



Промысловые виды и их биология

Размножение, запасы и промысел минтая в Наваринском районе Берингова моря

О.А. Булатов, Д.А. Васильев

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), проезд Окружной, 19, Москва, 105187
E-mail: obulatov@vniro.ru

Целью работы является обобщение сведений о размножении, динамике запасов и промысле минтая в Наваринском районе Берингова моря.

Используемые методы: методы и модели теории рыболовства, позволяющие проводить оценку состояния запаса в условиях повышенной зашумленности данных и особенностей вступления поколений в промысловую стадию.

Результат: даны уточнённые оценки состояния запаса минтая в Наваринском районе Берингова моря. Имеющиеся данные позволяют утверждать, что в этом районе Берингова моря существуют репродуктивно изолированные группировки зимне- и весенне-нерестующего минтая.

Новизна: показано, что тенденции динамика биомассы нерестового запаса минтая в Наваринском районе и восточноберингоморского запаса изменялись синхронно в 1995–2011 гг. и 2019–2021 гг. Тогда как в остальное время синхронности не наблюдалось. Согласно расчётным данным, ожидается, что значения биомасс впервые могут совпасть в 2022 г.

Практическая значимость: полученные результаты дают дополнительные основания для уточнения объемов ОДУ.

Ключевые слова: минтай *Gadus chalcogrammus*, вылов, биомасса, икра, личинки.

Reproduction, stocks assessment and walleye pollock fishery in Navarin area of the Bering Sea

Oleg A. Bulatov, Dmitry A. Vasilyev

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), 19, Okružhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

The aim of the work is to summarize information about the reproduction, stock dynamics and walleye pollock fishery in the Navarin region of the Bering Sea.

Methods used: methods and models of the fishery science, allowing to assess the state of the stock in conditions of increased data noise and specific features of the entry of generations into the fishing stage.

Result: the updated estimates of walleye pollock stock status in the Navarin region of the Bering Sea are given. The available data allow us to state that in this area of the Bering Sea there are reproductively isolated groups of winter and spring spawning walleye pollock.

Novelty: it was shown that trends in the biomass dynamics of walleye pollock spawning stock in the Navarin region and the East Bering Sea stock changed synchronously in 1995–2011 and in 2019–2021. While the rest of the time, synchrony was not observed. According to the calculated data, it is expected that the biomass values may coincide for the first time in 2022.

Practical significance: the results obtained provide additional grounds for refining the volume of TAC.

Keywords: walleye pollock *Gadus chalcogrammus*, catch, biomass, eggs, larvae.

ВВЕДЕНИЕ

Минтай *Gadus chalcogrammus* Pallas, 1814 — широко распространённый представитель семейства тресковых в Беринговом море. Промысловое значение этого вида исключительно велико. После введения в конце 70-х годов XX века 200-мильных экономических зон и вытеснения наших рыбаков из восточной части моря промысел минтая переместился в северо-западную часть Берингова моря (к востоку от 174 в. д., Наваринский район). Рекордный вылов минтая в этом районе составил 900 тыс. тонн [Фадеев, Веспестад,

2001]. С тех пор в течение более чем 40 лет Наваринский район играет важную роль в отечественном рыболовстве. Северо-западная часть Берингова моря представляет собой суровый по климатическим и ледовым условиям район. Лёд в этом районе появляется в январе-феврале и тает в конце мая, что отражается на сезонности изучения биологии этого вида. Основные этапы развития и особенности экологии минтая, обитающего здесь, изучены достаточно хорошо, однако фрагментарность многих работ затрудняет создание целостной картины.

Для анализа состояния запасов минтая в Наваринском районе используются, как правило, сепарабельные модели с возрастной структурой, такие как Synthesis [Methot, 1990] и TISVPA [Vasilyev, 2005], менее требовательные к качеству исходной информации в отличие, например, от модели SAM [Nielsen, Berg, 2014], которая может иметь проблемы с оценкой численности младших возрастных групп для последних лет анализируемого временного интервала при невысокой надёжности данных по возрастному составу запаса, полученных в результате съёмок.

Фактором, затрудняющим оценку запасов, является наличие ярко выраженной межгодовой изменчивости урожайности пополнения, которое в ближайшие годы вступит в промысловую часть запаса. В качестве примера на рис. 1 представлен возрастной состав пополнения в возрасте 1, 2 и 3 года. Как видно из рисунка, зачастую вступление в промысловую часть достаточно многочисленных поколений в возрасте 3 лет не предшествовали многочисленным поколениям в возрасте 1 и 2 года. Установленная особенность вызывает определённые «шумы», препятствующие адекватным оценкам численности пополнения, что приводит к недостаточно точным прогнозам изменения промысловой биомассы.

Основной целью настоящей работы является обобщение сведений о распределении, динамике за-

пасов и промысле минтая в Наваринском районе Берингова моря.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве входных параметров для расчётов оценки запасов использовались следующие материалы за период 1995–2021 гг.: данные возрастного состава уловов; данные средней массы и доли половозрелых рыб по возрастным группам; оценки мгновенных коэффициентов естественной смертности в каждой из них. Кроме того, в расчётах в качестве относительных индексов биомассы использовались материалы по уловам на единицу промыслового усилия (CPUE), полученные по данным промысловой статистики, а также оценки биомассы по учётным донным и пелагическим траловым съёмкам, полученные по данным специалистов Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО».

Оценка состояния запасов минтая выполнена с использованием модели TISVPA, основанной на применении принципов робастной статистики, что обеспечило повышенную надёжность результатов в условиях значительно «зашумлённых» исходных данных и информационного дефицита. Модель TISVPA включает в себя приёмы, позволяющие работать с фактическими данными, имеющими низкое качество. К ним относятся: робастные целевые функции, возможность

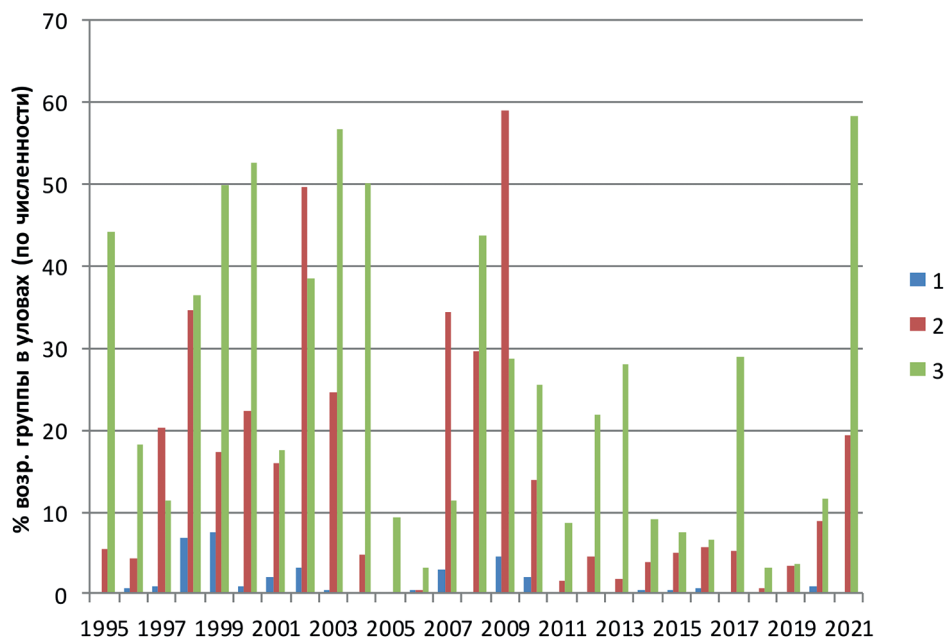


Рис. 1. Соотношение различных возрастных групп в уловах в 1995–2021 гг., %
(1 – 1-годовики, 2 – 2-годовики, 3 – 3-годовики)

Fig. 1. The ratio of different age groups in catches in 1995–2021, %
(1 – 1-year-olds, 2 – 2-year-olds, 3 – 3-year-olds)

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

Кроме того, модель TISVPA отличается более точным описанием особенностей взаимодействия запаса с промыслом за счёт расширенной параметризации мгновенных коэффициентов промысловой смертности. Уточнённое описание взаимодействия запаса с промыслом заключается в представлении коэффициентов промысловой смертности (точнее — коэффициентов эксплуатации) в виде произведения трёх параметров: $f(\text{year}) \times s(\text{age}) \times g(\text{cohort})$, что даёт возможность оценить в рамках модели дополнительный набор параметров, связанных с поколением. В расчётах использовались две зависимости: коэффициенты относительной селективности промысла для периода до 2001 г. включительно и после него, когда был введён запрет на использование на специализированном промысле минтая во всех районах его добычи разноглубинных тралов без селективной вставки.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИКРЫ, ЛИЧИНОК И СЕГОЛЕТОВ МИНТАЯ

Икра минтая. Размножение минтая северо-западной части Берингова моря изучалось рядом авторов [Горбунова, 1954; Мусиенко, 1963, 1970; Серобаба, 1968; Качина, Балыкин, 1981; Фадеев, 1981; Булатов, 1986, 2014; Булатов, Кулешова, 1994; Глубоков, Котенёв, 2006].

Ихтиопланктонные исследования в зимний период в этом районе не проводились, однако в траловых уловах в середине января текущие самки отмечались за пределами внешнего шельфа, над глубинами 240 м, при температуре воды у дна 1,3 °C [Bulatov, Kotenev, 2003]. Кроме того, в январе-феврале 2002 г. рыбаки в Наваринском районе заготовили около 2 тыс. т икры, что является неоспоримым доказательством того, что здесь существует зимний нерест.

Впервые в ихтиопланктонных сборах икра минтая отмечена в июле-августе 1950 г. [Горбунова, 1954]. В пробах преобладала икра на поздних стадиях развития. Значительные уловы отмечены в июне 1952 г. [Мусиенко, 1970] и в мае 1985 г. [Булатов, Кулешова, 1994], которые составили 105 и 116 шт./ м кв., соответственно. Однако рекордный улов отмечен в мае

1986 г. над глубиной 112 м, при температуре воды у дна 2,2 °C — 424 шт./ м кв. [Балыкин, Варкентин, 2002]. Все авторы отмечали преобладание в уловах икры на 1 стадии развития, что указывает на близость к местам размножения.

Исследования, выполненные различными авторами [Серобаба, 1968; Качина, Балыкин, 1981; Глубоков, Котенёв, 2006], показали, что уловы в мае-июне не превышали 50 штук под 1 м кв. поверхности моря. Пространственное распределение икры минтая в мае имело следующие особенности. Ядро нереста, то есть область с максимальными уловами икры на ранних стадиях развития, располагалось южнее м. Наварин. Область распространения положительных уловов икры в зоне шельфа ограничивалась с востока кромкой льда, с запада — 175°-177° в. д. Южная периферия распространения икры располагалась недалеко от границ ИЭЗ России-США.

Для того чтобы сравнить в первом приближении вклад в нерестовый потенциал каждого из известных шельфовых нерестилищ минтая в Беринговом море, используем в качестве критерия максимальные уловы икры. В 1985 г. в период, близкий к пику нереста, удалось выполнить синхронную ихтиопланктонную съёмку на шельфе и свале глубин всего Берингова моря (кроме Алеутских и Командорских островов). В восточной части моря максимальные уловы, как и в предыдущие годы, отмечались в Унимакском и Прибыловском районах — 1888 и 3644 шт. под 1 м кв. [Булатов, 1987]. Самым северным нерестилищем в ИЭЗ США является матвеевское, однако здесь уловы были существенно ниже, чем на расположенных южнее унимакском и прибыловском, и едва превышали 100 шт./ м кв. В западной части Берингова моря основные центры воспроизводства связаны с Олюторским заливом, где максимальный улов в весенний период 1985 г. составил 1816 шт. под 1 м кв. На нерестилище, расположенном на траверсе бухт Дежнёва, Наталии и Глубокой (174 в. д., «дежнёвское»), отмечены максимальные уловы до 1902 шт./ м кв. Северные нерестилища минтая, расположенные в Матвеевском (ИЭЗ США) и Наваринском районах (ИЭЗ России) имели близкий нерестовый потенциал, о чём свидетельствуют максимальные уловы икры.

Таким образом, в весенний период 1985 г. наиболее весомый вклад внесло прибыловское нерестилище — 38,5%, унимакское, олюторское и дежневское — около 20% каждое. Самыми незначительными, около 1%, оказались наваринское и матвеевское нерестилища, и это ожидаемо, так как они представляют северную границу репродуктивной части ареала минтая в Тихом океане. Если в первом приближении соотне-

сти нерестовый потенциал минтая, размножающегося на шельфе, то окажется, что 40% приходилось на наши воды, а 60% — на американские.

Личинки и сеголетки минтая. В ихтиопланктоне личинки минтая встречались не ранее мая. Положительные уловы отмечались над внешним шельфом и свалом глубин — от 115 до 1500 м, размеры в среднем составляли 6,9 мм. Размеры личинок указывают на то, что они произошли от икры, выметанной в зимний период. Максимальный улов — 24 шт. под 1 м кв. поверхности моря был отмечен к югу от м. Наварин, над глубиной 185 м. Акватория, занимаемая положительными уловами личинок, невелика и составляла около 15 тыс. км кв.

В июне (1984, 1985 гг.) количество личинок в уловах в Наваринском районе также было незначительно, положительные ловы отмечались, как и икры, южнее м. Наварин [Булатов, Кулешова, 1994], преимущественно на станциях, расположенных в зоне внешнего шельфа и свала глубин. Наличие личинок в уловах ихтиопланктонной сетью ИКС-80 также отмечалось и другими авторами [Фадеев, 1991; Балыкин, Варкентин, 2002; Глубоков, Котенёв, 2006].

Таким образом, имеющиеся материалы пространственно-временного распределения текущих самок, икры и личинок минтая Наваринского района позволяют с уверенностью говорить о том, что в этом районе Берингова моря существуют репродуктивно изолированные группировки зимне- и весенне-нерестующего минтая. Однако, следует отметить, что отсутствие ихтиопланктонных сборов в зимний период до сих пор оставляет открытым вопрос о масштабах зимнего нереста минтая в Наваринском районе.

Детальные траловые исследования, выполненные специалистами Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО», показали, что средние размеры сеголеток минтая в Наваринском районе в сентябре-октябре 1999–2000 гг. составляли 6,7 и 7,3 см, соответственно, увеличиваясь к ноябрю до 8,6 см (в относительно холодном 2001 г.) и до 10 см (в тёплом 1997 г.). Пространственное распределение сеголеток минтая в осенний период было детально изучено дальневосточными учёными [Соболевский и др., 1991; Шунтов и др., 1993]. В 80-е годы положительные уловы отмечались практически на всех станциях, на которых выполнялись пелагические траления (использовался трал с 10-миллиметровой вставкой). Максимальные уловы — более 1000 шт. на 1-часовое траление были локализованы в двух скоплениях: самое мощное находилось к югу от м. Наварин, другое — в Анадырском заливе. Весьма схожим оказалось распределение сеголеток по данным донных траловых съёмок

с 10-миллиметровой вставкой, выполненных в 1999, 2001 гг. Максимальные концентрации сеголеток по-прежнему отмечались южнее (1999 г.) и юго-восточнее (2001 г.) м. Наварин, а также в северо-восточной (1999 г.) и восточно-центральной частях Анадырского залива (2001).

Из всего вышеизложенного можно отметить следующие закономерности пространственно-временного распределения икры, личинок и сеголеток минтая в северо-западной части Берингова моря. На протяжении многих лет отмечалось наличие, по крайней мере, одного центра воспроизводства, подтверждаемого высокими концентрациями икры, личинок и сеголеток минтая, расположенного к югу от м. Наварин (рис. 2). Именно здесь существует круговорот, формирующий зону высокой биологической продуктивности [Хен, 1988; Шунтов, 2001], что, видимо, обуславливает высокую выживаемость минтая в раннем онтогенезе.

Наряду с присутствием нереста «местного» минтая в северо-западной части Берингова моря, исследователями отмечены миграции минтая из восточной части моря. При высокой численности минтая, наблюдавшейся в середине 80-х годов, в весенний период отмечались миграции половозрелого минтая как из глубоководной котловины, так и с восточно-беринговоморского шельфа. В период низкой численности запасов отмечаются только миграции с восточно-беринговоморского шельфа. Сезонная изменчивость пространственного распределения размерных групп минтая ранее отмечалась рядом авторов [Радченко, Соболевский, 1992; Фадеев, Грицай, 1999; Датский, 2016; Степаненко, Грицай, 2016]. Данные промысловых уловов свидетельствуют о том, что в зимне-весенний период в уловах преобладают младше возрастные особи, тогда как в летний период доля старше возрастного минтая в уловах возрастает, достигая максимальных значений в июне-июле. В сентябре, после возвратной миграции минтая в воды США, в уловах вновь начинают преобладать рыбы длиной до 35–40 см. Данные сезонной динамики размерно-возрастного состава и изменчивости запасов указывают на присутствие в северо-западной части моря «мигрантов» с восточно-беринговоморского шельфа (ИЭЗ США).

Таким образом, с одной стороны, мы имеем бесспорные доказательства существования локального нереста минтая в Наваринском районе, а, с другой стороны, также бесспорны миграции «чужого» минтая в воды этого района. Какова их степень смешиваемости? Видимо, она весьма непостоянна и подвержена значительной сезонной и межгодовой изменчивости.

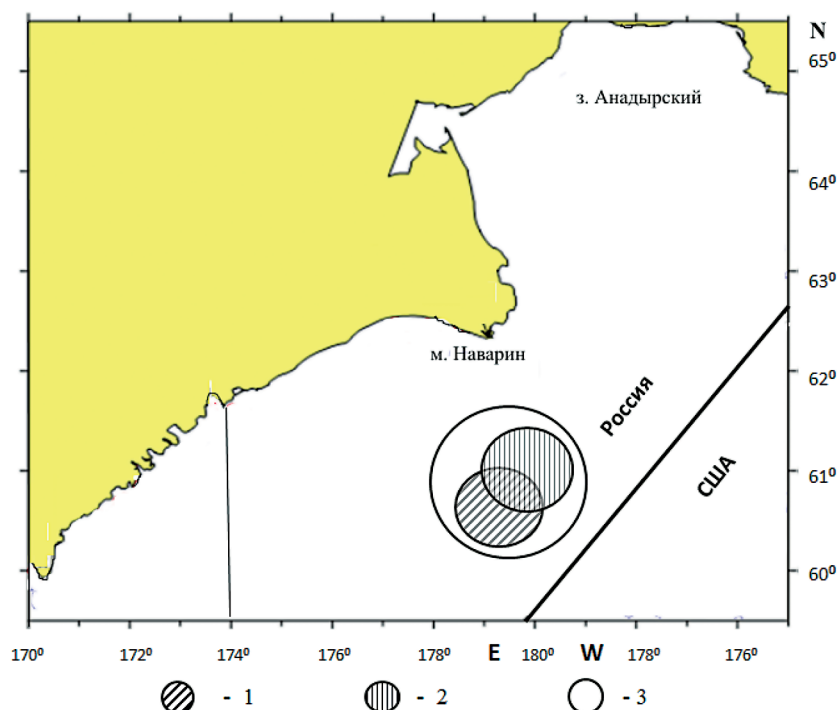


Рис. 2. Схематичное распределение икры (1), личинок (2) и сеголеток (3) минтая в Наваринском районе
Fig. 2. Schematic distribution of eggs (1), larvae (2) and fingerlings (3) of walleye pollock in the Navarin area

Ответ на этот вопрос можно получить в будущем, проводя специальные исследования.

ПРОМЫСЕЛ

Работы, выполненные совместными экспедициями ВНИРО и ТИНРО в 1958–1964 гг., позволили сделать вывод о перспективности тралового промысла в северо-западной части Берингова моря [Котенёв, 1970]. Однако промысловое освоение Наваринского района было начато лишь в конце 70-х годов XX века, после вытеснения наших рыбаков из 200-мильной экономической зоны США. В дальнейшем, на протяжении более чем 40-летней истории промысла, этот Наваринский район стал вторым по значимости районом отечественного рыболовства. Несмотря на то, что история широкомасштабного промысла ведёт своё начало с конца 70-х годов, уже в 1981 г. рыбаки достигли исторического максимума вылова, который не превзойдён до настоящего времени, – 900 тыс. тонн. Начиная с 1982 г. наблюдалось достаточно плавное снижение вылова до уровня около 500 тыс. тонн (1984–1987 гг.), после чего было отмечено довольно резкое увеличение вылова – до 852 тыс. тонн (1988 г.). Следует отметить, что в это время отсутствовали ограничения промысла, касавшиеся как объёмов вылова, так и минимальной промысловой меры (таблица).

Дальнейший период (с 1990 по 1995 гг.) характеризовался очень низким уровнем вылова – от 178

(1991, 1994 гг.) до 389 (1993 г.) тыс. тонн, после чего наблюдались периоды высоких и средних уловов – около 750–600 тыс. тонн [Фадеев, Веспестад, 2001]. Практически двукратное снижение (до 318 тыс. тонн) вылова было отмечено в 2000 г., однако в 2001 г. вылов увеличился более чем на 70% и достиг 536 тыс. тонн. В среднем уловы за период с 1979 по 1999 гг. составили 521 тыс. тонн. Превышение среднего уровня изъятия отмечалось в 1981–1983, 1986, 1988, 1989, 1996–1999 гг.

Период, начинающийся с 2000 г., характеризовался более жёсткими ограничениями рыболовства – установлением промысловой меры и переходом на более крупную ячею в тралах, но самым важным явилось то, что материалы, обосновывающие объёмы вылова, стали представляться на независимую государственную экологическую экспертизу. Для этого периода средний ежегодный вылов составил 375 тыс. тонн. Превышение средних уловов отмечено в 2001–2008 гг., 2016–2017 гг. и в 2019 г.

Известно, что вылов не может адекватно отражать состояние запасов, так как объём промыслового изъятия, в первую очередь, связан с интенсивностью рыболовства: количеством промысловых усилий и продолжительностью тралений. В качестве основного критерия используем данные ежесуточных уловов крупнотоннажного промыслового флота (таблица). При сопоставлении необходимо, как в случае с исто-

Таблица. Вылов минтая (тыс. тонн) в Наваринском районе Берингова моря в 1978–2021 гг. и средний улов на судо-сутки крупнотоннажного флота

Table. Pollock catch (thousand tons) in the Navarin area of the Bering Sea in 1978–2021 and the average catch per unit effort (CPUE) of large vessels

Год	Наваринский район (к востоку от 174 в. д.)	CPUE, улов на судо-сутки, т	Год	Наваринский район (к востоку от 174 в. д.)	CPUE, улов на судо-сутки, т
1978	208	нет данных	2000	375	37
1979	285	63	2001	536	42
1980	620	70	2002	384	48
1981	900	78	2003	415	57
1982	804	84	2004	422	68
1983	722	77	2005	444	71
1984	503	73	2006	442	75
1985	488	78	2007	449	61
1986	570	75	2008	450	53
1987	463	78	2009	228	46
1988	852	83	2010	273	55
1989	684	78	2011	283	56
1990	232	66	2012	339	60
1991	178	86	2013	310	61
1992	315	84	2014	277	60
1993	389	86	2015	304	60
1994	178	58	2016	432	65
1995	320	96	2017	416	69
1996	753	96	2018	374	69
1997	680	80	2019	377	85
1998	604	52	2020	361	92
1999	596	28	2021	351	68

рией промысла, учитывать данный показатель для двух периодов отдельно. Поэтому рассмотрим два этапа – до 1998 г. и после. Средний уровень уловов на усилие для первого этапа составил 77,0 тонны. Превышение уловов на усилие над средними значениями отмечалось в 1981–1982 гг. (вылов – 900 и 804 тыс. тонн), 1985 г., 1987–1989 гг. (вылов составлял 463–852 тыс. тонн). В период 1991–1993 гг., несмотря на высокие уловы на усилие – более 84 тонн, вылов находился на низком уровне и составлял 178–389 тыс. тонн. Следует отметить, что в эти годы произошёл развал СССР, приведший к разрыву экономических связей и гиперинфляции, негативно отразившихся на результативности промысла минтая в Наваринском районе. Суточные уловы минтая в 1995–1997 гг. существенно превысили среднегодовые значения и достигли рекордного уровня – 96 тонн. Именно в эти годы отмечен 4-й по значимости результат вылова – 753 тыс. тонн. Сравнение вылова и уловов на усилие показало, что практически везде максимальные показатели совпадали. Исключение составили

1991–1993 гг., что связано с известными событиями в нашей стране, вызвавшими значительные трудности в подготовке судов на промысел (резкий переход к рынку, отразившийся на снижении эффективности управления, снабжения, исключительно высокая инфляция, недоступность кредитных ресурсов).

Второй этап характеризовался снижением среднего суточного вылова до 60,3 тонны. Показатели уловов на усилие (CPUE) выше среднееголетнего уровня отмечались в 2004–2007 гг. – от 61 до 75 тонн/судо-сутки, именно в этот период отмечался вылов, существенно превышавший среднеегоголетнее значение (375 тыс. тонн) – 422–449 тыс. тонн (таблица).

Отмеченные в 2016–2021 гг. уловы на судо-сутки, существенно превышавшие среднеегоголетние показатели – 65–92 тонны, не привели к значительному вылову, составившему более 400 тыс. тонн лишь в 2016–2017 гг. Несмотря на то, что уловы на усилие в 2019–2020 гг., достигли рекордных значений – 85–92 тонны, это также не привело к значительным уловам. Данная ситуация, видимо, объясняется тем, что

существовавший в последние годы резерв запасов минтая не был рекомендован в оптимальном объеме, что и привело к заниженным объемам вылова.

ДИНАМИКА ЗАПАСОВ

Анализ проведенных многовариантных расчетов показал, что наиболее стабильные результаты дало использование варианта модели TISVPA, в котором допускается наличие ошибок как в данных по возрастному составу уловов, так и в сепарабельном описании промысловой смертности. Дополнительно обеспечивается несмещенность описания моделью логарифмов возрастного состава уловов.

Диапазон возрастных групп, использованных в расчетах, составил от 1 до 10+, где под 10+ подразумеваются особи в возрасте 10 лет и старше. В выполненных расчетах g -факторы оценивались и применялись для возрастных групп 3–8, поскольку расширение возрастного диапазона с включением более младших и старших возрастных групп для оценки g -факторов снижало устойчивость оценок.

Как показывает анализ матрицы оценок относительной селективности промысла, представленной на рис. 3, отдельные поколения имеют явные особенности во взаимодействии с промыслом, в связи с чем использованное нами в расчетах уточненное трёхпараметрическое сепарабельное представление коэффициентов промысловой смертности может считаться полезным для описания реального взаимодействия запаса с промыслом. Дело в том, относительная селективность промысла часто име-

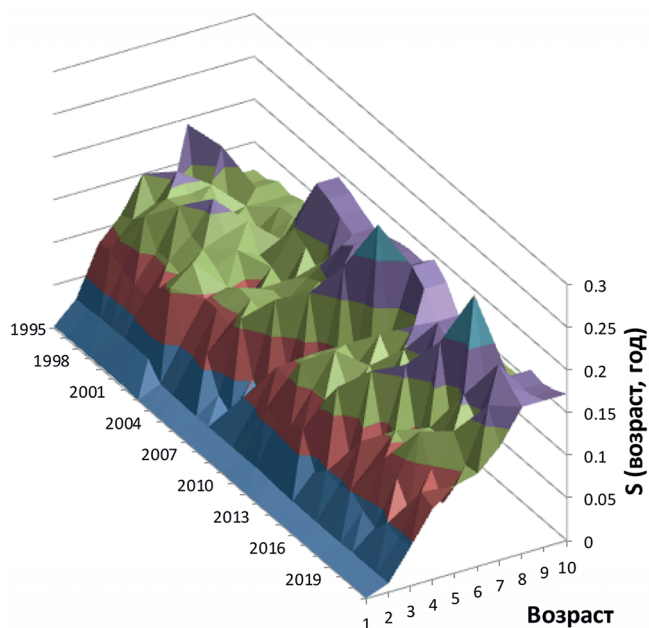


Рис. 3. Оценки относительной селективности промысла минтая в 1995–2021 гг.

Fig. 3. Pollock selection pattern estimates in 1995–2021

ет существенные отличия от среднемноголетней за счёт отличий во взаимодействии различных поколений с промысловыми флотами, вызванных, например, их различным пространственным распределением, большей притягательностью для промысла более многочисленных поколений или другими причинами.

На рис. 4 представлена динамика запаса минтая в Наваринском районе в сравнении с уловами на единицу

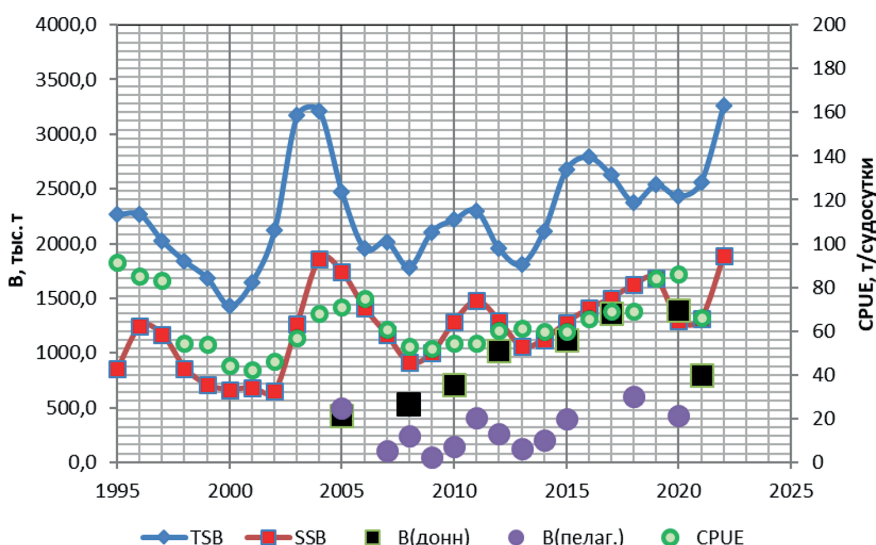


Рис. 4. Динамика общего (TSB) и нерестового (SSB) запаса минтая в Наваринском районе в сравнении с уловами на единицу усилия (CPUE) и оценками биомассы по донным и пелагическим съёмкам в 1995–2022 гг.

Fig. 4. Dynamics of total (TSB) and spawning (SSB) stock biomass for pollock in Navarin area compared to catches per unit effort (CPUE) and biomass estimates from bottom and pelagic surveys in 1995–2022

ницу усилия и оценками биомассы по донным и пелагическим съёмкам в 1995–2022 гг.

Динамика запасов характеризовалась наличием пяти периодов высокой биомассы. Первый максимум промысловой биомассы отмечен в 1995–1996 гг., следующие наблюдались в 2003–2004, 2011, 2016 гг. Очередной максимум пришёлся на 2022 г. и был вызван исключительно высокой численностью поколения 2018 года рождения, что позволило существенно увеличить объём ОДУ в 2022 г.

Для минтая в Наваринском районе повышенные значения селективности для поколений 2000–2002 и 2005–2007 гг. рождения могут быть связаны с их более высокой численностью (рис. 5).

На рис. 6 динамика биомассы нерестового запаса минтая в Наваринском районе сопоставлена с оценками, полученными для восточноберингоморского запаса [Iannelli et al., 2021]. Следует отметить, что тенденция динамики нерестового запаса изменялась синхронно в 1995–2011 гг. и 2019–2021 гг. Тогда как

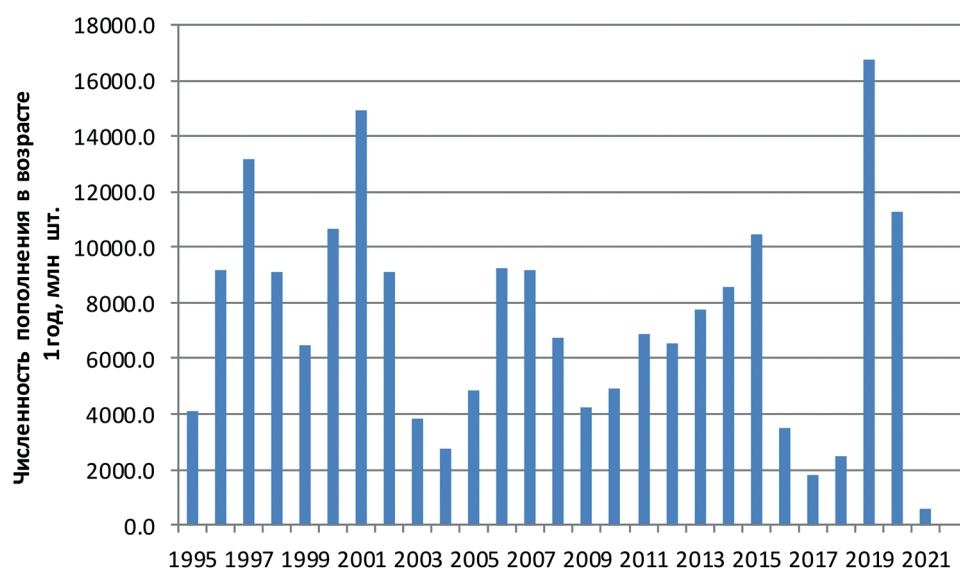


Рис. 5. Оценки численности пополнения минтая в возрасте 1 год

Fig. 5. Estimates of pollock abundance at age 1

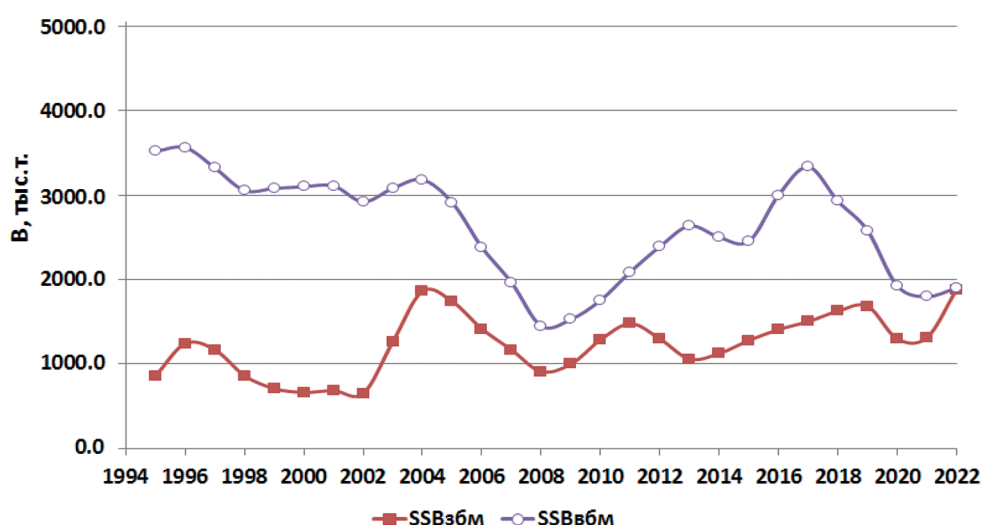


Рис. 6. Динамика биомассы нерестового запаса минтая в Наваринском районе (SSBзбм) и восточной части Берингова моря (SSBвбм) в 1995–2022 гг.

Fig. 6. Pollock spawning stock dynamics in Navarin area (SSBзбм) and in the eastern Bering Sea (SSBвбм)

в остальное время синхронности не наблюдалось. Согласно расчётным данным, ожидается, что значения биомасс впервые могут совпасть в 2022 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Материалы пространственно-временного распределения текучих самок, икры, личинок и сеголеток минтая Наваринского района позволяют с уверенностью говорить о том, что в этом районе Берингова моря существуют репродуктивно изолированные группировки зимне- и весенне-нерестующего минтая. Однако, следует отметить, что отсутствие ихтиопланктонных сборов в зимний период до сих пор оставляет открытым вопрос о масштабах зимнего нереста.

В Наваринском районе отмечена высокая изменчивость численности поколений, вступающих в промысловый запас, что необходимо учитывать при выборе математического метода оценки запасов. Использование в расчётах среднескользящих значений пополнения неизбежно приведёт к серьёзным ошибкам.

В 2022 г. отмечен исторический максимум нерестового запаса, что позволило учёным ФГБНУ «ВНИРО» обосновать существенную корректировку ОДУ в сторону увеличения.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюдены.

Финансирование

Работа выполнена в рамках Госзадания ВНИРО.

ЛИТЕРАТУРА

- Балыкин П.А., Варкентин А.И. 2002. Распределение икры, личинок и сеголеток минтая *Theragra chalcogramma* (Gadidae) в северо-западной части Берингова моря // Вопросы ихтиологии. Т. 42. № 6. С. 798–805.
- Булатов О.А. 1986. Распределение икры и личинок тресковых (подсем. Gadinae) в тихоокеанских водах Камчатки и западной части Берингова моря // Тресковые дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО. С. 89–101.
- Булатов О.А. 1987. Икра и личинки минтая в восточной части Берингова моря // Популяционная структура, динамика численности и экология минтая. Владивосток: ТИНРО. С. 100–114.
- Булатов О.А. 2014. Промысел и запасы минтая: возможна ли турбулентия? // Вопросы рыболовства. Т. 15, № 4. С. 350–390.
- Булатов О.А., Кулешова М.И. 1994. Весенне-летний ихтиопланктон западной части Берингова моря // Известия ТИНРО. Т. 115. С. 57–73.
- Глубоков А.И., Котенёв Б.Н. 2006. Популяционная структура минтая *Theragra chalcogramma* в северной части Берингова моря. М.: ВНИРО. 200 с.
- Горбунова Н.Н. 1954. Размножение и развитие минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas). // Труды ИО АН СССР. Т. 11. С. 132–195.
- Датский А.В. 2016. Особенности биологии массовых рыб в Олюторско-Наваринском районе и прилегающих водах Берингова моря. 1. Семейство Тресковые (Gadidae) // Вопросы ихтиологии. Т. 56. № 6. С. 705–725. <https://doi.org/10.7868/S0042875216050039>
- Качина Т.Ф., Балыкин П.А. 1981. Нерест минтая в западной части Берингова моря // Экология, запасы и промысел минтая. Владивосток: ТИНРО. С. 63–72.
- Котенёв Б.Н. 1970. Распределение в Беринговом море участков дна, пригодных для тралового промысла // Труды ВНИРО. Т. 72. Известия ТИНРО. Т. 70. С. 70–77.
- Муслиенко Л.Н. 1963. Ихтиопланктон Берингова моря (по материалам берингоморской экспедиции ТИНРО и ВНИРО 1958–1959 гг.) // Известия ТИНРО. Т. 50. Труды ВНИРО. Т. 48. С. 239–269.
- Муслиенко Л.Н. 1970. Размножение и развитие рыб Берингова моря // Известия ТИНРО. Т. 72. Труды ВНИРО. Т. 70. С. 166–224.
- Радченко В.И., Соболевский Е.И. 1992. Сезонная динамика пространственного распределения минтая *Theragra chalcogramma* в Беринговом море // Вопросы ихтиологии. Т. 32. № 5. С. 84–96.
- Сербобаба И.И. 1968. Нерест минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas) в северо-восточной части Берингова моря // Вопросы ихтиологии. Т. 8. Вып. 6. С. 992–1003.
- Соболевский Е.И., Чеблукова Л.В., Радченко Е.И. 1991. Пространственное распределение сеголеток минтая в западной части Берингова моря // Вопросы ихтиологии. Т. 31. № 5. С. 766–778.
- Степаненко М.А., Грицай Е.В. 2016. Состояние ресурсов, пространственная дифференциация и воспроизводство минтая в северной и восточной частях Берингова моря // Известия ТИНРО. Т. 185. С. 16–30.
- Фадеев Н.С. 1981. Сроки размножения и нерестовых подходов минтая // Экология, запасы и промысел минтая. Владивосток: ТИНРО. С. 3–18.
- Фадеев Н.С., Веспестад В. 2001. Обзор промысла минтая // Известия ТИНРО. Т. 128. С. 58–74.
- Фадеев Н.С., Грицай Е.В. 1999. Промысел и размерно-возрастной состав минтая в северной части Берингова моря // Известия ТИНРО. Т. 126, ч. 1. С. 237–245.
- Хен Г.В. 1988. Сезонная и межгодовая изменчивость вод Берингова моря и ее влияние на распределение и численность гидробионтов Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: ВНИРО, 24 с.
- Шунтов В.П. 2001. Биология дальневосточных морей России. Т.1. Владивосток: ТИНРО. 2001. 580 с.
- Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дулепова Е.П. 1993. Минтай в экосистемах дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО. 426 с.
- Bulatov O.A., Kotenev B.N. 2003. Winter spawning of Alaska pollock in the north Bering Sea // 7th Int. Symp. Of Reproductive Phyology of Fish May 18–23, 2003 in Mie,

- Japan. Progr. And Abstracts, Nat. Res. Inst. Of Aquacult., Fish. Res. Agency, Nansei, Watarai, Mie 516–0193, Japan. P. 69.
- Ianelli J., Fissel B., Stienessen S., Honkalehto T., Siddon E., Allen-Akselrud C. 2021. 2021 Assessment of the walleye pollock Stock in the Eastern Bering Sea. <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2021-assessment-walleye-pollock-stock-eastern-bering-sea>. 20.09.2022.
- Methot R.D. 1990. Synthesis model: an adaptable framework for analysis of diverse stock assessment data // Int. North. Pac. Fish. Comm. Bull. V. 50. Pp. 259–277.
- Nielsen A., Berg C.W. 2014. Estimation of time-varying selectivity in stock assessments using state-space models // Fisheries Research. V. 158. Pp. 96–101.
- Vasilyev D. 2005. Key aspects of robust fish stock assessment. M.: VNIRO Publish. 105 p.
- Musienko L.N. 1970. Reproduction and development of fish in the Bering Sea. // Izvestiya TINRO. V.72: Trudy VNIRO. V.70. P. 166–224. (In Russ.)
- Radchenko A.I., Sobolevskiy E.I. 1992 Seasonal dynamics of spatial distribution of pollock *Theragra chalcogramma* in the Bering Sea // J. of Ichthyology. V. 32. No. 5. P. 84–96. (In Russ.)
- Serobaba I.I. 1968. Spawning of pollock *Theragra chalcogramma* (Pallas) in the northeastern part of the Bering Sea // J. of Ichthyology. V. 8. Is. 6. P. 992–1003. (In Russ.)
- Sobolevsky E.I., Cheblukova L.V., Radchenko E.I. 1991. Spatial distribution of pollock fingerlings in the western part of the Bering Sea // J. of Ichthyology. V.31. No.5. P. 766–778. (In Russ.)
- Stepanenko M.A., Gritsai E.V. 2016. State of resources, spatial differentiation and reproduction of walleye pollock in the northern and eastern parts of the Bering Sea // Izvestiya TINRO. V. 185. P. 16–30. (In Russ.)
- Fadeev N.C. 1981. Terms of reproduction and spawning approaches of walleye pollock // Ecology, stocks and fishery of pollock. Vladivostok: TINRO. P. 3–18. (In Russ.)
- Fadeev N.S., Gritsai E.V. 1999. Fishery and size-age composition of walleye pollock in the northern part of the Bering Sea // Izvestiya TINRO. V. 126, part 1. Pp. 237–245. (In Russ.)
- Fadeev N.S., Vespestad V. 2001. Pollock fishery revue. // Izvestiya TINRO. V. 128. P. 58–74. (In Russ.)
- Hen G.W. 1988. Seasonal and interannual variability of the waters of the Bering Sea and its influence on the distribution and abundance of aquatic organisms. PhD Abstract. Moscow: VNIRO. 24 P. (In Russ.)
- Shuntov V.P. 2001. Biology of the Far Eastern Seas of Russia. Vol. 1 Vladivostok: TINRO. 580 p. (In Russ.)
- Shuntov V.P., Volkov A.F., Temnykh O.S., Dulepova E.P. 1993. Pollock in the ecosystems of the Far Eastern seas. Vladivostok: TINRO. 426 p. (In Russ.)
- Ianelli J., Fissel B., Stienessen S., Honkalehto T., Siddon E., Allen-Akselrud C. 2021. 2021 Assessment of the walleye pollock Stock in the Eastern Bering Sea. <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2021-assessment-walleye-pollock-stock-eastern-bering-sea>. 20.09.2022.
- Methot R.D. 1990. Synthesis model: an adaptable framework for analysis of diverse stock assessment data // Int. North. Pac. Fish. Comm. Bull. V. 50. Pp. 259–277.
- Nielsen A., Berg C.W. 2014. Estimation of time-varying selectivity in stock assessments using state-space models // Fisheries Research. V. 158. Pp. 96–101.
- Vasilyev D. 2005. Key aspects of robust fish stock assessment. M.: VNIRO Publish. 105 p.
- Balykin P.A., Varkentin A.I. 2002. Distribution of eggs, larvae and fingerlings of walleye pollock *Theragra chalcogramma* (Gadidae) in the north-western part of the Bering Sea // J. of Ichthyology. V.42. No. 6. P. 798–805 (In Russ.)
- Bulatov O.A. 1986. Distribution of cod eggs and larvae (subfamily Gadinae) in the Pacific waters of Kamchatka and the western part of the Bering Sea // Codfish of the Far East seas. Vladivostok: TINRO. P. 89–101. (In Russ.)
- Bulatov O.A. 1987. Pollock eggs and larvae in the eastern part of the Bering Sea // Population structure, population dynamics and pollock ecology. Vladivostok: TINRO. P. 100–114. (In Russ.)
- Bulatov O.A. 2014. Pollock fishery and stocks: is turbulence possible? // Problems of fisheries. V. 15. No. 4. P. 350–390. (In Russ.)
- Bulatov O.A., Kuleshova M.I. 1994. Spring-summer ichthyoplankton of the western part of the Bering Sea // Izvestiya TINRO. V. 115. P. 57–73. (In Russ.)
- Glubokov A.I., Kotenev B.N. 2006. Population structure of pollock *Theragra chalcogramma* in the North Bering Sea. M: VNIRO Publish. 200 P. (In Russ.)
- Gorbunova N.N. 1954. Reproduction and development of pollock *Theragra chalcogramma* (Pallas) // Proceedings of IO AS USSR. V. 11. P. 132–195. (In Russ.)
- Datskiy A.V. 2016. Features of the biology of mass fishes in the Olyutorsko-Navarinsky district and adjacent waters of the Bering Sea. 1. The Cod family (Gadidae) // J. of Ichthyology. V. 56. No. 6. P. 705–725. <https://doi.org/10.7868/S0042875216050039> (In Russ.)
- Kachina T.F., Balykin P.A. 1981. Pollock spawning in the western part of the Bering Sea // Ecology, stocks and fishery of pollock. Vladivostok: TINRO. P. 63–72. (In Russ.)
- Kotenev B.N. 1970. Distribution in the Bering Sea of bottom areas suitable for trawl fishing // Trudy VNIRO. T.72. Izvestiya TINRO. T. 70. pp. 70–77. (In Russ.)
- Musienko L.N. 1963. Ichthyoplankton of the Bering Sea (based on the materials of the Bering Sea expedition of TINRO and VNIRO 1958–1959) // Izvestiya TINRO. V. 50: Proceedings of VNIRO. V.48. 1963. P. 239–269. (In Russ.)

Поступила в редакцию 01.09.2022 г.
Принята после рецензии 15.09.2022 г.