тёплые» годы (1990-е, 2010-е гг., наши дни) наблюдается ослабление Сибирского антициклона, слабый зимний муссон, высокие зимние температуры воды и воздуха и слабое льдообразование в Охотском море. Малый объём высокоплотных шельфовых вод не способен поддерживать склоновую конвекцию и вентиляцию промежуточного слоя, в нижней части которого развивается деоксигенация, вплоть до гипоксии. Это делает невозможным формирование плотных глубоководных нерестовых скоплений чёрного палтуса в жёлобе Лебеда, производители образуют разреженные скопления. Формирующиеся в таких условиях низкоурожайные поколения не способны существенно пополнить промысловый запас и через 8-10 лет наблюдается его снижение, а в следующем десятилетии – низкие уловы палтуса.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Семенов Ю.К., Смирнов А.А., Елатинцева Ю.А., Ткаченко А.А. Особенности промысла донных рыб (палтусов, скатов, макрурусов, трески, ликодов, длинноперого шипошека) в 2019 г. в Северо-Охотоморской рыбопромысловой подзоне Охотского моря // Рыбное хозяйство. 2020. № 2. С. 43-50.
2. Семенов Ю.К., Смирнов А.А. Состояние и перспективы промысла чёрного палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides*) в северной части Охотского моря // Вопросы рыболовства. 2009. Т. 10. № 2 (38). С. 227-237.
3. Корнев С.И., Белонич О.А., Никулин С.В. Косатки (*Orcinus orca*) и промысел чёрного палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides*) в Охотском море // Исследование водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2014. Вып. 34. С. 35-50.
4. Николенко Л.П. Сверхстатистические потери чёрного палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides*), равношипного краба (*Lithodes aequispina*) и краба-стригуна (*Chionoecetes angulatus*) при глубоковод-



водном сетном и ярусном промыслах в Охотском море // Вопросы рыболовства. 2010. Т. 11. № 3 (43). С. 592-600.

5. Смирнов А.А., Семенов Ю.К., Лачугин А.С. Влияние косаток (*Orcinus orca*) на сетной промысел чёрного палтуса в восточной части Охотского моря // Сб. научных трудов по материалам третьей международной конференции «Морские млекопитающие Голарктики», Коктебель, Крым, Украина. 2004. С. 508-510.

6. Кулик В.В., Глебов И.И., Асеева Н.Л., Новиков Р.Н. Оценка состояния запаса чёрного палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides matsurae*) в Охотском море // Известия ТИНРО. 2022. Т. 202. С. 466-497.

7. Волвенко И.В. Обновленная и дополненная база данных пелагических траловых станций, выполненных в дальневосточных морях и северной части Тихого океана в 1979-2009 гг. // Известия ТИНРО. 2011. Т. 164. С. 3-26.

8. Волвенко И.В. Новая база данных донных траловых станций, выполненных в дальневосточных морях и северной части Тихого океана в 1977-2010 гг. // Известия ТИНРО. 2014. Т. 177. С. 3-24. DOI: 10.26428/1606-9919-2014-177-3-24.

9. Зуенко Ю.И., Фигуркин А.Л., Матвеев В.И. Современные изменения продукции промежуточных вод в Охотском море и их показатели // Известия ТИНРО. 2018. Т. 193. С. 190-210.

10. Зуенко Ю.И., Асеева Н.Л., Глебова С.Ю., Гостренко Л.М., Дубинина А.Ю., Дулепова Е.П., Золотов А.О., Лобода С.В., Лысенко А.В., Матвеев В.И., Муктепавел Л.С., Овсянников Е.Е., Фигуркин А.Л., Шатилина Т.А. Современные изменения в экосистеме Охотского моря (2008–2018 гг.) // Известия ТИНРО. 2019. Т. 197. С. 35-61.

11. Зуенко Ю.И., Асеева Н.Л., Матвеев В.И. Батиметрическое распределение чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* в условиях деоксигенации промежуточного слоя Охотского моря // Вопросы рыболовства. 2021. Т. 22. №2. С. 27-39. DOI: 10.36038/0234-2774-2021-22-2-27-39.

12. Николенько Л.П. Биология и промысел чёрного палтуса Охотского моря. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО. 1998. 23 с.

REFERENCES AND SOURCES

1. Semenov Yu.K., Smirnov A.A., Yelatintseva Yu.A., Tkachenko A.A. (2020). Features of bottom fish fishing (halibut, stingrays, macruruses, cod, lycodes, long-finned shiposhchek) in 2019 in the North Okhotsk fishing subzone of the Sea of Okhotsk // Fisheries. No. 2. Pp. 43-50. (In Russ., abstract in Eng.).
2. Semenov Yu.K., Smirnov A.A. (2009). The state and prospects of fishing for black halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) in the northern part of the Sea of Okhotsk // Fishing issues. Vol. 10. No. 2 (38). Pp. 227-237. (In Russ., abstract in Eng.).
3. Kornev S.I., Belonovich O.A., Nikulin S.V. (2014). Killer whales (*Orcinus orca*) and fishing for black halibut (*Reinhardtius*

hippoglossoides) in the Sea of Okhotsk // Investigation of aquatic biological resources of Kamchatka and the north-western Pacific Ocean. Issue 34. Pp. 35-50. (In Russ.).

4. Nikolenko L.P. (2010). Superstatistical losses of black halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*), equal-nosed crab (*Lithodes aequispina*) and strigun crab (*Chionoecetes angulatus*) in deep-sea net and longline fisheries in the Sea of Okhotsk // Questions of fisheries. Vol. 11. No. 3 (43). Pp. 592-600. (In Russ., abstract in Eng.).

5. Smirnov A.A., Semenov Yu.K., Lachugin A.S. (2004). The influence of killer whales (*Orcinus orca*) on the net fishing of black halibut in the eastern part of the Sea of Okhotsk // Collection of scientific papers based on the materials of the third International conference "Marine mammals of the Holarctic", Koktebel, Crimea, Ukraine. Pp. 508-510. (In Russ.).

6. Kulik V.V., Glebov I.I., Aseeva N.L., Novikov R.N. (2022). Assessment of the state of the stock of black halibut (*Reinhardtius hippoglossoides matsurae*) in the Sea of Okhotsk // Izvestiya TINRO. Vol. 202. Pp. 466-497. (In Russ., abstract in Eng.).

7. Volvenko I.V. (2011). Updated and supplemented database of pelagic trawling stations carried out in the Far Eastern seas and the North Pacific Ocean in 1979-2009. // Izvestiya TINRO. Vol. 164. Pp. 3-26. (In Russ., abstract in Eng.).

8. Volvenko I.V. (2014). A new database of bottom trawling stations carried out in the Far Eastern seas and the North Pacific Ocean in 1977-2010. // Izvestiya TINRO. T. 177. Pp. 3-24. DOI: 10.26428/1606-9919-2014-177-3-24. (In Russ., abstract in Eng.).

9. Zuenko Yu.I., Figurkin A.L., Matveev V.I. (2018). Modern changes in the production of intermediate waters in the Sea of Okhotsk and their indicators // Izvestiya TINRO. T. 193. Pp. 190-210. (In Russ., abstract in Eng.).

10. Zuenko Yu.I., Aseeva N.L., Glebova S.Yu., Gostrenko L.M., Dubinina A.Yu., Dulepova E.P., Zolotov A.O., Loboda S.V., Lysenko A.V., Matveev V.I., Muktepavel L.S., Ovsyannikov E.E., Figurkin A.L., Shatilina T.A. (2019). Modern changes in the ecosystem of the Sea of Okhotsk (2008-2018) // Izvestiya TINRO. Vol. 197. Pp. 35-61. (In Russ., abstract in Eng.).

11. Zuenko Yu.I., Aseeva N.L., Matveev V.I. (2021). Bathymetric distribution of black halibut *Reinhardtius hippoglossoides* under conditions of deoxygenation of the intermediate layer of the Sea of Okhotsk // Questions of fisheries. Vol. 22. No.2. Pp. 27-39. DOI: 10.36038/0234-2774-2021-22-2-27-39. (In Russ., abstract in Eng.).

12. Nikolenko L.P. (1998). Biology and fishery of the black halibut of the Sea of Okhotsk. Autoref. diss. ... cand. biol. sciences. Vladivostok: TINRO. 23 p. (In Russ.).

Материал поступил в редакцию / Received 10.07.2023
Принят к публикации / Accepted 12.07.2023