

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ»
(ФГБНУ «ВНИРО»)**

**МАТЕРИАЛЫ ОБЩЕГО ДОПУСТИМОГО УЛОВА В РАЙОНЕ
ДОБЫЧИ (ВЫЛОВА) ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
ВО ВНУТРЕННИХ МОРСКИХ ВОДАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
В ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ МОРЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
НА КОНТИНЕНТАЛЬНОМ ШЕЛЬФЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
В ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗОНЕ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И КАСПИЙСКОМ МОРЕ
НА 2026 ГОД**

(с оценкой воздействия на окружающую среду)

Часть 2. Рыбы Дальневосточных морей

Том III

**Разработаны:
ФГБНУ «ВНИРО»**

Директор ФГБНУ «ВНИРО»

К.В. Колончин

2025 г.

**«УТВЕРЖДАЮ»
Федеральное агентство
по рыболовству**

Заместитель руководителя

В.И. Соколов

2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ОКУНЬ МОРСКОЙ (виды рода <i>Sebastes</i>)	4
61.01 - Зона Западно-Берингоморская	4
61.02 - Зона Восточно-Камчатская	18
61.02.1 - Карагинская подзона	18
61.02.2 - Петропавловско-Командорская подзона	27
61.03 - Зона Северо-Курильская.....	38
61.04 - Зона Южно-Курильская.....	47
ШИПОЩЕК (виды рода <i>Sebastolobus</i>)	56
61.01 - Зона Западно-Берингоморская	56
61.02 - Зона Восточно-Камчатская	67
61.02.1 - Карагинская подзона	67
61.02.2 - Петропавловско-Командорская подзона	73
61.03 - Зона Северо-Курильская.....	81
61.04 - Зона Южно-Курильская.....	87
61.05 - Зона Охотское море	95
61.05.1 - Северо-Охотоморская подзона	95
61.05.2 - Западно-Камчатская подзона.....	95
61.05.3 - Восточно-Сахалинская подзона.....	102
ТЕРПУГИ (виды рода <i>Pleurogrammus</i>)	116
Северный одноперый терпуг (<i>Pleurogrammus monopterygius</i>)	116
61.01 - Зона Западно-Берингоморская	116
61.02 - Зона Восточно-Камчатская	145
61.02.1 - Карагинская подзона	145
61.02.2 - Петропавловско-Командорская подзона	145
61.03 - Зона Северо-Курильская.....	145
61.04 - Зона Южно-Курильская.....	145
Южный одноперый терпуг (<i>Pleurogrammus azonus</i>)	172
61.04 - Зона Южно-Курильская.....	172
МАКРУРУСЫ (виды родов <i>Macrourus</i>, <i>Coryphaenoides</i>, <i>Nematonurus</i>, <i>Albatrossia</i>)	193
61.01 - Зона Западно-Берингоморская	193
61.02 - Зона Восточно-Камчатская	217

61.02.1 - Карагинская подзона	217
61.02.2 - Петропавловско-Командорская подзона	217
61.03 - Зона Северо-Курильская.....	232
61.04 - Зона Южно-Курильская.....	244
61.05 - Зона Охотское море	256
61.05.1 - Северо-Охотоморская подзона	256
61.05.2 - Западно-Камчатская подзона.....	256
61.05.3 - Восточно-Сахалинская подзона.....	256
61.05.4 - Камчатско-Курильская подзона.....	256
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	270

ОКУНЬ МОРСКОЙ (виды рода *Sebastes*)

61.01 - Зона Западно-Беринговоморская

Исполнители: Н.Л. Асеева, М.И. Горюнов («ТИНРО»)

Куратор: А.В. Согрина (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Основой для подготовки прогноза послужили данные траловых съемок, выполненных специалистами «ТИНРО» в июне-августе 2008, 2010, 2012, 2015, 2017–2021, 2024 гг. (НИС «ТИНРО», «Профессор Кагановский», «Профессор Леванидов» и «Бухоро», НИС «Песков»), результаты контрольных тралений на РТМ «Камлайн» в июне 2010 и апреле 2011 гг., РТМ «Антей» в октябре-ноябре 2011 г., РТМ «Арктур» в апреле-мае 2012 г., результаты мониторинга при ярусном промысле на РШ «Восток-4» и РТМП-0697, при траловом промысле на РТМ «Камлайн» в 2019 и 2022 гг., а также промысловая статистика из ОСМ Росрыболовства за 2009-2024 гг.

Так как в основу прогноза Западно-Беринговоморской зоны заложены результаты нерегулярных донных траловых съемок и мониторинговые работы на промысловых судах, информационное обеспечение соответствует III уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

Отсутствие многолетних данных по размерно-возрастному составу, и слабая изученность биологии морских окуней (сведения о скорости полового созревания основных промысловых видов, естественной смертности и др.) на данный момент не позволяют применять аналитические модели. Таким образом, оценка запаса может быть проведена только на основании данных прямого учета.

Оценка запасов при проведении донных траловых съемок на научно-исследовательских судах (НИС) выполнялась традиционными методами [Основные методы оценки, 2013], включая метод многоугольников, соответствующих каждому отдельному тралению (ячейки Дирхле-Вороного или полигоны Тиссена), с применением программы ArcView Gis 3.2a [Борисовец, Надточий, 2003] и метод сплайн-аппроксимации [Столяренко, Иванов, 1988] с учетом района исследований и батиметрического диапазона, с применением программы «КартМастер v.4.1».

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

В Западно-Беринговоморской зоне основными промысловыми видами среди морских окуней являются тихоокеанский клювач (*Sebastes alutus*) и северный морской окунь (*Sebastes borealis*). Их добыча осуществляется донными и разноглубинными тралями, чаще в качестве прилова.

Вылов морских окуней в Западно-Беринговоморской зоне в период 2008- 2024 гг. изменялся от 6 (2009 г.) до 701,8 т (2023 г.), в 2024 г. - 568,5 т (табл. 1).

Таблица 1

ОДУ, вылов и освоение морских окуней в Западно-Беринговоморской зоне в 2008–2024 гг.

Год	ОДУ, т	Вылов, т	Освоение, %
2008	83,0	41,4	49,9
2009	83,0 (РВ)	6,4	7,7
2010	83,0	45,7	55,1
2011	300,0	215,0	71,7
2012	300,0	142,3	47,4
2013	311,0	157,7	50,7
2014	311,0	131,0	42,1
2015	311,0	191,8	61,7
2016	311,0	187,6	60,3
2017	311,0	192,3	61,8
2018	486,0	137,5	28,3
2019	486,0	355,0	73,0
2020	440,0	399,0	90,7
2021	450,0	312,9	69,5
2022	450,0	409,0	90,9
2023	2600,0	701,8	27,0
2024	2200,0	568,5	25,8

Следует отметить, что в 2009 г., на один год, морские окуни в данном районе были выведены из перечня видов, для которых устанавливается ОДУ.

В 2011–2024 гг. доля донного и разноглубинного тралового и ярусного промысла в вылове ежегодно изменялась. В рассматриваемый период доля траловых орудий лова на промысле варьировала от 60 до 99% (рис. 1).

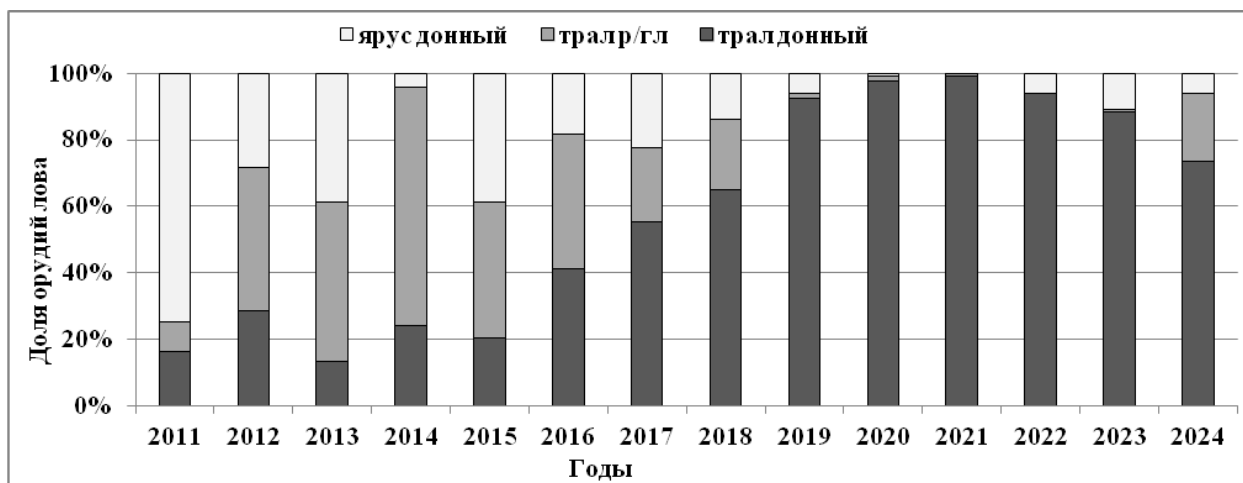


Рис. 1. Процентное соотношение орудий лова при промысле морских окуней в Западно-Беринговоморской зоне в 2011-2024 гг.

В период 2011-2024 гг. количество судосуток на промысле как при тралово-снюрреводном, так и при ярусном лове значительно изменялось, как и вылов на судосутки (рис. 2, 3).

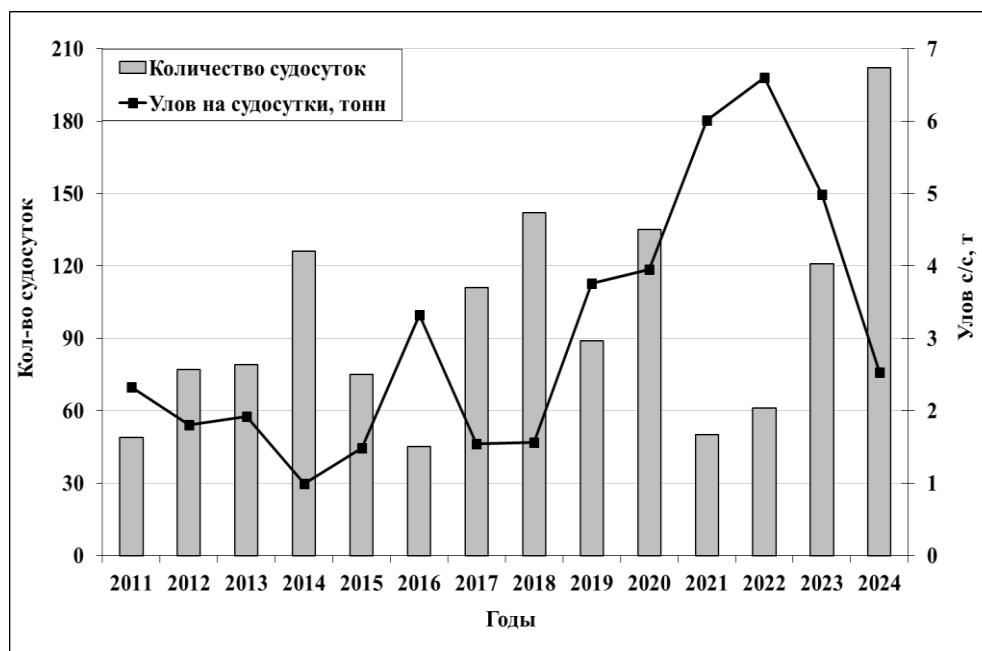


Рис. 2. Динамика количества судосуток и уловов на судосутки при тралово-снюрреводном промысле морских окуней в Западно-Беринговоморской зоне в 2011-2024 гг.

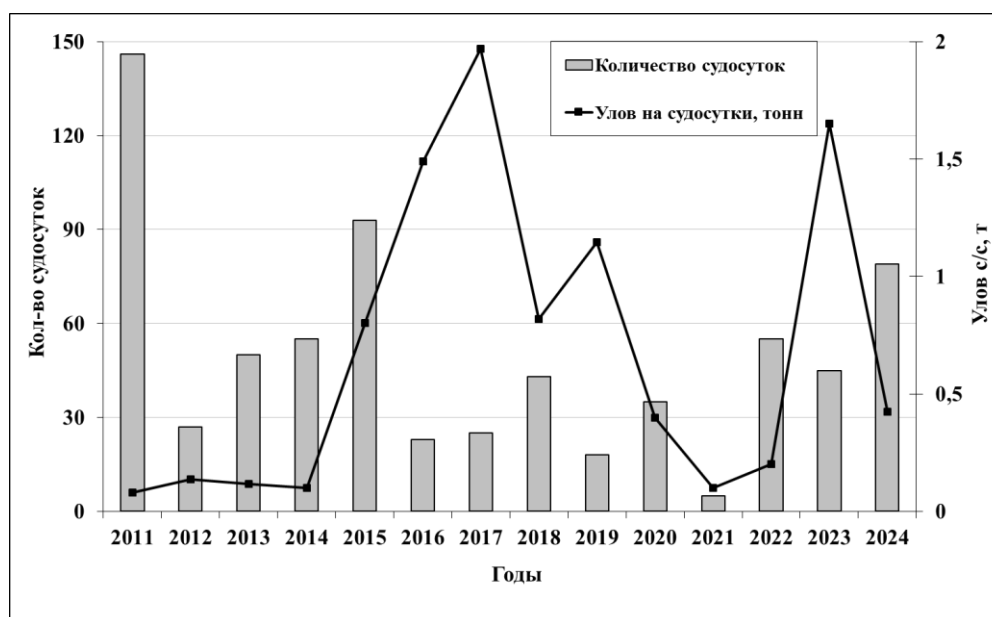


Рис. 3. Динамика количества судосуток и уловов на судосутки при донном ярусном промысле морских окуней в Западно-Беринговоморской зоне в 2011–2024 гг.

В 2011 г. улов на судосутки при промысле траловыми орудиями лова составлял 2,3 т. В период с 2012-2013 гг. этот показатель был равен 1,8–1,9 т/судосутки. В 2014 г. уловы сократились до 1 т в сутки, в то же время количество отработанных судосуток увеличилось. В 2015 и 2016 гг.,

при сокращении времени, отработанного на промысле с приловом окуней, произошел рост улова на судосутки до 3,3 т. В 2017–2018 гг. уловы на судосутки стабилизировались (1,54–1,56 т). В 2019–2020 гг. выросло время, отработанное на промысле, и уловы на судосутки составили 3,75–3,96 т, в 2021–2022 гг. уловы на судосутки увеличились до 6,03 т, а в последние годы 2023–2024 гг. понизились до 4,99–2,78 т соответственно (рис. 2).

При ярусном промысле в период с 2012 по 2014 г. количество судосуток на промысле выросло, но улов на судосутки был стабильно низким, и лишь в 2015 г. он вырос в 4 раза (рис. 3). В последующие 2016–2017 гг. также отмечалось увеличение среднего улова на судосутки (1,5–2,0 т). В 2016–2020 гг. произошло уменьшение отработанного времени, а суточный вылов в 2019 г. показал небольшой рост до 1,3 т, тогда как в 2021–2022 гг. произошло снижение количества судосуток и уловы на судосутки снизились до 0,1 т, а в 2023 г. уловы увеличились до 1,65 т. В 2024 г. произошло уменьшение судосуток и снижение улова до 0,35 т (рис. 3).

Основной причиной такой динамики стала возросшая интенсивность работы флота на промысле трески, численность которой в последние годы имела тенденцию роста, а её ОДУ по зоне выросло в два раза. Переориентация ярусного флота на треску, в пределах изобат до 400 м, привела к тому, что окуни и другие виды, обитающие на материковом склоне, облавливались только в качестве незначительного прилова, несмотря на увеличение промыслового времени.

Показатели биомассы морских окуней в Западно-Беринговоморской зоне (Олюторско-Наваринский шельф и свал глубин) варьировали в пределах от 0,4 до 4,36 тыс. т. В 2008 г. учтённая биомасса морских окуней в районе составляла 1,2 тыс. т, в 2010 г. отмечено её снижение до 0,4 тыс. т, в 2012 и 2015 гг. произошел её прирост до 1,7 и 2,0 тыс. т, соответственно (табл. 2). По результатам учета в сентябре 2018 г., биомасса окуней была равна 4,36 тыс. т, тогда как по данным летней учетной съемки 2020 г. биомасса окуней уменьшилась до 3,22 тыс. т. По данным осенней съемки 2024 г., численность и биомасса морских окуней составили 3,10 млн экз. и 2,76 тыс. т, соответственно, т.е. наблюдалось некоторое снижение этих показателей по сравнению с предыдущими съемками.

По данным съемок 2008, 2010, 2012, 2015, 2018, 2020, 2024 гг., в Западно-Беринговоморской зоне доля северного морского окуня по биомассе составляет 30–70% от всех морских окуней. Данные мониторинга промысла в апреле-мае 2011–2012 гг. показали, что в районе материкового склона у м. Олюторский, на глубинах 250–700 м, доля северного морского окуня в промысловых уловах составляла около 40%.

Этот вид распределялся равномерно разреженно вдоль материкового склона, максимальная глубина его поимки не превышала 540–559 м. В Западно-Беринговоморской зоне северный морской окунь присутствовал лишь в 17,3% уловов.

Таблица 2

Оценка биомассы морских окуней по данным учетных донных траловых съемок в период 2008-2024 гг.

Год	Биомасса, тыс. т
2008	1,2
2010	0,4
2012	1,7
2015	2,0
2018	4,36
2020	3,22
2024	2,76

По данным последней траловой съемки на НИС «ТИНРО» в 2024 г., максимальные уловы северного морского окуня отмечались в Западно-Беринговоморской зоне. В Карагинской подзоне наибольшие уловы наблюдались южнее м. Олюторский, в диапазоне глубин 220–743 м. Показатели обилия окуня в уловах обоих районов соответствовали уловам на усилие от 2 до 30 экз. (0,4–21 кг/час) за стандартное часовое траление, численность – от 41 до 723 экз./км² (средняя – 105 экз./км²), биомасса – 10–505 кг/км² (средняя – 68 кг/км²) (рис. 4).

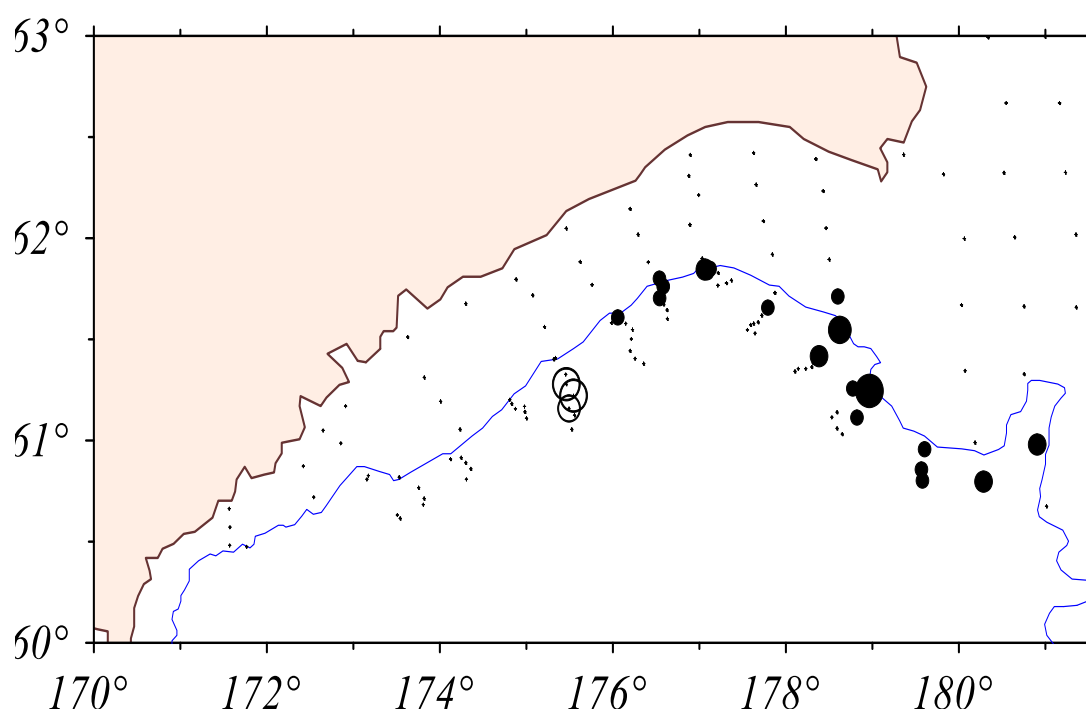


Рис. 4. Распределение биомассы морских окуней на свалах глубин материкового склона Берингова моря в 2024 г.

Последняя траловая съемка показала, что максимальные уловы тихоокеанского клювача отмечались на севере Западно-Беринговоморской зоны, а в Карагинской подзоне – южнее м. Олюторский (рис. 4). В диапазоне глубин 220–743 м. улов на усилие составлял от 2 до 30 экз. (0,4–21 кг/час) за

часовое траление, численность – от 41 до 723 экз./км² (средняя – 105 экз./км²), биомасса – 10–505 кг/км² (средняя – 68 кг/км²).

Алеутский морской окунь был отмечен в уловах только в Западно-Беринговоморской зоне. Уловы от 2 экз. (1 кг) до 50 экз. (41 кг) за часовое траловое усилие крапчатого морского окуня были отмечены в пределах изобат 282–745 м. Средняя плотность распределения рыб на единицу площади составила 422 экз./км² и 342 кг/км², а максимальная плотность – 1,25 тыс. экз./км² и 1,03 т/км² отмечена на глубинах 560–650 м на юго-западном крыле участка дна Корякского полигона съёмки.

При траловом промысле в 2010–2012 гг. средняя длина северного морского окуня практически не изменялась, а при ярусном промысле в 2015 г. облавливался более крупный окунь.

В уловах 2010–2012 гг. отмечены особи северного морского окуня длиной 14–102 см, средняя масса рыб составила 3,85 кг в 2010 г., 3,14 кг в 2011 г. и 3,01 кг в 2012 г.

В 2012 г. в уловах встречался северный морской окунь в возрасте 11–42 лет, с преобладанием особей в возрасте 20 и 23 лет (средний возраст – 22 года). При более селективном ярусном промысле в уловах 2015 г. отмечены только взрослые особи длиной 40–98,5 см (рис. 5).

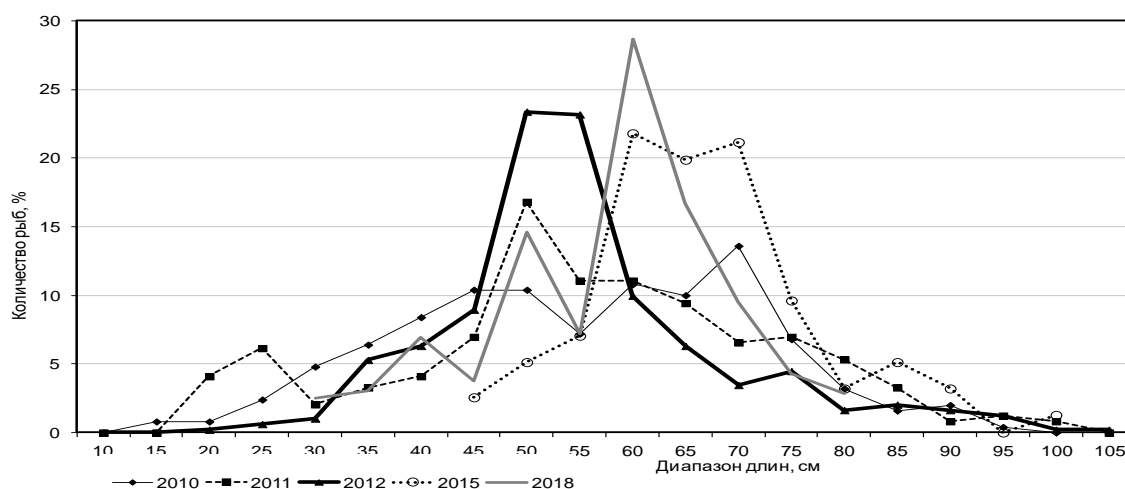


Рис. 5. Размерный состав северного морского окуня в траловых промысловых уловах в 2010 г. ($N = 250$, $M = 53,5$ см), 2011 г. ($N = 244$, $M = 53,7$ см), 2012 г. ($N = 492$, $M = 53,1$ см) и при ярусном промысле в 2015 г. ($N = 156$, $M = 67,1$ см), в 2018 г. ($N = 116$, $M = 59,1$ см), (N – количество исследованных рыб, M – средняя длина особей)

По данным съёмки в сентябре 2018 г., в уловах отмечен северный морской окунь длиной 25–83 см (АС ср. – 67,5 см и М ср. – 721 г) (рис. 6). В уловах преобладали старшевозрастные особи длиной 51–70 см (67,5%), а молодь размерами менее 45 см была крайне малочисленна (13,9%) (рис. 6).

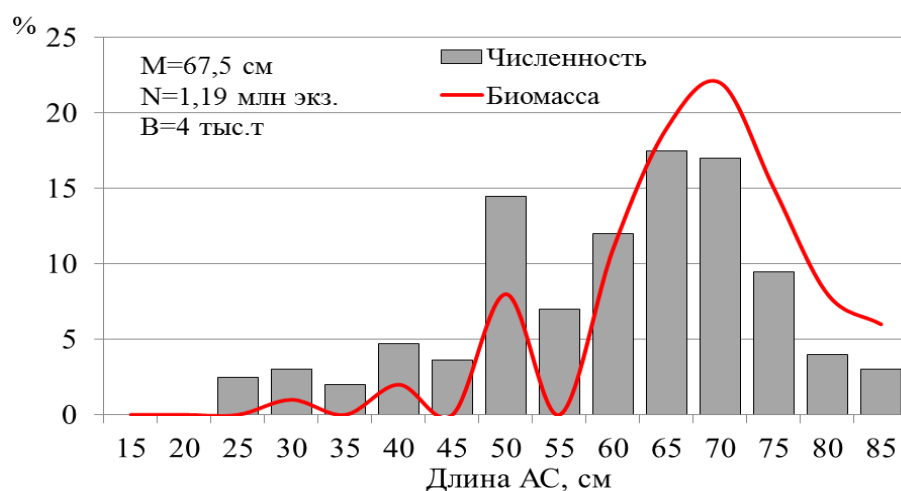


Рис. 6. Распределение численности и биомассы северного морского окуня по размерным группам по данным донной траловой съёмки на свале глубин в Западно-Беринговоморской зоне в сентябре 2018 г., (M – средняя длина особей, N – численность, B – биомасса)

В размерном составе северного морского окуня, по данным съёмки в 2020 г., наблюдалась та же закономерность, что и у тихоокеанского морского окуня: к западу от м. Олюторский доминировали более мелкие рыбы (35–45 см), составлявшие в сумме 84,3% общей численности, к востоку – средние и крупноразмерные (55–75 см), на долю которых по численности приходилось 64,5% (рис. 7). Здесь следует отметить, что максимальная длина выловленных в Западно-Беринговоморской зоне экземпляров достигала 92–94 см (известная, по литературным данным, предельная длина северного морского окуня – 120 см [Фадеев, 2005; Тупоногов, Кодолов, 2014]).

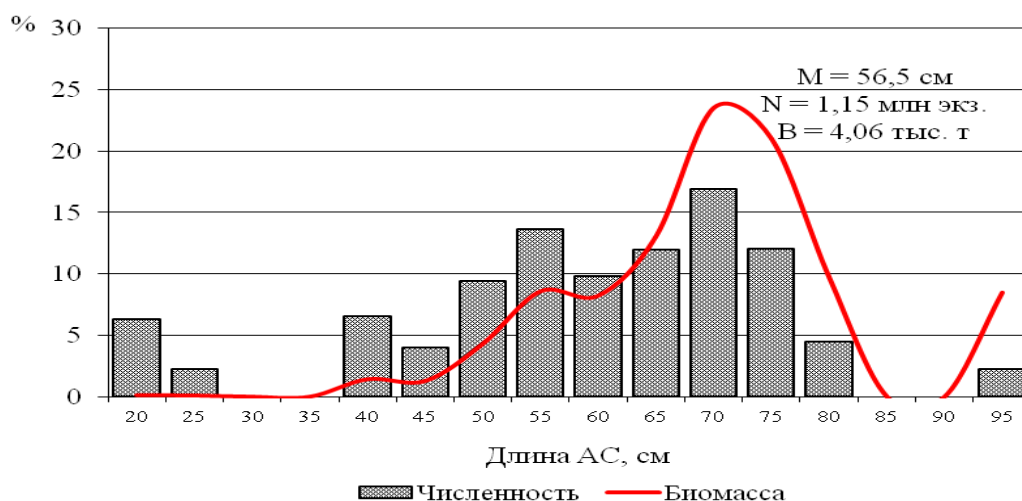


Рис. 7. Распределение численности и биомассы северного морского окуня по размерным группам по данным донной траловой съёмки в Западно-Беринговоморской зоне в сентябре 2020 г. (M – средняя длина особей, N – численность, B – биомасса)

По данным съёмки в сентябре 2024 г., размерный ряд северного морского окуня составляли особи длиной 19–76 см. В уловах преобладали

рыбы модальной группы 25–30 см, которые составляли 61% от общей численности (АС ср. – 31,5 см и М ср. – 621 г) (рис. 8). У большей части особей гонады находились на II и II-III стадиях зрелости: 32% самок и 54% самцов. 12 из 19 самок (63%) находились в процессе повторного созревания (стадия IIIб), а 13 из 35 самцов (37%) восстанавливались после нереста (VI-II стадия зрелости).

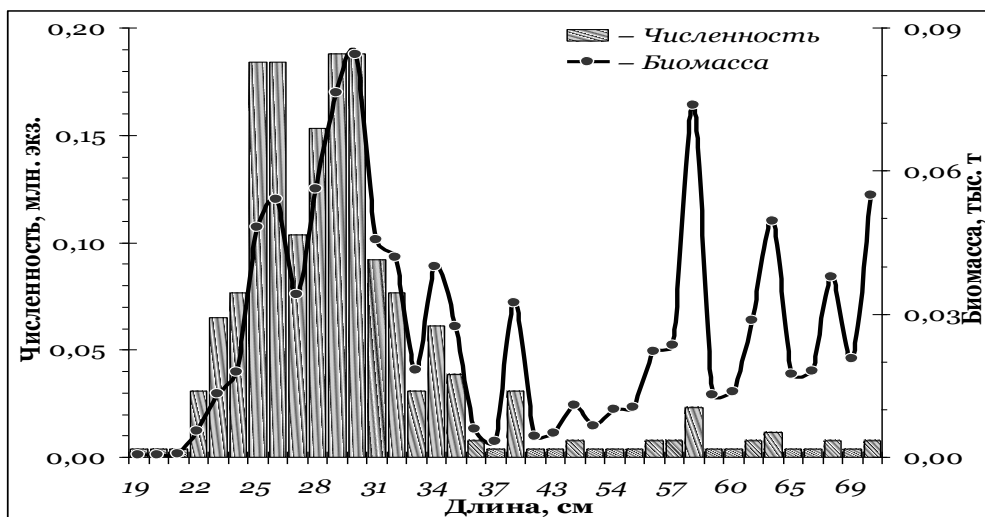


Рис. 8. Распределение численности и биомассы окуней по размерным группам по данным донным траловых съёмок на свале глубин в Западно-Беринговоморской зоне в 2024 г., (M – средняя длина особей, N – численность, B – биомасса)

Численность и биомасса окуня оценены в 2,55 млн экз. и 1,96 тыс. т, соответственно. Длина тихоокеанского клювача в уловах в 2011–2012 гг. варьировала от 14 до 44, составляя в среднем 32,5 и 32,2 см, соответственно (рис. 9). Средняя масса особей равнялась 0,55 и 0,54 кг, соответственно.

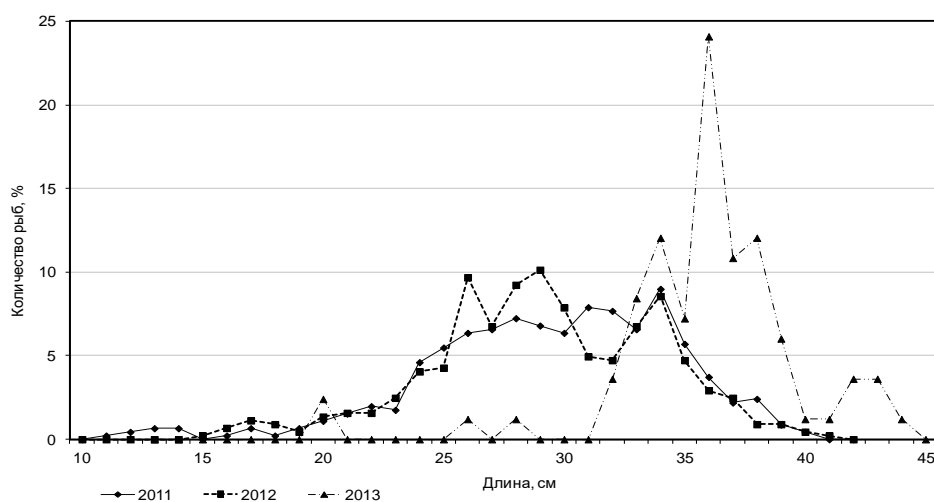


Рис. 9. Размерный состав тихоокеанского клювача в траловых уловах в 2011 ($N = 456$, $M = 34,5$ см), 2012 ($N = 444$, $M = 33,2$ см), 2013 гг. ($N = 154$, $M = 36,2$ см) в Западно-Беринговоморской зоне, (N – количество исследованных рыб, M – средняя длина особей)

Тихоокеанский клювач в 2012 г. был представлен рыбами в возрасте от 6 до 20 лет, с преобладанием возрастной группы 10–16 лет (более 60%). Средний возраст рыб составлял 12 лет.

В сентябре 2018 г. длина тихоокеанского клювача в уловах колебалась в пределах 8–59 см (АС ср. – 27,3 см). В уловах доминировали особи размерной группы 20–32 см (67,8%), также присутствовали младшевозрастные рыбы длиной 8–18 см (21%) (рис. 10).

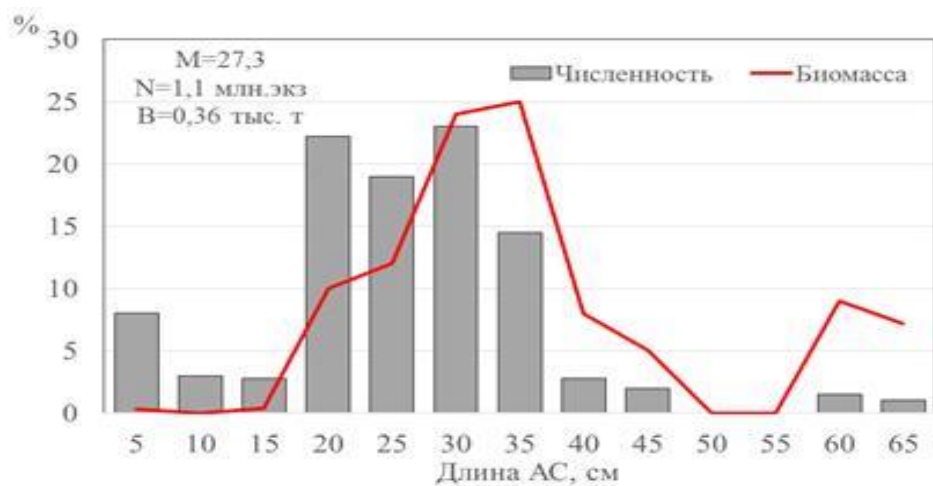


Рис. 10. Распределение численности и биомассы тихоокеанского клювача по размерным группам по данным донной траловой съёмки в Западно-Беринговоморской зоне в сентябре 2018 г. (M – средняя длина особей, N – численность, B – биомасса)

В 2019 г. в Западно-Беринговоморской зоне были собраны данные на промысловом судне РТМ «Камлайн» научными наблюдателями ФГБНУ «ВНИРО». Уловы тихоокеанского клювача на траверзе м. Олюторский (хребет Ширшова) варьировали от 4,6 до 9 т/час траления. Длина окуня-клювача изменялась от 11 до 45 см. Средняя длина рыб была 34,1 см, модальная группа – 31–36 см (рис. 11).

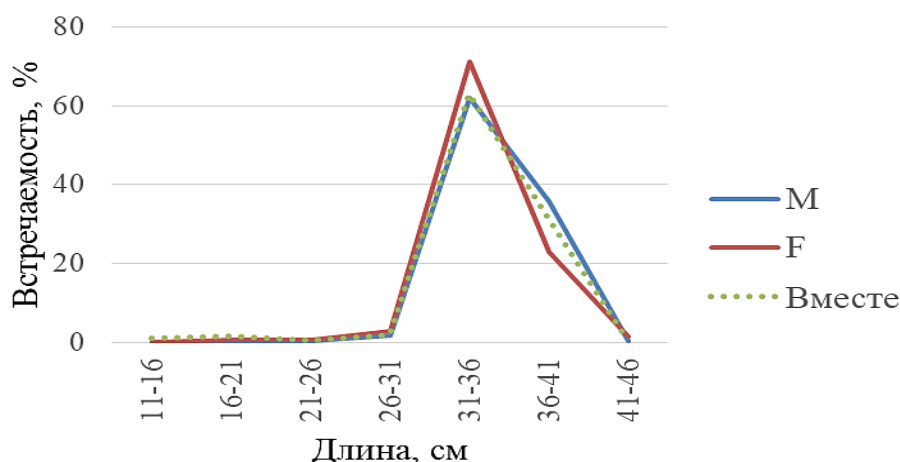


Рис. 11. Размерный состав тихоокеанского окуня-клювача в Западно-Беринговоморской зоне в апреле 2019 г. ($F=135$ экз., $M=367$ экз., $N=514$ экз.)

Оконтуривание района промысловых скоплений, путем расчета полигонов Вороного для результативных тралений (200,4 км²), позволило оценить его биомассу в этой части акватории Западно-Берингоморской зоны в размере 4,58 тыс. т.

В сентябре 2020 г., по данным донной траловой съемки в Западно-Берингоморской зоне, 72,6% тихоокеанского клювача по численности (69,3% по биомассе) приходилось на рыб длиной более 30 см; здесь средняя длина встречавшегося до глубины 654 м окуня в уловах составляла 33,7 см (рис. 12).

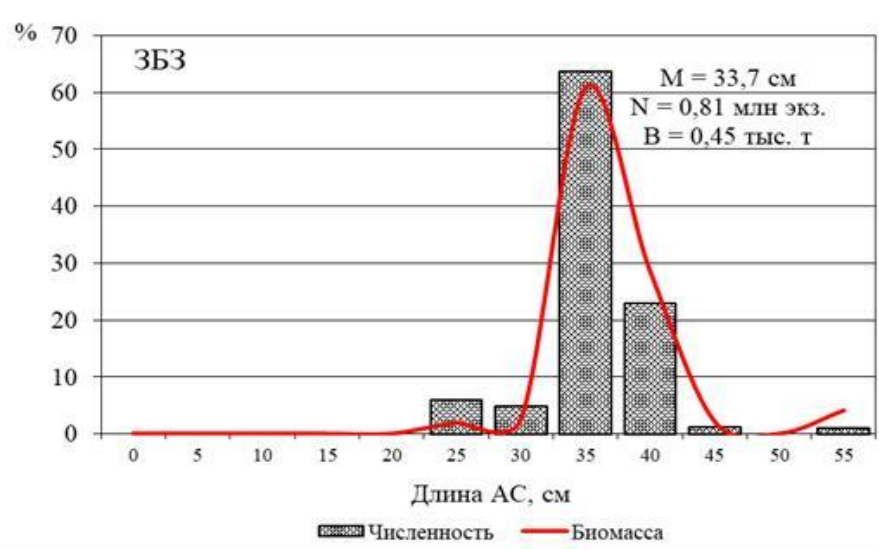


Рис. 12. Распределение численности и биомассы тихоокеанского клювача по размерным группам при донной траловой съёмке в Западно-Берингоморской зоне на свале глубин в сентябре 2020 г. (M – средняя длина особей, N – численность, B – биомасса)

По итогам исследований, выполненных в сентябре 2020 г. в Западно-Берингоморской зоне, было учтено 0,81 млн экз. тихоокеанского клювача, биомасса составила 0,45 тыс. т (98,7–98,8% было зарегистрировано на глубинах менее 400 м). Принимая во внимание, что съемкой не была охвачена шельфовая зона Берингова моря и район от 170° до 172° в.д., а значит часть запаса осталась вне полигона исследований, судить о тренде в межгодовой динамике биомассы данного вида довольно сложно.

Весной 2021 г., по данным наблюдателей ФГБНУ «ВНИРО», на промысловом судне РТМ «Камлайн», в ходе тралового лова, окунь-клювач встречался в диапазоне глубин от 210 до 340 м, среднесуточный улов его составлял 15,98 т/час траления, максимальный суточный вылов достиг 55 т. Линейные размеры рыб по обследованному региону соответствовали значениям 16,5–47 см при средней длине 34,1 см, модальную группу составляли особи 33-37 см (рис. 13).

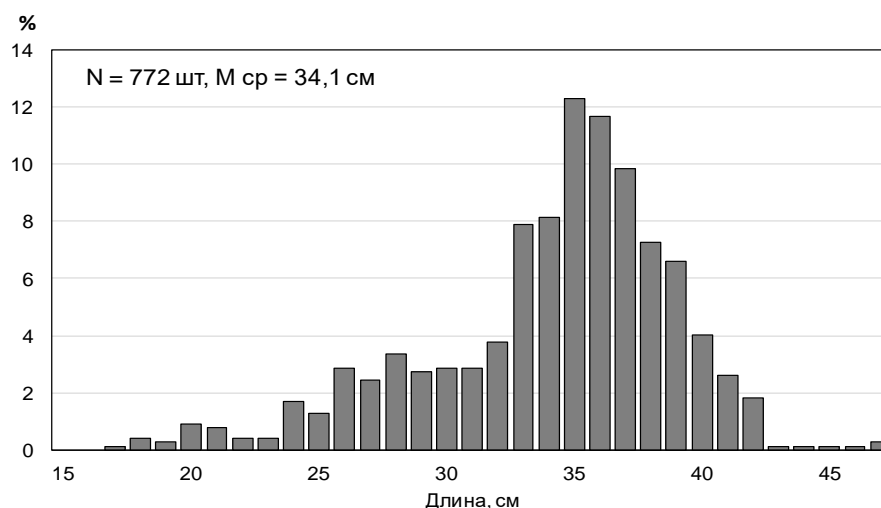


Рис. 13. Размерный состав тихоокеанского клювача в траловых уловах в апреле 2021 г. в Западно-Беринговоморской зоне, (N – количество исследованных рыб, M – средняя длина особей)

При проведении тралений на траверзе м. Олюторский (хребет Ширшова, 170° – 172° в.д.), а также севернее в координатах $60^{\circ}38'$ – $60^{\circ}40'$ с.ш., $172^{\circ}34'$ – $172^{\circ}40'$ з.д., уловы тихоокеанского клювача колебались от 0,3 до 26 т/час траления. Пересчет данных величин на протраленную площадь дал оценку плотности для результативных тралений в диапазоне 1,1–100,6 т/км². Биомасса тихоокеанского клювача в районе промысловых скоплений на траверзе м. Олюторский была оценена в объеме 11,91 тыс. т, в координатах $60^{\circ}38'$ – $60^{\circ}40'$ с.ш., $172^{\circ}34'$ – $172^{\circ}40'$ з.д. – в объеме 0,033 тыс. т.

В 2022 г., по данным наблюдателей ФГБНУ «ВНИРО», величина общих уловов тихоокеанского морского окуня в Западно-Беринговоморской зоне при специализированном лове в среднем составила 5,0 т за траление. Производительность среднесуточных уловов менялась от 3,6 до 7,6 т, составляя в среднем 5,6 т/судосутки. Доля окуня-клювача в уловах достигала 98%. Глубины лова – от 280 до 320 м.

Длина по Смиуту тихоокеанского окуня-клювача в Западно-Беринговоморской зоне в 2022 г. варьировала от 19 до 47 см, при средней длине 37,2 см. Длина самок находилась в пределах от 19 до 47 см, в среднем составив 38,3 см. Модальные группы – 33-34 см и 37-38 см (рис. 14).

В 2024 г., по данным учетной научной съемки, в Западно-Беринговоморской зоне на свалах глубин материкового склона Берингова моря тихоокеанский окунь клювач встречался на всем протяжении района работ. Длина тихоокеанского морского окуня в среднем составила 34,3 см, а масса – 648 г. Размерный состав тихоокеанского окуня клювача представлен на рисунке (рис. 15).

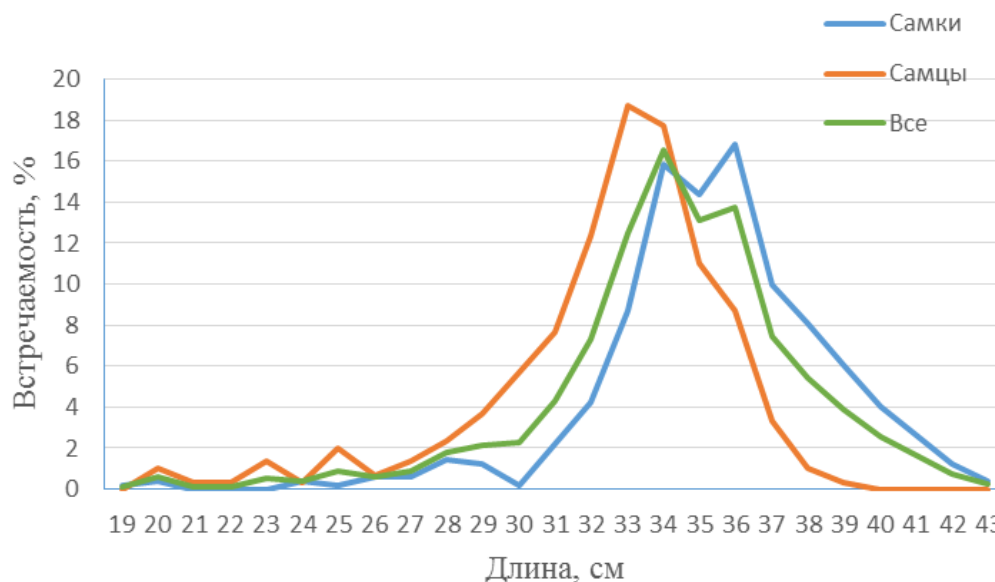


Рис. 14. Размерный состав тихоокеанского клювача в траловых уловах в феврале-апреле 2022 г. в Западно-Беринговоморской зоне (самки - 493 экз., самцы - 299 экз., все - 792 экз.)

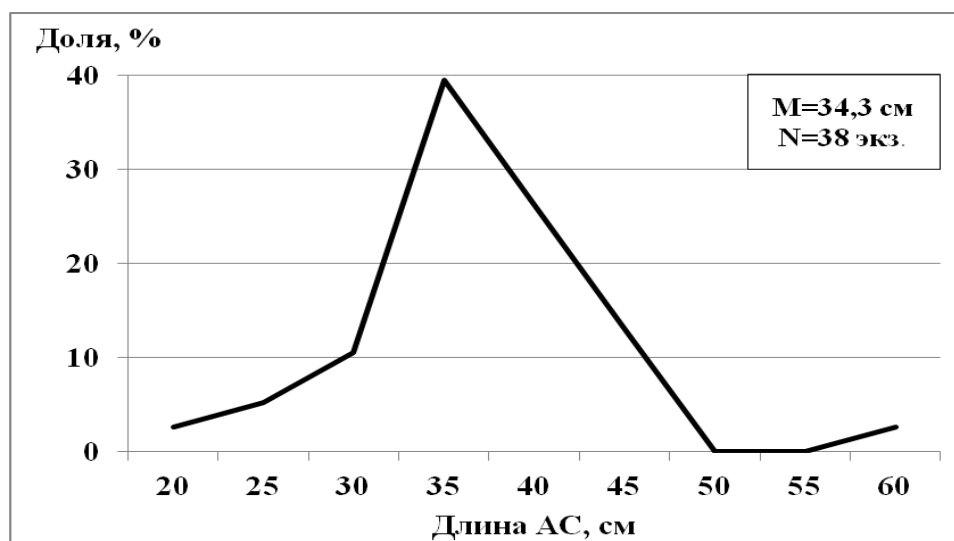


Рис. 15. Размерный состав тихоокеанского окуня клювача в траловых уловах в августе 2024 г. в Западно-Беринговоморской зоне

Суммарная численность и биомасса тихоокеанского окуня клювача, по данным съемки в двух районах свала глубин западной части Берингова моря, была оценена в 6,55 млн. экз. и 0,98 тыс. т.

Алеутский морской окунь *Sebastes aleutianus* был отмечен в уловах только в Западно-Беринговоморской зоне. Численность и биомасса его равнялась 0,9 млн экз. и 0,67 тыс. т. Размеры окуня в уловах находились в диапазоне длин АС 19–61 см, а средняя длина 87 экз. крапчатого морского окуня из уловов донных тралений на Корякском свале глубин составляла 35,9 см, средняя масса – 793 г.

Вблизи хребта Ширшова, по данным 2011 г., уловы северного морского окуня изменялись от 603 до 1417 кг на час траления. В 2012 г., в районе

м. Олюторский, со стороны, прилегающей к Карагинской подзоне, максимальный зарегистрированный улов составлял 1166 кг/час траления, со стороны Западно-Берингоморской зоны (хребет Ширшова) – 1146 кг/час траления.

По осенней съемке 2018 г., плотность распределения северного морского окуня колебалась в диапазоне 0,5–16975 кг/км² (среднее 253,1 кг/км²), максимальная плотность биомассы отмечена на глубине 453 м (16975 кг/км²). Основные концентрации окуня-клювача (174 кг/км²) отмечались в диапазоне 200–300 м, глубже (400–500 м) удельная плотность распределения уменьшалась до 13 кг/км².

В 2020 г. по данным траловой съемки, плотность распределения северного морского окуня колебалась в диапазоне 26–476 кг/км² (среднее 120,6 кг/км²), максимальная плотность биомассы отмечена на глубине 306 м (476 кг/км²). Основные концентрации окуня-клювача (236 кг/км²) отмечались в диапазоне 250–340 м, глубже (380–650 м) удельная плотность распределения уменьшалась до 61 кг/км².

В 2024 г., по данным учётной траловой съёмки, максимальные уловы тихоокеанского морского окуня отмечались на севере Корякского шельфа, а в Карагинской подзоне южнее м. Олюторский, диапазон глубин поимок вида составил 220–743 м. Показатели обилия окуня в уловах обоих районов соответствовали уловам на усилие от 2 до 30 экз. (0,4–21 кг/час) за стандартное часовое траление, численность – от 41 до 723 экз./км² (средняя – 105 экз./км²), биомасса – 10–505 кг/км² (средняя – 68 кг/км²).

Для оценки запасов окуней в Западно-Берингоморской зоне в 2024 г. были привлечены данные промысловых уловов из ОСМ «Рыболовство» за 2020-2024 гг. (рис. 16). Район промысла этих рыб в Западно-Берингоморской зоне соответствует району №8 [Шунтов и др., 2014а], где сосредотачиваются их традиционные промысловые скопления [Новиков 1974; Снытко 2001]. Площадь указанного района (1,89 тыс. км²) использована для расчета суммарного запаса окуней в Западно-Берингоморской зоне. Для каждого отдельного траления определена площадь облова путем умножения ширины горизонтального раскрытия трала на пройденный путь. После расчета искомой площади облова, был пересчитан улов на площадь, а затем определен весь запас окуней в этом районе.

Пересчет данных величин на площадь тралений показал оценки плотности от 0,076 до 437,91 т/км², при средней плотности 2,94 т/км². Биомасса окуней была оценена в 6,5 тыс. т.



Рис. 16. Плотность биомассы окуней в Западно-Берингоморской зоне по данным промысловых уловов из ОСМ Росрыболовства за 2020–2024 гг.

Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла

Результаты исследований не позволяют определить биологические ориентиры для формирования ПРП. Приближенное значение целевого ориентира по интенсивности промысла рассчитано на основе «концепции репродуктивной разнокачественности популяций» [Малкин, 1999; Бабаян, 2000]. У разных видов окуней половая зрелость наступает при разной длине и возрасте. У такого крупного вида, как *S. borealis*, созревание наступает при длине 35 см в возрасте 9–10 лет, а у *S. alutus* особи производят потомство в возрасте 7–10 лет [Снытко, 2001]. В соответствии с концепцией Е.М. Малкина [1999], допустимый коэффициент изъятия может составлять 12%.

В регламентации промысла пока нет необходимости, поскольку в XXI веке рекомендованная квота ни разу не выбиралась. Увеличение ОДУ с 83 до 700 т не привело к изменениям запаса. Учётная съёмка 2024 г. показала нестабильное состояние запасов обоих видов.

Снижение запаса окуней в зоне в ближайшие годы до критического уровня исключено, но уровень запасов в течение нескольких лет будет нестабильный.

Прогнозирование состояния запаса

Поскольку сетки станций траловых съёмок не всегда охватывали основной батиметрический диапазон обитания морских окуней (250–500 м) на всём протяжении шельфа и континентального склона между м. Олюторский и м. Наварин, а только в основном районе ведения промысла

– хребте Ширшова, исследования в последние годы не проводились, общая оценка запаса была проведена на основе совмещения информации из промысловых уловов и научных тралений.

Анализ пространственного распределения плотности биомассы морских окуней проведен на основе комбинированных данных траловых съемок и промысловых уловов донными травами в Западно–Беринговоморской зоне. В результате этого, в пересчете на общую площадь в пределах изобат 200–500 м на протяжении всего шельфа Западно–Беринговоморской зоны, наиболее высокая биомасса морских окуней была характерна для глубин 250–500 м. В среднем, в 2020–2024 гг. величина запаса в этом районе находилась на уровне 5,5 тыс. т.

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

По данным траловых съемок 2012–2024 гг., также на основе совмещения информации из промысловых уловов и научных тралений, запас окуней в этом районе оценивался в пределах 6 тыс. т. Предполагается, что к 2026 г. биомасса окуней на участке акватории между м. Олюторский и м. Наварин сохранится на уровне 5,5–6,0 тыс. т.

С применением коэффициента изъятия 12%, определяемого в соответствии с концепцией Е.М. Малкина [1999], величина ОДУ морских окуней могла бы составить около 700 т.

Учитывая особенности биологии морских окуней, такие как: низкий темп роста, поздний возраст наступления полового созревания, невысокая годовая популяционная плодовитость, **ОДУ окуня морского в Западно–Беринговоморской зоне в 2026 г. рекомендуется установить в объеме 0,700 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

В связи с тем, что ОДУ данной единицы запаса определяется методом неполных данных прямого учета, выполнить тестирование полученных результатов в настоящее время не представляется возможным.

61.02 - Зона Восточно-Камчатская

61.02.1 - Карагинская подзона

Исполнители: Д.А. Терентьев, А.И. Варкентин («КамчатНИРО»)

Куратор: А.В. Согрина (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Основой для оценки текущего и перспективного состояния запаса, а также определения ОДУ морских окуней в 2026 г. послужили следующие данные:

— информация, собранная научными наблюдателями в разные годы на промысловых судах, ведущих донный траловый и ярусный промысел;

— сведения о вылове по оперативной отчетности предприятий (ООП), структуре промысла — судовым суточным донесениям (ССД) из отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (ОСМ).

Для доступа к ОСМ и первичной обработки данных применяли программу «FMS analyst» [Vasilets, 2015].

Следует отметить, что часть годового вылова окуней в Карагинской подзоне не отражается в данных ССД в ОСМ, т.к. изымается маломерными судами типа МРС. В соответствии с п. 16 правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, утвержденных приказом Минсельхоза России от 06.05.2022 г. № 285 (Правила рыболовства), ССД ежедневно подаются только судами с главным двигателем мощностью более 55 кВт и валовой вместимостью более 80 т, оборудованных ТСК. Указанный выше тип судна в эту категорию по мощности главного двигателя попадает, а по валовой вместимости нет, т.к. она не превышает 60 т.

Согласно п. 13.5 Правил рыболовства, пользователи, которые не подают ССД, представляют в территориальные органы Росрыболовства, так называемую, оперативную отчетность предприятия, на 5, 10, 15, 20, 25 и последнее число каждого месяца не позднее суток после указанной даты. При этом структура ООП не подразумевает предоставление информации о количестве выполненных промысловых операций, координатах лова.

Промысел такими судами ведётся, в основном, в режиме прибрежного рыболовства с доставкой и выгрузкой уловов в живом, свежем или охлажденном виде в береговые места доставки (на рыбообрабатывающие заводы). Только после этого имеется возможность определить объёмы вылова гидробионтов, которые отражаются в ОСМ в виде ООП.

В соответствии с приказом Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, минимальные требования к составу информации для I уровня являются: сведения о вылове по возрастным или функциональным группам и годам промысла, данные о средней массе, относительном количестве половозрелых рыб, коэффициентах мгновенной естественной смертности по возрастным группам. Результаты учетных съемок, данные промысловой статистики об уловах на единицу промыслового усилия и/или промысловых усилиях, стандартизованные с помощью статистических методов, представляют собой дополнительную информацию для настройки модели.

Такие данные для морского окуня в Карагинской подзоне в настоящее время отсутствуют, главным образом, потому что не удастся проводить регулярные исследования на промысловых судах. Когортные модели в отношении этого запаса неприменимы.

Согласно тому же приказу, минимальные требования к составу информации для II уровня — исторические ряды уловов и уловов на единицу промыслового усилия. Кроме того, для применения моделей прибавочной продукции необходимо соблюдение одного важного условия — улов на усилие должен быть отрицательно связан с количеством усилий. Такая связь

отсутствует, т.к. морского окуня в Карагинской подзоне в последние годы добывают только в качестве прилова.

Учитывая вышеизложенное, информационное обеспечение прогноза в наибольшей степени соответствует III уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

Согласно вышеупомянутому приказу, недостаточная полнота и/или качество доступной информации, свойственная запасам с III уровнем информационного обеспечения, исключает возможность использования моделей эксплуатируемого запаса. Обоснование строится на эмпирических, трендовых, индикаторных и других приближенных методах, применяемых в случае дефицита информации.

С 2018 г. для данного запаса ОДУ определяется с помощью так называемого «немодельного» метода — CC1 (Constant Catch) [Geromont, Butterworth, 2015], реализованного в программном пакете DLMtool [Методические рекомендации, 2018].

Указанный метод использует схему управления, направленную на поддержание постоянной величины вылова. Прогноз ОДУ на год вперед рассчитывается как:

$ОДУ_{y+1} = (1 - x) C^{ave}$, где:

$$C^{ave} = 1/5 \sum_{y=n-4}^n C_y$$

C^{ave} – средний вылов за последние 5 лет;

C_y – вылов в конкретный год;

x – коэффициент, принимающий значение в диапазоне от 0 до 1 (в методе CC1 имеет значение $x = 0$).

При реализации всех немодельных методов предполагается, что статистика вылова содержит в себе ошибки, распределенные по лог-нормальному закону: $\varepsilon_y^C \sim N(\mu, \sigma_C^2)$, где:

μ – среднее значение, σ_C – стандартное отклонение логарифмированных значений остатков.

При прогнозировании величины вылова на год вперед данное предположение учитывается в виде:

$$C_y = TAC_y e^{\varepsilon_y^C - \frac{\sigma_C^2}{2}}, \text{ где } TAC \text{ — ОДУ.}$$

Таким образом, результатом использования немодельных методов обоснования ОДУ являются не точечные оценки, а распределения рекомендуемых величин вылова, полученные в ходе стохастических экспериментов.

В Карагинской подзоне окуней добывают, главным образом, в режиме промышленного рыболовства на донном ярусном промысле, а также в качестве прилова. Наиболее многочисленными в уловах являются окуни: северный *Sebastes borealis* и тихоокеанский *S. alutus*.

Входной информацией для данного метода являются сведения о вылове по годам (табл. 3).

Таблица 3

Входная информация для расчета ОДУ морских окуней в Карагинской подзоне

Год	Вылов, т	Улов на единицу усилия по данным наблюдателей кг/час трал.	Улов на единицу усилия по данным ОСМ, т/судосутки лова		Индекс биомассы общего запаса по результатам донных траловых съемок на стандартном полигоне, т
			Донный трал	Ярус	
2010	22,0	—	—	0,51	—
2011	9,7	—	—	0,19	—
2012	36,1	31,97	—	0,69	0,012
2013	34,2	—	—	0,64	—
2014	68,5	48,52	—	0,61	—
2015	58,3	—	—	0,81	—
2016	38,6	—	0,2	0,65	0
2017	49,1	96,02	0,6	1,52	—
2018	17,8	20,86	—	0,77	—
2019	39,3	—	—	1,36	0
2020	44,1	55,00	0,2	1,10	8,838
2021	32,7	9,39	—	2,98	—
2022	43,1	—	0,3	2,42	—
2023	33,5	—	—	2,23	—
2024	31,3	—	2,7	—	10,467

Помимо сведений о вылове, наличие индекса обилия позволяет применять более сложные методы типа: Islope, Itarget, IC11, GB_slope и Iratio [Butterworth, Geromont, 2001].

Обычно в качестве индекса обилия используют уловы на единицу усилия. В распоряжении есть сведения об уловах (кг/ч траления), полученные наблюдателями «КамчатНИРО» на донном траловом промысле рыб материкового склона в первой половине года только в 2012, 2014, 2017–2018, 2020–2021 гг. Как видно из данных, представленных в таблице 3, этот индекс весьма вариабелен, что вряд ли отражает динамику запаса. Сведения об уловах на единицу усилия можно почерпнуть и по данным ОСМ. Следует, однако, иметь ввиду, что специализированный промысел окуней в Карагинской подзоне не ведется, их добывают только в качестве прилова при промысле палтусов, трески и других видов рыб донными травами и ярусами. Поэтому, этот индекс также для использования в расчетах не пригоден.

В качестве индекса обилия допускается использование результатов оценки запаса методами прямого учета. Для морских окуней в Карагинской подзоне — это донные траловые съемки. В 2012–2014 и 2016 гг. они выполнялись только на шельфе и по укороченной сетке станций, а в 2016 г., по объективным причинам, сроки выполнения съемки были перенесены на

летний период. В 2017 г. учетная съемка проведена только в Олюторском заливе, оценку биомассы морских окуней выполнить не удалось по причине работ на малых глубинах. В сентябре 2018 г. в западной части Берингова моря на НИС «Профессор Леванидов», была проведена донная траловая съемка на глубинах 248–589 м. Всего было выполнено 17 тралений. Наиболее полная съемка была выполнена в 2019 г., но только на шельфе. В 2020 г. было выполнено 2 донные съемки — шельфовая и глубоководная. В 2021 г. донная траловая съемка была выполнена на шельфе и ориентирована на оценку запасов промысловых беспозвоночных. В 2022–2023 гг. учетные работы не проводились. По результатам последней донной траловой съемки, выполненной в 2024 г., индекс общей биомассы *S. alutus* составил 10,447 т.

Следует отметить, что донные траловые съемки в Карагинской подзоне никогда целиком не охватывали районы обитания и промысла окуней, имеющие сложный рельеф дна и не позволяющие работать донным тралом. Поэтому, они не дают представления о величине и состоянии их запаса. Наглядным подтверждением тому служат сведения, приведенные в таблице 3. Поэтому в качестве индекса они при обосновании ОДУ не используются.

Учитывая вышеизложенное, для определения ОДУ морских окуней в Карагинской подзоне в 2026 г., как и в прошлые годы, был использован метод СС1.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Состояние запаса. Достоверные сведения о текущем состоянии запаса окуней в Карагинской подзоне в настоящее время отсутствуют.

Промысел. В последние 10 лет вылов морских окуней в подзоне изменялся от 17,844 (2018 г.) до 58,271 т (2015 г.) (табл. 4). Следует отметить, что в 2009 г. морские окуни Карагинской подзоны были выведены из перечня видов, вылов которых регулируется ОДУ, а с 2010 г. величина общего допустимого улова вновь устанавливается. В 2015 г. ОДУ морских окуней в этом районе был переловлен на 1,27 т. В 2016 г. освоение ОДУ составляло 67,7% или 38,6 т, а в 2017 г. увеличилось до 86,2% (49,114 т). В 2018 г. наблюдалось снижение объемов добычи морских окуней. Их общий вылов и освоение ОДУ оказались самыми минимальными за последние десять лет и составили 17,844 и 31,3%, соответственно. После 2019 г. ещё трижды наблюдалось превышенные величины ОДУ — в 2020, 2022 и 2023 гг. В 2024 г. освоение ОДУ равнялось 94,8% или 31,3 т.

Таблица 4

Межгодовая динамика ОДУ, вылов и освоения ОДУ морских окуней в Карагинской подзоне

Год	ОДУ/РВ, т	Вылов, т	Освоение, %
2015	57,0	58,271	102,2
2016	57,0	38,600	67,7
2017	57,0	49,114	86,2
2018	57,0	17,844	31,3
2019	57,0	39,322	69,0
2020	33,0	44,075	133,6
2021	33,0	32,733	99,2
2022	33,0	43,121	130,7
2023	33,0	33,448	101,4
2024	33,0	31,290	94,8

Причиной перелома в 2015, 2020, 2022-2023 гг. послужила их активная добыча в качестве «прилова» на промысле целевых объектов (табл. 5).

Таблица 5

Межгодовая динамика вылова морских окуней в Карагинской подзоне по режимам рыболовства, т

Год/режим рыболовства	Промышленное рыболовство	Прибрежное рыболовство	НИР	Прилов
2015	54,885	—	—	3,386
2016	36,899	—	—	1,526
2017	48,510	—	0,013	0,591
2018	17,879	—	0,055	—
2019	39,322	—	—	—
2020	43,169	—	0,045	0,861
2021	32,733	—	—	—
2022	31,384	—	—	11,737
2023	32,789	—	—	0,659
2024	30,316	—	0,003	0,971

Согласно п. 25 правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, утвержденных приказом Минсельхоза РФ от 06.05.2022 г. № 285 (далее — Правила рыболовства), рыбопромышленники имеют возможность добывать в качестве прилова водные биологические ресурсы (ВБР), не поименованные в разрешении и на которые установлен ОДУ, в объеме не более 2% по весу за промысловое усилие от всего улова разрешенных видов. Очевидно, что основная причина перелома — отсутствие должного контроля освоения ОДУ.

Промысел морских окуней в Карагинской подзоне ведут преимущественно ярусами. В среднем за период с 2015 по 2024 гг. доля донного яруса в общем улове этих рыб в районе составляла около 96,5%.

С 2015 до 2018 гг. количество судосудок на ярусном промысле последовательно снижалось (рис. 17). В 2019–2020 гг. отмечен некоторый

рост количества судосуток на лову, а в 2021 г., напротив, снижение. В 2022 г. количество судосуток оставалось на уровне прошлого года, а в следующем году увеличилось до 30. В 2024 г. эта величина снизилась до 22.

В 2015–2016 гг. величина уловов на усилие находилась в пределах 0,6–0,8 т/судосутки. В 2017 г. была зарегистрирована максимальная величина улова на судосутки за рассматриваемый период — более 1,50 т. В 2018 г. эта величина снизилась, составив 0,77 т, а в 2019 г. — вновь возросла до 1,4 т/судосутки. В 2020 г. улов на судосутки снизился до 1,10 т, а в 2021 г. — увеличился до 2,98 т. В последующие два года зафиксировано постепенное снижение этого показателя. В 2024 г. уловы на усилие несколько возросли — до 1,4 т (рис. 17).

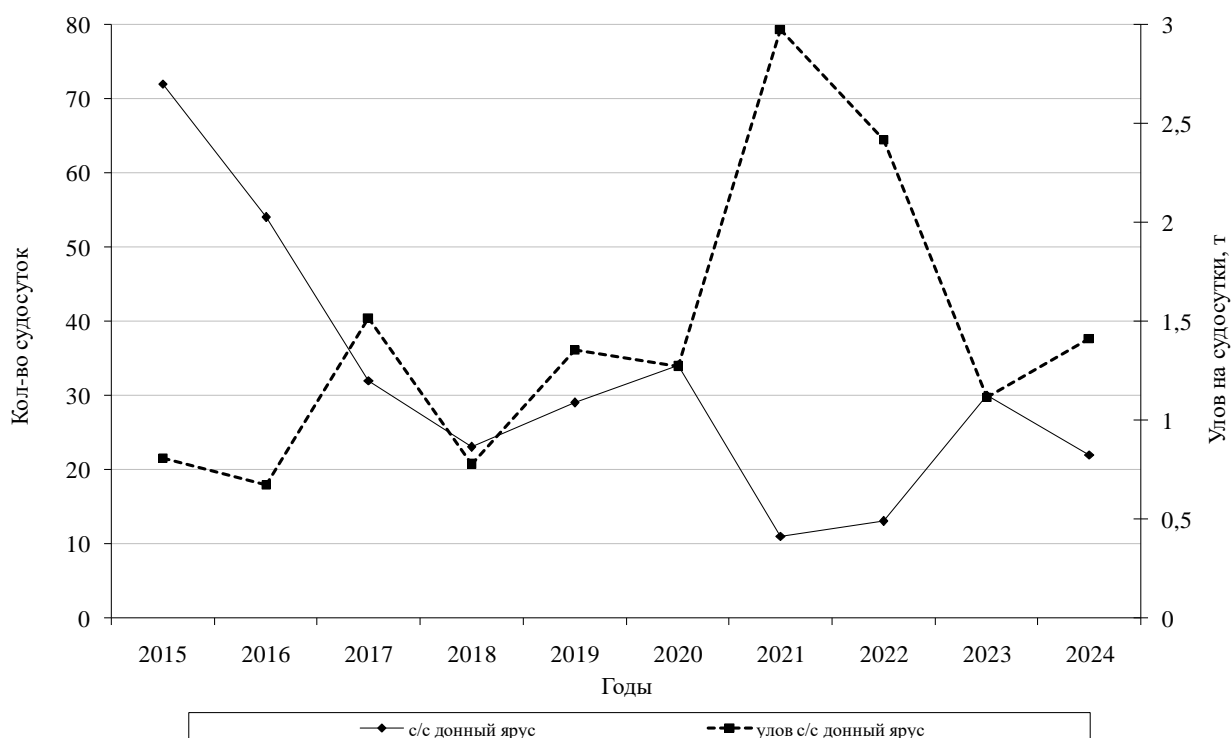


Рис. 17. Межгодовая динамика количества судосуток и уловов на судосутки на донном ярусе морских окуней в Карагинской подзоне

В 2013 г. средняя длина северного морского окуня в уловах донного трала в районе исследований составляла 58,1 см, длина рыб варьировала от 31 до 85 см (рис. 18).

Длина тихоокеанского клювача в уловах донного трала в 2013 г. варьировала от 27 до 44 см при среднем значении — 37,2 см (рис. 19). В 2016 г. средняя длина была гораздо ниже — 32,0 см, а размеры особей изменялись от 26 до 39 см. В 2020 г. длина рыб в уловах варьировала от 23 до 44 см. Средняя длина практически совпадала с этой величиной за 2013 г. — 37,4 см. По данным 2022 г., в уловах донным тралом длина тихоокеанского клювача варьировала от 23 до 43 см при среднем значении 32,3 см (рис. 20).

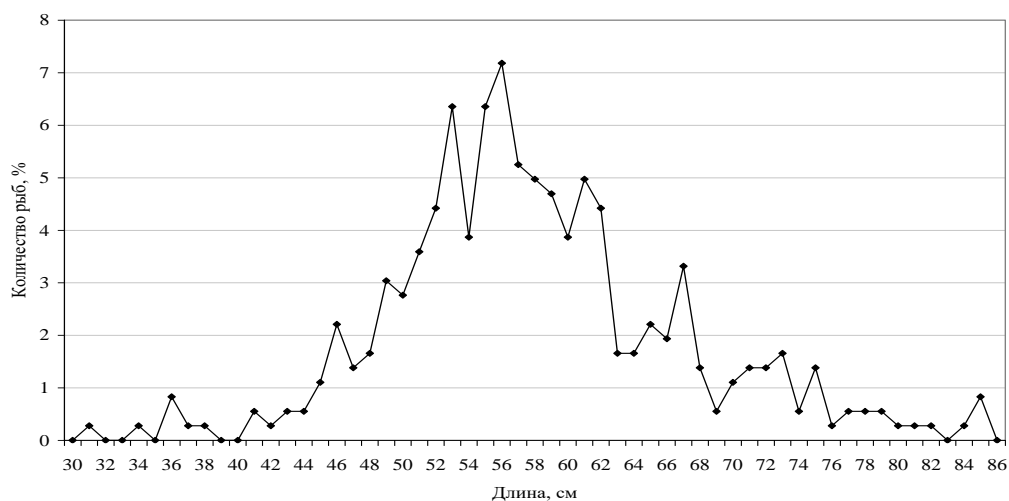


Рис. 18. Размерный состав северного морского окуня в уловах донного трала РТМ «Камлайн» ($N = 362$, $M = 58,1$ см) в 2013 г.

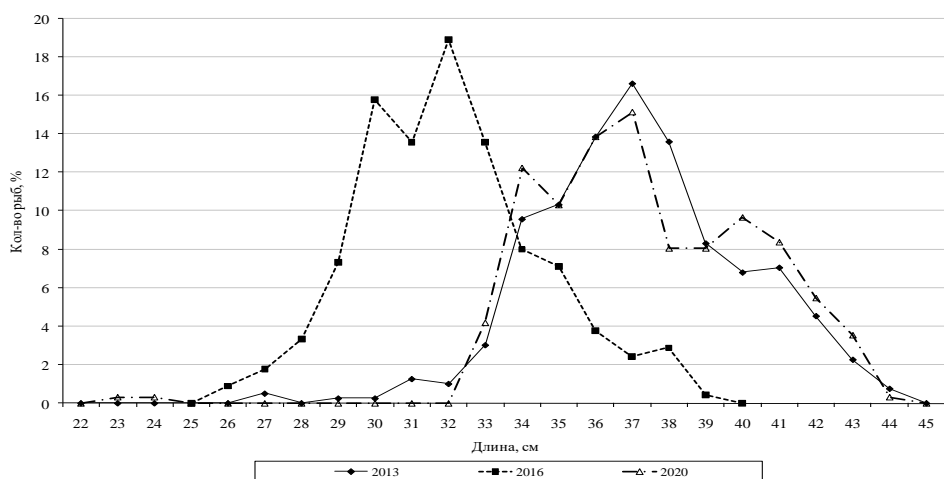


Рис. 19. Размерный состав тихоокеанского клювача в уловах донного трала РТМ «Камлайн» в 2013 г. ($N = 397$, $M = 37,2$ см), в 2016 г. ($N = 449$, $M = 32,0$ см) и 2020 г. на СРТМ «Геркулес» ($N = 310$, $M = 37,4$ см)

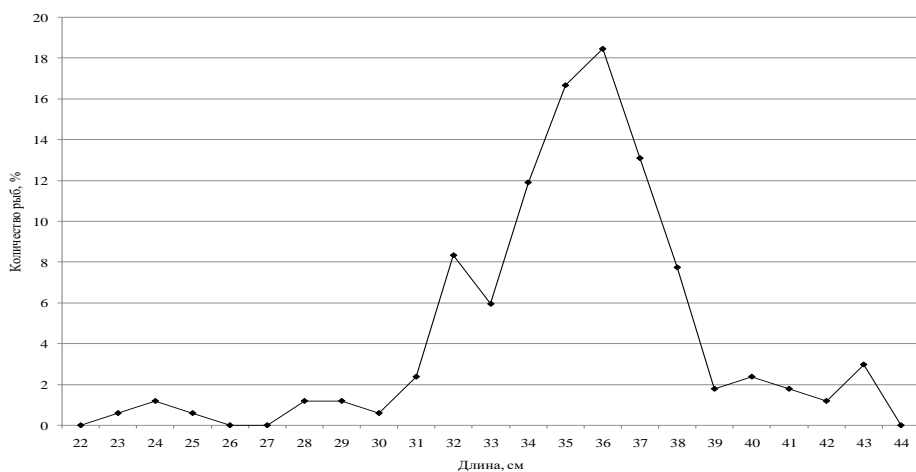


Рис. 20. Размерный состав тихоокеанского клювача в уловах донного трала РТМ «Камлайн» в 2022 г. ($N = 168$, $M = 32,3$ см)

Средняя длина окуней в траловых уловах по годам исследований значительно изменялась (табл. 6). Однако такие вариации, главным образом, были связаны с недостаточным количеством первичных данных. В годы, когда объем собранного материала был достаточно репрезентативным, средняя длина рыб изменялась незначительно.

Таблица 6

Межгодовая динамика средней длины морских окуней и объема выборки в Карагинской подзоне

Год	2012	2013	2016	2017	2018	2020	2021	2022	2024
<i>Sebastes alutus</i>									
Средняя длина, см	36,7	37,2	32	35,7	35,4	37,4	35,1	32,3	30,5
Количество, шт.	36	397	449	6	12	310	41	168	67
<i>Sebastes borealis</i>									
Средняя длина, см	57,8	58,1	–	–	50,4	62,2	73,3	53,6	41,7
Количество, шт.	109	362	–	–	44	22	11	11	3

Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла

Ввиду отсутствия специализированного промысла окуней в Карагинской подзоне и недостаточной полноты информационного обеспечения, определить биологические ориентиры и обосновать правило регулирования промысла в настоящее время не представляется возможным.

Прогнозирование состояния запаса

Принимая во внимание отсутствие в Карагинской подзоне специализированного промысла морских окуней и достоверных оценок биомассы методами прямого учета, на основании инерционного подхода, можно предположить, что к началу 2026 г. величина их запаса будет находиться на уровне начала 2000-х гг. и составлять не более 0,5 тыс. т. Цель управления — поддержание вылова примерно на одном уровне.

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Посредством пакета DLMtool определили ОДУ морских окуней в Карагинской подзоне методом CC1. Полученная с помощью этого метода медианная оценка равна 35,43 т или округленно 35 т. В графическом виде результаты расчетов представлены на рисунке 21.

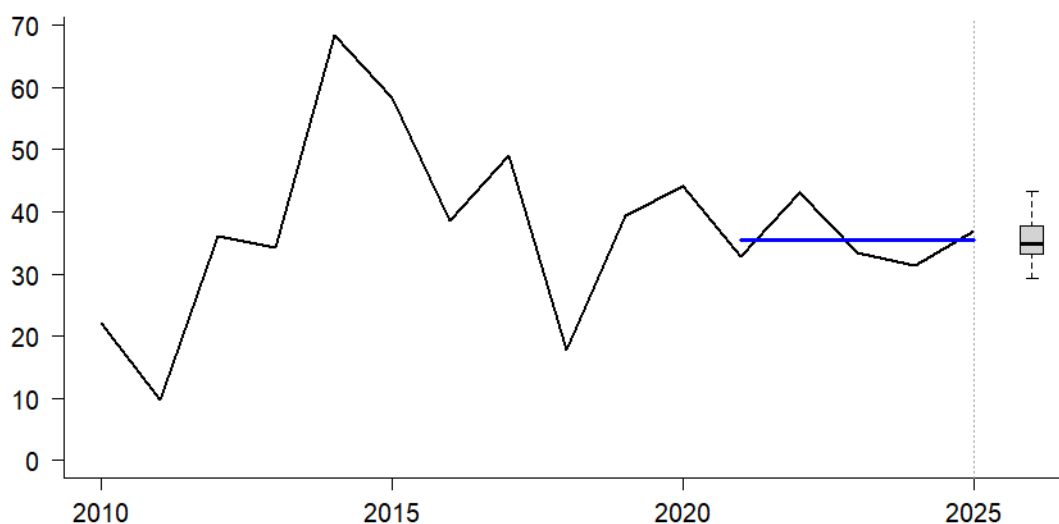


Рис. 21. Результаты расчета ОДУ окуней методом СС1 (по оси Y — вылов в тоннах, по оси X — годы; черная линия — динамика вылова по годам, синяя — средний вылов за последние 5 лет; в 2026 г. расчетная величина вылова получена в ходе стохастических экспериментов (1000 итераций) путем внесения логнормальной ошибки)

Несмотря на полученные результаты расчетов, в условиях неопределенности в оценках запаса, считаем целесообразным в 2026 г. ОДУ морских окуней в Карагинской подзоне оставить на уровне 2025 г.

Таким образом, **ОДУ окуня морского в Карагинской подзоне в 2026 г. составит 0,037 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

Ввиду того, что определение ОДУ выполнено с помощью немодельных методов, анализ и диагностику полученных результатов провести невозможно.

61.02.2 - Петропавловско-Командорская подзона

Исполнители: Д.А. Терентьев, А.И. Варкентин («КамчатНИРО»)

Куратор: А.В. Согрина (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Основой для оценки текущего и перспективного состояния запаса, а также определения ОДУ морских окуней в подзоне 61.02.2 на 2026 г. послужили следующие данные:

- информация, собранная научными наблюдателями в разные годы на промысловых судах, ведущих донный ярусный и траловый промысел;
- сведения о вылове по оперативной отчетности предприятий (ООП), структуре промысла — судовым суточным донесениям (ССД) из отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (ОСМ).

Для доступа к ОСМ и первичной обработки данных применяли программу «FMS analyst» [Vasilets, 2015].

Следует отметить, что часть годового вылова окуней в Петропавловско-Командорской подзоне не отражается в данных ССД в ОСМ, т.к. изымается маломерными судами типа МРС. В соответствии с п. 16 правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, утвержденных приказом Минсельхоза России от 06.05.2022 г. № 285 (Правила рыболовства), ССД ежедневно подаются только судами с главным двигателем мощностью более 55 кВт и валовой вместимостью более 80 т, оборудованных ТСК. Указанный выше тип судна в эту категорию по мощности главного двигателя попадает, а по валовой вместимости нет, т.к. она не превышает 60 т.

Согласно п. 13.5 Правил рыболовства, пользователи, которые не подают ССД, представляют в территориальные органы Росрыболовства, так называемую, оперативную отчетность предприятия, на 5, 10, 15, 20, 25 и последнее число каждого месяца не позднее суток после указанной даты. При этом структура ООП не подразумевает предоставление информации о количестве выполненных промысловых операций, координатах лова.

Промысел такими судами ведётся, в основном, в режиме прибрежного рыболовства с доставкой и выгрузкой уловов в живом, свежем или охлажденном виде в береговые места доставки (на рыбообрабатывающие заводы). Только после этого имеется возможность определить объёмы вылова гидробионтов, которые отражаются в ОСМ в виде ООП.

В соответствии с приказом Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, минимальные требования к составу информации для I уровня являются: сведения о вылове по возрастным или функциональным группам и годам промысла, данные о средней массе, относительном количестве половозрелых рыб, коэффициентах мгновенной естественной смертности по возрастным группам. Результаты учетных съемок, данные промысловой статистики об уловах на единицу промыслового усилия и/или промысловых усилиях, стандартизованные с помощью статистических методов, представляют собой дополнительную информацию для настройки модели.

Такие данные для морского окуня в Петропавловско-Командорской подзоне в настоящее время отсутствуют, главным образом, потому что не удастся проводить регулярные исследования на промысловых судах. Когортные модели в отношении этого запаса неприменимы.

Согласно тому же приказу, минимальные требования к составу информации для II уровня — исторические ряды уловов и уловов на единицу промыслового усилия. Кроме того, для применения моделей прибавочной продукции необходимо соблюдение одного важного условия — улов на усилие должен быть отрицательно связан с количеством усилий. Такая связь отсутствует, т.к. морского окуня в Петропавловско-Командорской подзоне в последние годы добывают только в качестве прилова.

Учитывая вышеизложенное, информационное обеспечение прогноза в наибольшей степени соответствует III уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

Согласно вышеупомянутому приказу, недостаточная полнота и/или качество доступной информации, свойственной запасам с III уровнем информационного обеспечения, исключает использование моделей эксплуатируемого запаса. Обоснование строится на эмпирических, трендовых, индикаторных и других приближенных методах, применяемых в случае дефицита информации.

С 2018 г. для данного запаса ОДУ определяется с помощью так называемого «немодельного» метода — CC1 (Constant Catch) [Geromont, Butterworth, 2015], реализованного в программном пакете DLMtool [Методические рекомендации, 2018].

Указанный метод использует схему управления, направленную на поддержание постоянной величины вылова. Прогноз ОДУ на год вперед рассчитывается как:

$$\text{ОДУ}_{y+1} = (1 - x) C^{ave}, \text{ где:}$$

$$C^{ave} = 1/5 \sum_{y=n-4}^n C_y,$$

C^{ave} — средний вылов за последние 5 лет:

x — коэффициент, принимающий значение в диапазоне от 0 до 1 (в методе CC1 имеет значение $x = 0$).

При реализации всех немодельных методов предполагается, что статистика вылова содержит в себе ошибки, распределенные по лог-нормальному закону: $\varepsilon_y^C \sim N(\mu, \sigma_C^2)$, где:

μ — среднее значение, σ_C — стандартное отклонение логарифмированных значений остатков.

При прогнозировании величины вылова на год вперед данное предположение учитывается в виде:

$$C_y = TAC_y e^{\varepsilon_y^C - \frac{\sigma_C^2}{2}}, \text{ где } TAC \text{ — ОДУ.}$$

Таким образом, результатом использования немодельных методов обоснования ОДУ являются не точечные оценки, а распределения рекомендуемых величин вылова, полученные в ходе стохастических экспериментов.

Входной информацией для данного метода являются сведения о вылове по годам (табл. 7).

Помимо сведений о вылове, наличие индекса обилия позволяет использовать, вместо самых простых методов, более сложные методы типа: Islope1, Itarget1, ICI1, GB_slope и Iratio [Butterworth, Geromont, 2001].

Входная информация для расчета ОДУ морских окуней в Петропавловско-Командорской подзоне

Год	Вылов, т	Улов на единицу усилия, кг/ч траления	Улов на единицу усилия, т/судосутки лова (донный трал)
2008	60,4	64,6	0,55
2009	8,5	—	0,12
2010	116,5	71,46	3,78
2011	298,0	93,44	7,45
2012	61,4	—	1,82
2013	231,6	—	4,20
2014	234,4	—	6,73
2015	386,9	—	6,95
2016	213,3	—	4,52
2017	259,5	26,78	5,03
2018	321,0	104,04	5,21
2019	278,6	416,46	4,26
2020	234,6	572,00	5,28
2021	269,4	227,45	6,14
2022	237,0	—	5,30
2023	213,2	—	2,11
2024	247,8	—	2,67

Обычно в качестве индекса обилия используют уловы на единицу усилия. В распоряжении имеются такие данные (кг/час траления), полученные наблюдателями «КамчатНИРО» на донном траловом промысле рыб материкового склона в первой половине года только в 2008, 2010–2011, 2017–2021 гг. (табл. 7). Особенно в последние годы индекс изменялся в разы, что вряд ли отражает динамику запаса. К тому же видовой состав окуней в разные годы различался.

Сведения об уловах на единицу усилия можно почерпнуть и по данным ОСМ (табл. 7). Следует, однако, иметь в виду, что специализированный промысел окуней в Петропавловско-Командорской подзоне не ведется, их добывают только в качестве прилова. Поэтому, этот индекс не отражает динамику запаса и для использования в расчетах не пригоден.

В качестве индексов запаса можно использовать результаты оценок, полученные методами прямого учета. Для морских окуней в Петропавловско-Командорской подзоне основной метод — донные траловые съемки. Как и в Карагинской подзоне, такие работы в тихоокеанских водах, прилегающих к Камчатке, проводятся крайне нерегулярно. Полноценные донные траловые съемки в этом районе были выполнены в 1984, 1999 и 2002 гг. В 2010–2014 гг., как альтернатива донным траловым съемкам, в этом районе проводились снюрреводные съемки. Однако они выполнялись только на шельфе, т.е. за пределами основных мест обитания окуней на участках со сложными грунтами, где технически невозможно провести полноценные исследования по данному объекту. Кроме того, из-за отсутствия сведений об уловистости учетного снюрревода, результаты этих исследований

практического применения не получили. С 2016 г. «КамчатНИРО» возобновил учетные работы донным тралом силами собственных научно-исследовательских судов. Поскольку работы проводятся только на шельфе, морские окуни в уловах не встречаются.

Учитывая вышеизложенное, для определения ОДУ морских окуней в Петропавловско-Командорской подзоне в 2026 г., как и в прошлые годы, был использован метод СС1.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Состояние запаса. В начале 2000-х гг. в уловах абсолютно доминировал северный морской окунь *Sebastes borealis*, а тихоокеанский *S. alutus* встречался единично. Однако по данным с промысловых судов, с 2016 г. в уловах стал преобладать тихоокеанский окунь, его доля в среднем составляла 80%. Это могло косвенно свидетельствовать о значительном снижении запаса северного морского окуня в этом районе. Таким образом, вопрос о состоянии запасов этих видов в районе исследований остается открытым. Возможно, такие разночтения в имеющихся данных связаны с работой судов в различных диапазонах глубин в разные годы. Вместе с тем, выяснить этот вопрос можно только в ходе проведения глубоководной учетной траловой съемки, которую в этом районе не проводили долгие годы.

Учетные работы в Петропавловско-Командорской подзоне в 2016–2021 гг. были произведены лишь в шельфовой зоне, морские окуни в уловах отсутствовали. В 2019 г. в промысловом рейсе, выполнявшем лов донным тралом в районе исследований, окуни были зарегистрированы в 5 из 15 выполненных тралений. В исследованиях 2020 г., проведенных на промысловом судне, его доля по массе в уловах в марте и апреле на северо-западном склоне о-ва Беринга и у м. Кроноцкий составляла в среднем в первом месяце 45,8%, а во втором — 2,7%. Уловы изменялись от 7 до 6298 кг/траление. В 2021 г. в траловых уловах на промысловом судне окуни были зарегистрированы в 4 из 10 тралений, а в 2022 г. — в 21 из 59. В феврале–апреле 2024 г. в уловах донного трала СРТМ «Геркулес» доля окуня-клювача варьировала от 0,6 до 95,0%, составляя в среднем 22,1%. Его уловы менялись от 10 до 5000 кг/час траления, составляя в среднем 1030 кг/час траления. Доля северного морского окуня в уловах варьировала от 1,0% до 75,0%, составляя в среднем 19,2%. Уловы северного морского окуня менялась от 30 до 900 кг/час траления, составляя в среднем 500 кг/час траления. В марте-мае средний улов тихоокеанского клювача составлял 2833 кг/час траления, а северного морского окуня — 6,7 кг.

В целом, сведения о текущем состоянии запаса морских окуней в подзоне в настоящее время отсутствуют.

Промысел. В последнее десятилетие вылов морских окуней в подзоне варьировал от 213,2 (2023 г.) до 386,9 (2015 г.) т (табл. 8).

Таблица 8

**Межгодовая динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ морских окуней
в Петропавловско-Командорской подзоне**

Год	ОДУ, т	Вылов, т	Освоение, %
2015	441,0	386,9	87,7
2016	390,0	213,3	54,7
2017	390,0	259,5	66,5
2018	390,0	321,0	82,3
2019	390,0	278,6	71,4
2020	278,0	234,6	84,4
2021	278,0	269,4	96,9
2022	263,0	244,2	92,9
2023	263,0	213,2	81,1
2024	263,0	247,8	94,2

Следует отметить, что в 2009 г. ОДУ морских окуней в районе не устанавливался, а с 2010 г. величина общего допустимого улова вновь прогнозируется. В 2015 г. вылов достиг своего максимума — 386,9 т, а освоение ОДУ составило 87,7%. В 2016 г. последовало снижение объема вылова (213,3 т), а в 2017 и 2018 гг. вновь отмечено постепенное увеличение добычи до 259,5 и 321,0 т, соответственно. В 2019 г. освоение ОДУ составляло 71,4% (278,6 т). В 2020 г. вылов составлял 234,6 т, в 2021 г. его величина увеличилась до 269,4 т при освоении ОДУ 96,9%. В последующие два года зафиксировано постепенное снижение этих показателей. В 2024 г. освоение ОДУ составило 94,2%.

Промысел морских окуней в Петропавловско-Командорской подзоне ведется преимущественно донными и разноглубинными тралами. Их доля в общем вылове в 2015–2024 гг. составляла 99,3% (рис. 22).



Рис. 22. Вклад различных орудий лова на промысле окуней в Петропавловско-Командорской подзоне в 2015–2024 гг.

В 2015–2016 гг. количество судосудок на траловом промысле составляло 73–76, а в следующем году увеличилось до 96 (рис. 23). В 2018–2019 гг. эта величина стабилизировалась на уровне 75 судосудок, а в 2020 г. — резко снизилась до 42 судосудок. В 2021 г. количество судосудок на промысле увеличилось до 68, а в следующем году — оставалось на таком же уровне (69). В 2023 г. этот показатель резко вырос — до 130 судосудок, а в 2024 — снизился до 95.

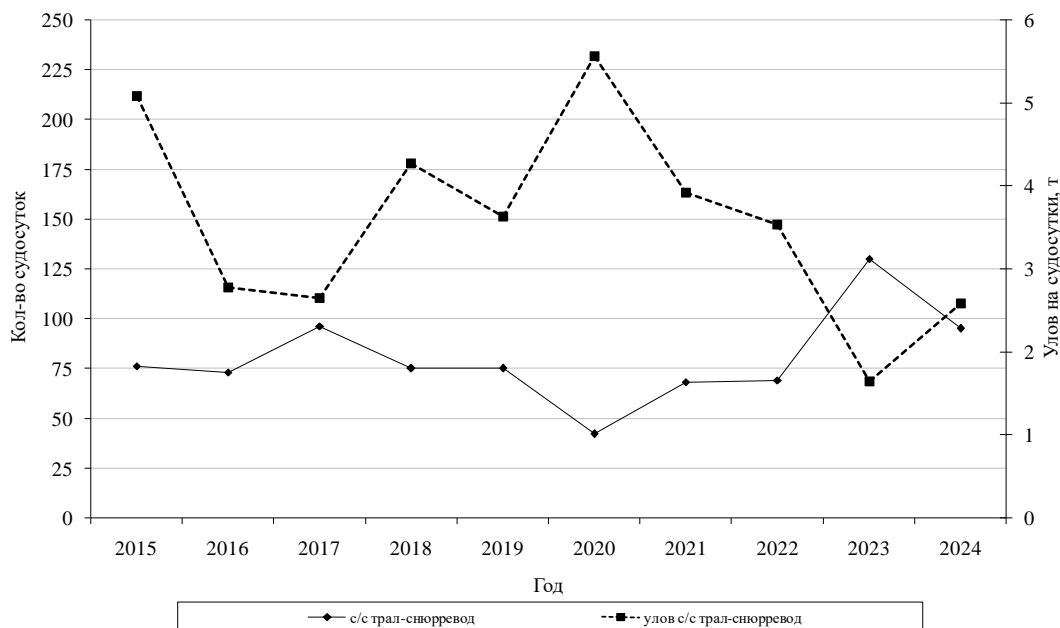


Рис. 23. Межгодовая динамика количества судосудок и уловов на судосудки на тралово-снюрреводном промысле морских окуней в Петропавловско-Командорской подзоне

В 2015 г. после роста уловов на судосудки до 5,1 т, в 2016–2017 гг. эта величина резко снизилась до 2,7 т. После двухлетнего снижения в 2018 г. последовало увеличение вылова до 4,3 т/судосудки. В 2019 г. эта величина вновь снизилась до 3,6 т/судосудки. Однако в 2020 г. она резко увеличилась до 5,6 т/судосудки. В 2021–2023 гг. последовало последовательное снижение уловов вплоть до 1,6 т/судосудки. В 2024 г. эта величина составила 2,6 т/судосудки (рис. 23).

С начала 2000-х гг. полноценных учетных работ по комплексу глубоководных рыб в Петропавловско-Командорской подзоне не проводилось. До настоящего времени их запас оценивался на уровне конца 1990-х гг. — 1,5 тыс. т.

В феврале–апреле 2008, 2010, 2011 и 2013 гг. на судне РТМ «Камлайн» были проведены научно-промысловые работы, которые позволили собрать материалы, характеризующие размерный состав северного морского окуня в промысловых уловах, а также локализовать основные места промысловых скоплений морских окуней в диапазоне глубин 300–500 м.

В указанный период размерные показатели северного морского окуня и тихоокеанского клювача практически не изменялись, что может косвенно

свидетельствовать о стабильном состоянии запасов в этот период (рис. 24, 25).

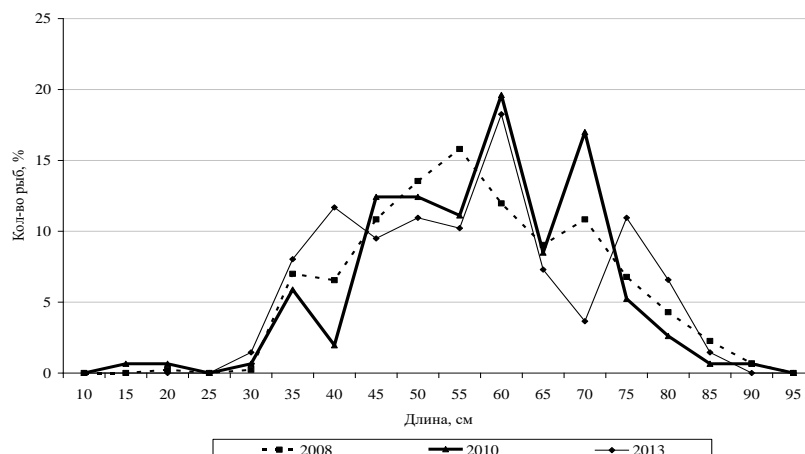


Рис. 24. Размерный состав северного морского окуня в уловах донным тралом в Петропавловско-Командорской подзоне в 2008 ($n = 443$, $m = 55,23$ см), 2010 ($n = 153$, $m = 55,71$ см) и 2013 гг. ($n = 137$, $m = 54,22$ см)

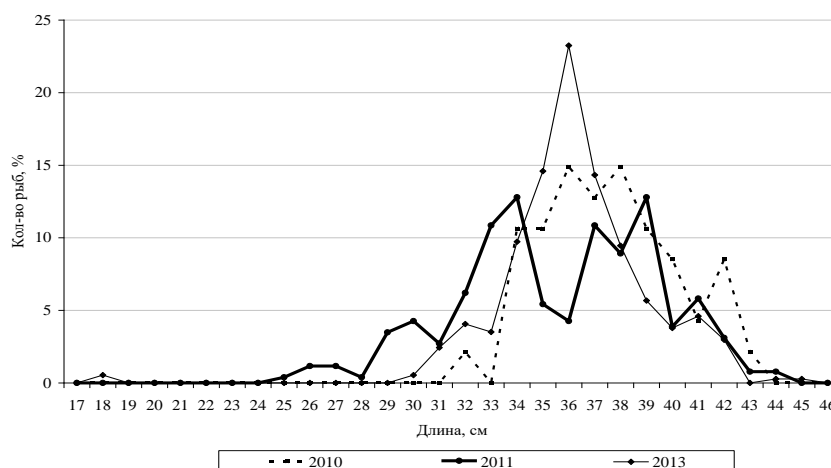


Рис. 25. Размерный состав тихоокеанского клювача в уловах донным тралом в Петропавловско-Командорской подзоне в 2010 ($n = 47$, $m = 37,6$ см), 2011 ($n = 258$, $m = 35,6$ см) и 2013 ($n = 370$, $m = 36,3$ см) гг.

На основании имеющихся данных 2008 и 2010 гг., был выполнен расчет их запаса с помощью пакета ГИС «КартМастер» 3.2 методом сплайн-аппроксимации. Поскольку места промысловых скоплений окуня преимущественно представляют собой небольшие по площади участки с «тяжелыми» для проведения тралений грунтами, обследованная акватория ограничивалась районами выполнения тралений.

Общая обследованная площадь составила 544 км². Наибольшая плотность скоплений зарегистрирована в районе м. Шипунский — 10 т/км², минимальная — на траверзе бух. Асача — 2 т/км². Рассчитанная величина промыслового запаса составила 3,9 тыс. т.

Данные о биологическом состоянии и уловах северного морского окуня в 2014–2015 гг. отсутствуют.

Длина тихоокеанского клювача в уловах донного трала весной 2016 г. изменялась от 21 до 45 см при среднем значении 33,0 см (рис. 26). Кривая размерного состава показывает наличие пополнения (молодых рыб) длиной 21–24 см (6,2%) и 26–31 см (38,6%) в отличие от 2010, 2011 и 2013 гг. (рис. 25).

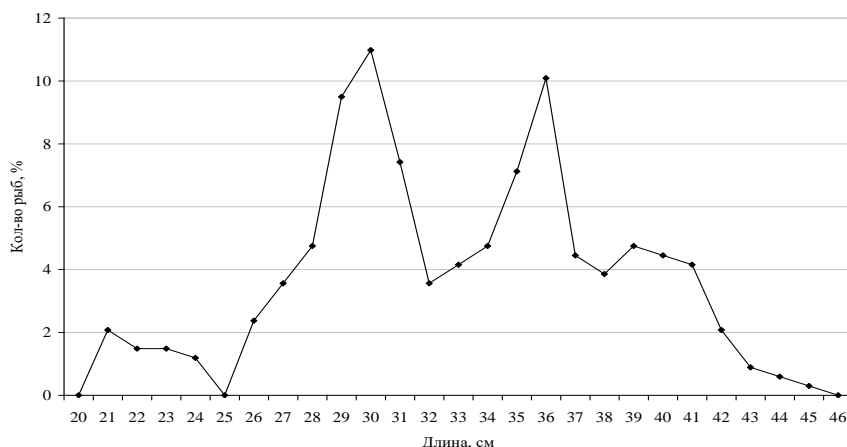


Рис. 26. Размерный состав тихоокеанского клювача в уловах донным тралом в Петропавловско-Командорской подзоне в 2016 г. ($n = 337$, $m = 33,0$ см)

Весной 2019 г. размеры этого вида в уловах донным тралом варьировали от 19 до 42 см при среднем значении 31,9 см. Доля рыб 26–30 см составляла 38%. Вклад молодых рыб длиной 20–24 см практически совпадал с таковым в 2016 г. — 6,2%.

В 2020 г. длина рыб в уловах изменялась от 17 до 46 см. Среднее значение равнялось 37,3 см. Доминировали особи длиной 36–40 см (61,2%). Вклад молодых рыб длиной до 24 см составлял лишь 1,6% (рис. 27).

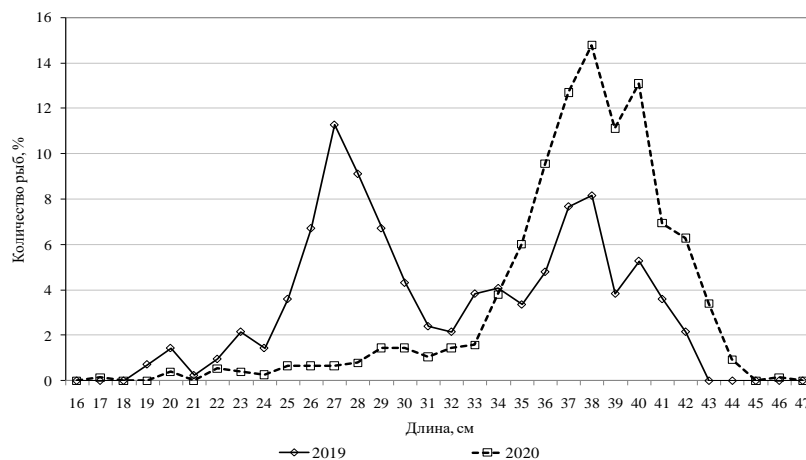


Рис. 27. Размерный состав тихоокеанского клювача в уловах донным тралом в Петропавловско-Командорской подзоне в 2019 ($n = 417$, $m = 31,9$ см) и 2020 гг. ($n = 765$, $m = 37,3$ см)

В 2021 г. размеры северного морского окуня в траловых уловах варьировали от 46 до 68 см, при среднем значении 58,4 см ($n = 31$).

Длина тихоокеанского клювача в 2021 г. изменялись от 31 до 42 см, составляя в среднем 37,5 см. В 2022 г. размеры рыб варьировали от 19 до 46 см при среднем значении 34,3 см (рис. 28).

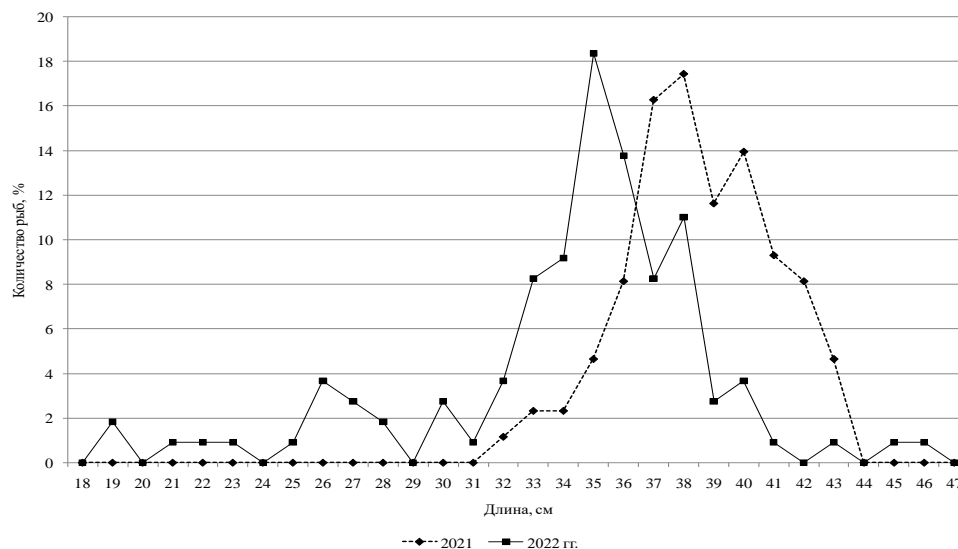


Рис. 28. Размерный состав тихоокеанского клювача в уловах донным тралом в Петропавловско-Командорской подзоне в 2021 ($n = 86$, $m = 38,5$ см) и 2022 гг. ($n = 109$, $m = 34,3$ см)

В феврале–марте 2024 г. длина тихоокеанского клювача изменялась от 14 до 47 см, составляя в среднем 36,8 см. Преобладала модальная группа 35–40 см (69,3%) (рис. 29).

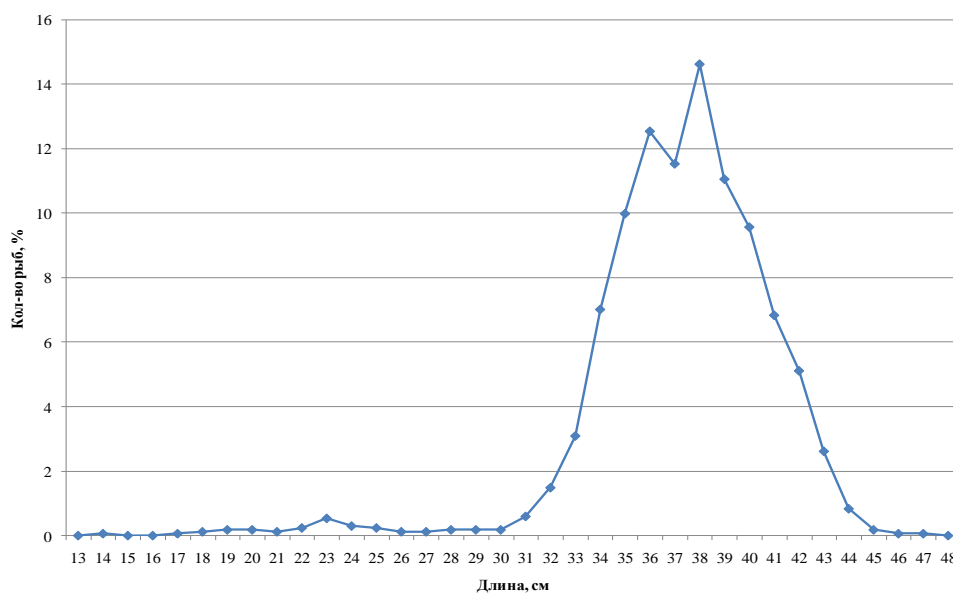


Рис. 29. Размерный состав тихоокеанского клювача в уловах донным тралом в Петропавловско-Командорской подзоне в 2024 г. ($n = 1682$, $m = 36,8$ см)

В этот же период размеры северного морского окуня в уловах варьировали от 27 до 72 см, составляя в среднем 50,9 см. Среди рыб доминировала размерная группа 45–65 см (76,5%) (рис. 30).

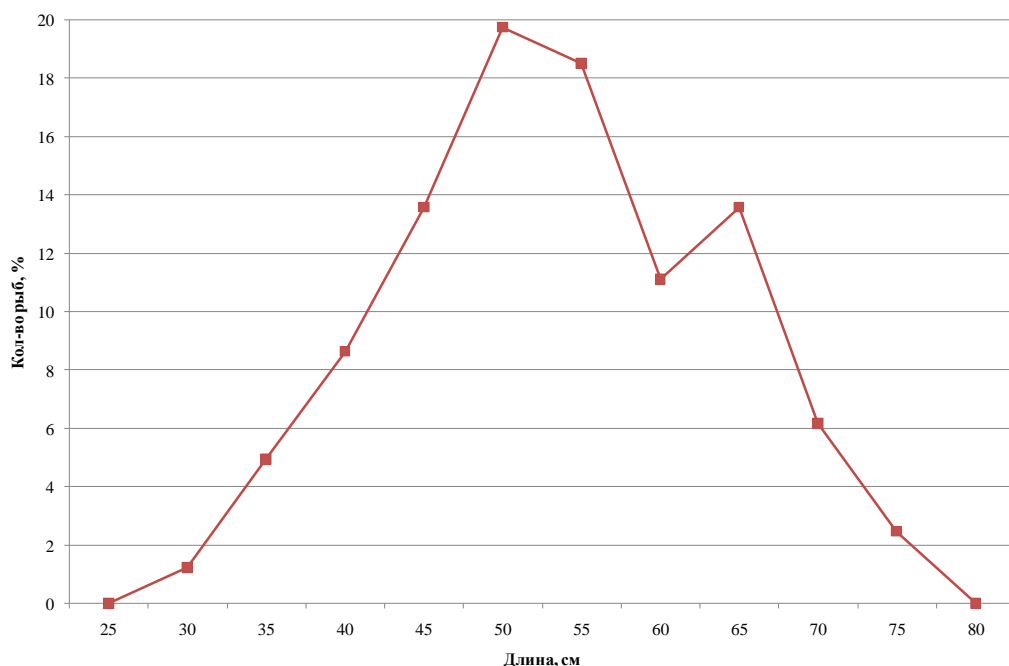


Рис. 30. Размерный состав северного морского окуня в уловах донным тралом в Петропавловско-Командорской подзоне в 2024 г. ($n = 81$, $m = 50,9$ см)

Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла

Ввиду отсутствия специализированного промысла окуней в Петропавловско-Командорской подзоне и недостаточной полноты информационного обеспечения, определить биологические ориентиры и обосновать правило регулирования промысла в настоящее время не представляется возможным.

Прогнозирование состояния запаса

Принимая во внимание отсутствие в Петропавловско-Командорской подзоне специализированного промысла морских окуней и недостаточное информационное обеспечение прогноза, на основании инерционного подхода, можно предположить, что к началу 2026 г. величина их запаса будет находиться на уровне 2008 и 2010 гг., т.е. не более 3,9 тыс. т. Цель управления — поддержание вылова примерно на одном уровне.

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Посредством пакета DLMtool определили ОДУ морских окуней в Петропавловско-Командорской подзоне в 2026 г. методом СС1. При этом допустили, что в 2025 г. вылов будет равен ОДУ, т.е. 263 т.

Полученная с помощью этого метода медианная оценка равна 247,65 т или округленно 248 т. В графическом виде результаты расчетов представлены на рисунке 31.

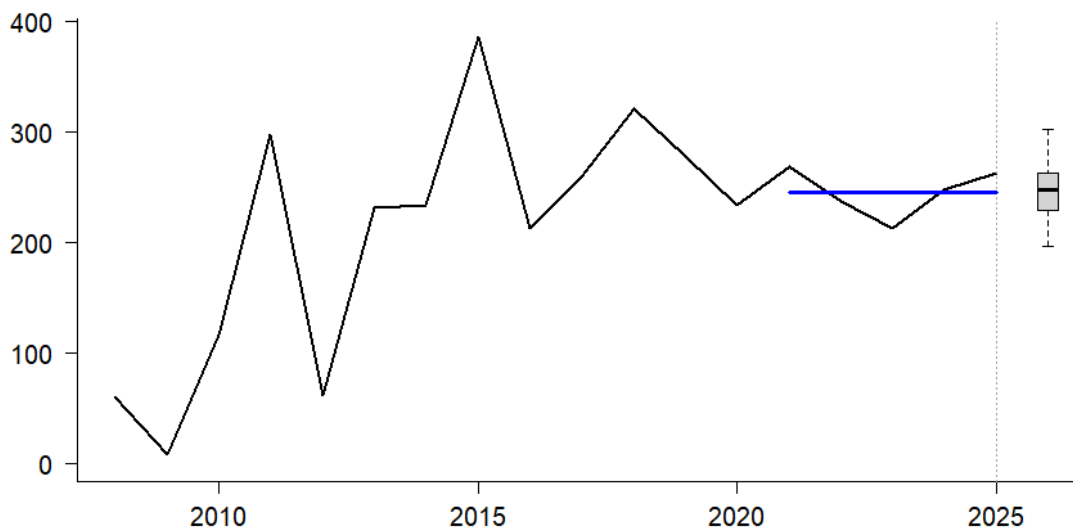


Рис. 31. Результаты расчета ОДУ морских окуней в Петропавловско-Командорской подзоне методом СС1 (по оси Y — вылов в тоннах, по оси X — годы; черная линия — динамика вылова по годам, синяя — средний вылов за последние 5 лет; в 2026 г. расчетная величина вылова, полученная в ходе стохастических экспериментов (1000 итераций) путем внесения логнормальной ошибки)

Несмотря на полученные результаты, в условиях неопределенности в оценке запаса, считаем целесообразным **ОДУ окуня морского в Петропавловско-Командорской подзоне в 2026 г.** оставить на уровне 2022–2025 гг., т.е. **0,263 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

Ввиду того, что определение ОДУ выполнено с помощью немодельных методов, анализ и диагностику полученных результатов провести невозможно.

61.03 - Зона Северо-Курильская

Исполнители: Е.А. Летунова, И.Н. Мухаметов («СахНИРО»)

Куратор: А.В. Согрина (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

В основу прогноза ОДУ положены данные промысловой статистики (2003–2024 гг.) из базы ОСМ Росрыболовства. Размерный состав окуней у северных Курильских о-вов получен наблюдателями ФГБНУ «ВНИРО» на промысле РТМ «Камлайн», РТ «Геркулес», СРТМ «Ясный» в 2014–2016, 2021–2024 гг.

Основной промысловый запас морских окуней в Северо-Курильской зоне формирует тихоокеанский окунь (клювач) *Sebastes alutus*.

В целом информационную обеспеченность прогноза можно признать соответствующей уровню II (приказ Росрыболовства от 6.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

Промысловая статистика позволяет использовать для расчета ОДУ и оценки целевых ориентиров по величине запаса и промысловой смертности продукционную модель Пелла-Томлинсона [Pella, Tomlinson, 1969] в форме динамической модели, реализованной в ППП «Комби 4». Результаты исследований позволяют выделить промысловые и биологические ориентиры для формирования правила регулирования промысла (ПРП) на основе «принципа предосторожности». Величина ОДУ определяется на основе концепции максимального устойчивого улова (*MSY*) и зонального ПРП, в рамках реализации основных положений «принципа предосторожности» [Бабаян, 2000].

Учитывая возможности примененной динамической продукционной модели из ППП «Комби 4.0», позволяющей ретроспективно восстанавливать изменения биомассы запаса, а также прогнозировать будущие состояния системы «запас–промысел», имеющей оптимизированные процедуры параметризации, диагностики оценок параметров, предлагается для оценки общего допустимого улова на 2026 г. использовать результаты расчета *MSY* и уравновешенного запаса по методу Пелла-Томлинсона в среде «Комби 4.0».

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Статистика промысла с 2011 по 2024 г. приведена ниже (табл. 9).

Таблица 9

Величина ОДУ, вылов и освоение морских окуней в Северо-Курильской зоне в 2011–2024 гг. (данные ОСМ Росрыболовства)

Год	ОДУ, т	Вылов, т	Освоение, %
2011	2327	1810,80	77,8
2012	4327	2012,28	46,5
2013	4327	2033,43	47,0
2014	4327	1675,89	38,7
2015	4327	2840,09	65,6
2016	3700	1552,11	41,9
2017	4500	1281,64	28,5
2018	3500	2687,84	76,8
2019	3500	2785,47	79,6
2020	2520	2058,54	81,7
2021	2670	2403,14	90,0
2022	2930	2894,18	98,8
2023	3900	2420,37	62,1
2024	3760	2348,21	62,5

Основной вылов морских окуней (67–96%, в среднем 87%) происходит при донном траловом промысле (рис. 32). Районы добычи окуней в 2024 г в основном располагались в зоне свала глубин о-ва Шиашкотан и на склоне подводной возвышенности к юго-востоку от него, на склонах о-вов Онекотан, Кетой и Симушир, на глубинах 100–883 м, в среднем 295 м (рис. 33).

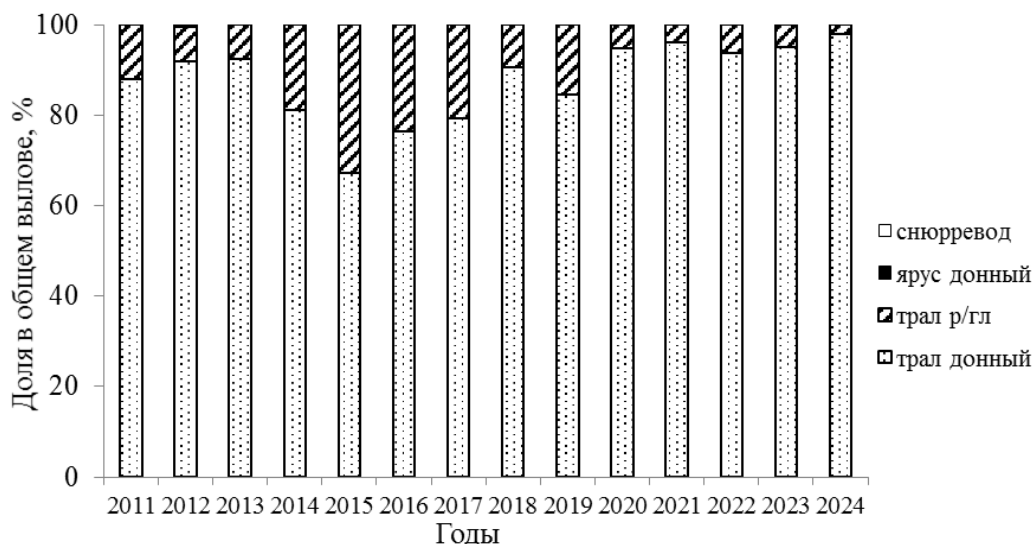


Рис. 32. Вылов морских окуней у северных Курильских о-вов различными орудиями лова (данные ОСМ Росрыболовства) в 2011–2024 гг.

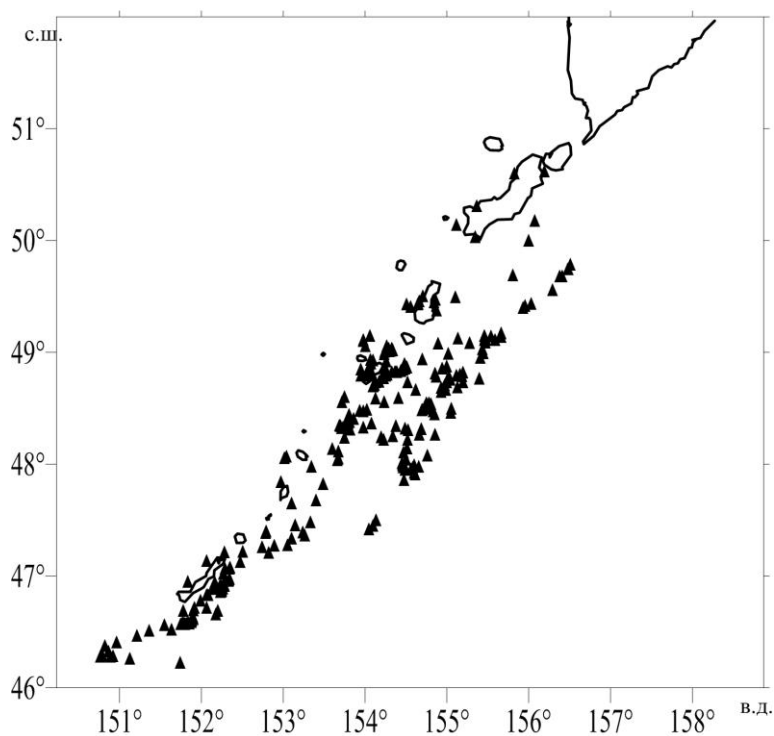


Рис. 33. Местоположение тралений у северных Курильских о-вов с уловами морских окуней (данные ОСМ Росрыболовства) в 2024 г.

Окунь добывается средне– и крупнотоннажным флотом (далее СТФ и КТФ, соответственно). Вылов среднетоннажного флота составляет 32,9% общего вылова морских окуней (рис. 34 А). Промысел осуществляется, в основном, донными и разноглубинными тралями. КТФ добывает с помощью разноглубинного траля около 99,5 % общей массы окуней, вылавливаемой данной группой судов, СТФ – около 98% донными тралями, 2% – разноглубинными тралями (рис. 34 Б, В).

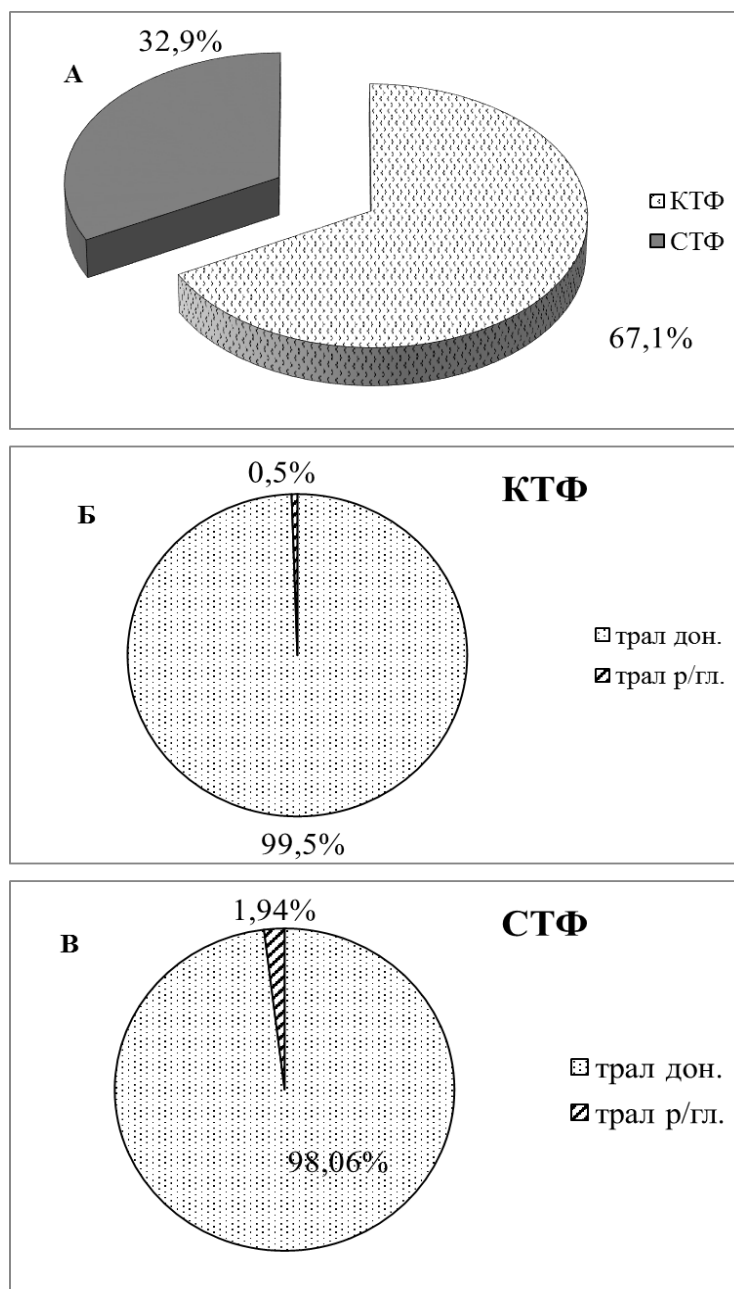


Рис. 34. Среднегодовая статистика добычи морских окуней у северных Курильских о-вов по типам судов (А) и орудиям лова (Б, В) в период 2011–2024 гг.

В среднемноголетнем плане в течение года происходит увеличение объемов вылова морских окуней с марта по июнь, после чего уловы снижаются к концу года (рис. 35).

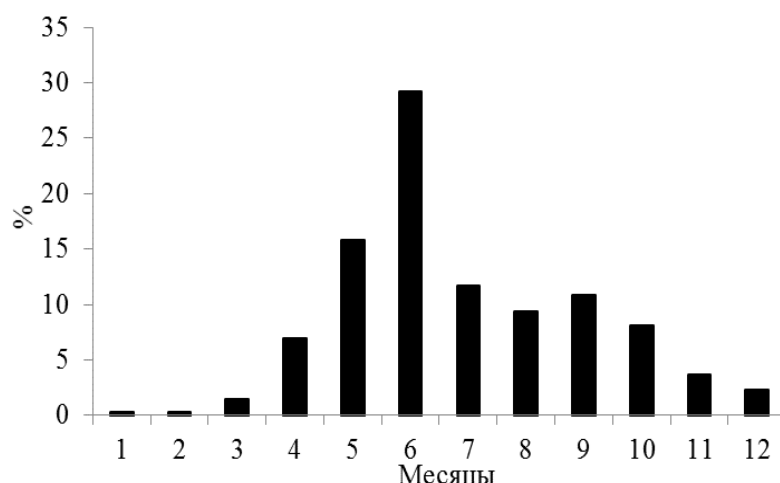


Рис. 35. Среднемноголетняя статистика добычи морских окуней у северных Курильских о-вов по месяцам года в период 2011–2024 гг.

Улов на единицу усилия (т/траление) с 2011 по 2018 г., в целом, возрастал, а затем начал снижаться (рис. 36).

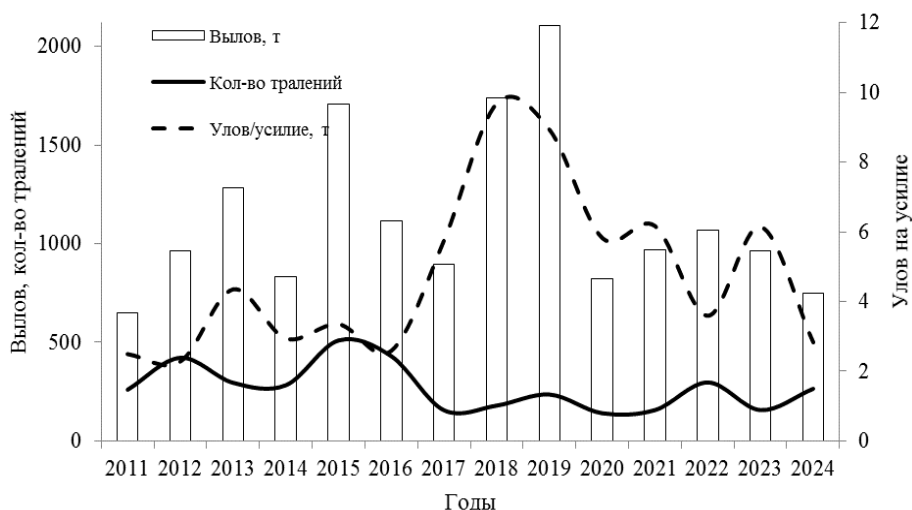


Рис. 36. Количество тралений, вылов морских окуней и изменение уловов на усилие у северных Курильских о-вов (СТФ, донные тралы, данные ОСМ Росрыболовства)

Тихоокеанский окунь-клювач – самый многочисленный из окуней р. *Sebastes* северной части Тихого океана. Батиметрическое распределение клювача в сезонном аспекте характеризуется достаточной стабильностью и основные его скопления обнаруживаются на глубинах 250–400 м. По результатам многолетних исследований отмечено, что наибольшие скопления данного вида в весенне-летний период формируются на двух участках: на склоне гайота на траверзе Четвертого Курильского пролива и с восточной стороны трех подводных возвышенностей, располагающихся на траверзе пр. Севергина от 48°20' до 49°00' с.ш.

По данным наблюдателей ФГБНУ «ВНИРО», в водах северных Курильских о-вов в 2014 г. величина уловов клювача менялась от 17 кг до 13,1 т за траление, при средней – 1,3 т. Уловы на усилие колебались от 4 до 3040 кг/час траления, в среднем составляя 417 кг/час траления. Наиболее плотные скопления клювача (уловы свыше 1000 кг/час траления) были обнаружены на участках подводных возвышенностей (гайотах) на траверзе пр. Крузенштерна в диапазоне глубин 241–312 м.

По сведениям наблюдателей на судах ООО «Приморская рыболовная компания» (СРТМ «Ясный», «Анатолий Торчинов») в 2016 г. основные уловы окуня-клювача были получены в районе о-ва Кетой, на глубинах 210–245 м, средние уловы составляли 0,7 т за час траления. Повышенные концентрации окуня отмечались в охотоморских водах о-ва Онекотан, и в районе тихоокеанских подводных возвышенностей на траверзе пролива Крузенштерна. Величина уловов клювача изменялась от 7 кг до 18,0 т за траление, при средней – 3,26 т.

В 2017–2020 гг. наблюдения на промысле окуней в районе не выполнялись. В 2021 г. работы были выполнены на РТМ «Камлайн». Основной участок добычи окуней располагался южнее о-ва Шиадоктан (восточнее Скал Ловушки). Уловы составляли от 0,2 до 25 т за час траления, в среднем 3,9 т. В 2022 г. уловы окуней при траловом промысле РТ «Геркулес» варьировали от 0,1 до 13,7 т за час траления, в среднем 2,1 т, в 2023 г. – от 0,8 до 6 т, в среднем 2,4 т. В 2024 г. наблюдения окуня выполняли на РТМ «Камлайн», на глубинах 90-500 м, средние уловы составили 5,0 т за траление.

Тихоокеанский окунь-клювач характеризуется большой продолжительностью жизни – 30 лет и поздним половым созреванием в 8–10 лет при длине 30–36 см [Новиков, 1974]. Размерный состав тихоокеанского клювача из траловых уловов у северных Курильских о-вов включает рыб от 20 до 46 см. Наибольшая доля в уловах приходится на рыб длиной 28–42 см (рис. 37).

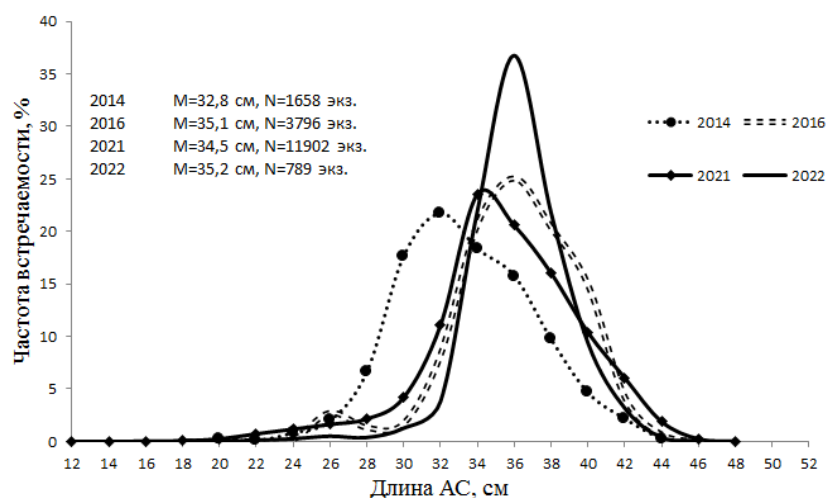


Рис. 37. Размерный состав тихоокеанского окуня-клювача у северных Курильских о-вов (M – ср. длина, N – кол-во промеренных особей)

Определение биологических ориентиров

Для расчета ориентиров управления промыслом предпринята попытка использовать динамическую продукционную модель, реализованную в программе «Комби 4.0», на основе продукционной модели Пелла-Томлинсона [Pella, Tomlinson, 1969]. Максимальный устойчивый улов оценивается на основе предосторожного подхода в управлении рыболовством, современной интерпретации концепции MSY и выбранной стратегии управления промыслом, с применением формулы скорости изменения биомассы во времени $dB/dt=rB(1-(B/K)^a)-qEB$, где: B – текущее значение биомассы запаса, r – мгновенный коэффициент популяционного роста, K – уравновешенная биомасса девственного запаса (емкость среды), q – коэффициент улавливаемости, E – величина промыслового усилия. Необходимые для работы программы данные включают в себя временные ряды промысловых усилий и уловов на единицу усилия на траловом промысле (использованы материалы за 2003–2024 гг. из базы данных ОСМ Росрыболовства). Коэффициент корреляции указанных параметров составляет –0,50.

Расчет показывает, что максимальный устойчивый улов MSY при заданных параметрах (начальные условия $r=0,38$, $K=31982$, $q=0,000248$) составляет 3038,7 т при максимальной уравновешенной биомассе стада равной 16 тыс. т.

Обоснование правила регулирования промысла

Выбор ориентиров управления осуществляется с целью обоснования правила регулирования промысла (ПРП). Текущее (последнее по времени) состояние запаса является отправной точкой формирования алгоритма регулирования промысла на год прогнозирования. Функциональная связь между биомассой запаса и интенсивностью промысла регламентируется той версией предосторожного подхода, которая выбрана для оценки ОДУ.

В качестве базовой модели расчета граничных и целевых ориентиров используется динамическая продукционная модель, реализованная в программе «Комби 4.0», на основе продукционной модели Пелла-Томлинсона. Результаты характеризуются как метки безопасной эксплуатации запаса, обеспечивающие ускоренное его восстановление до целевого уровня и максимально возможную эксплуатацию. Правило регулирования промысла основывается на следующих параметрах: целевой ориентир по биомассе B_{tr} – 16 тыс. т, граничный ориентир по биомассе B_{lim} – 0 т, целевой ориентир по промысловой смертности F_{tr} – 0,19 (рис. 38). Современная численность популяции окуня Северо-Курильской зоны оценивается на уровне выше целевого ориентира.



Рис. 38. Правило регулирования промысла (ПРП) для морских окуней Северо-Курильской зоны на 2026 г.

Прогнозирование состояния запаса

Динамическая продукционная модель по Пелла-Томлинсон позволяет рассчитать многолетнюю динамику запаса, в том числе в рамках требуемого прогнозного горизонта. На 2026 г. промысловая биомасса стада прогнозируется на уровне 19,4 тыс. т (рис. 39).

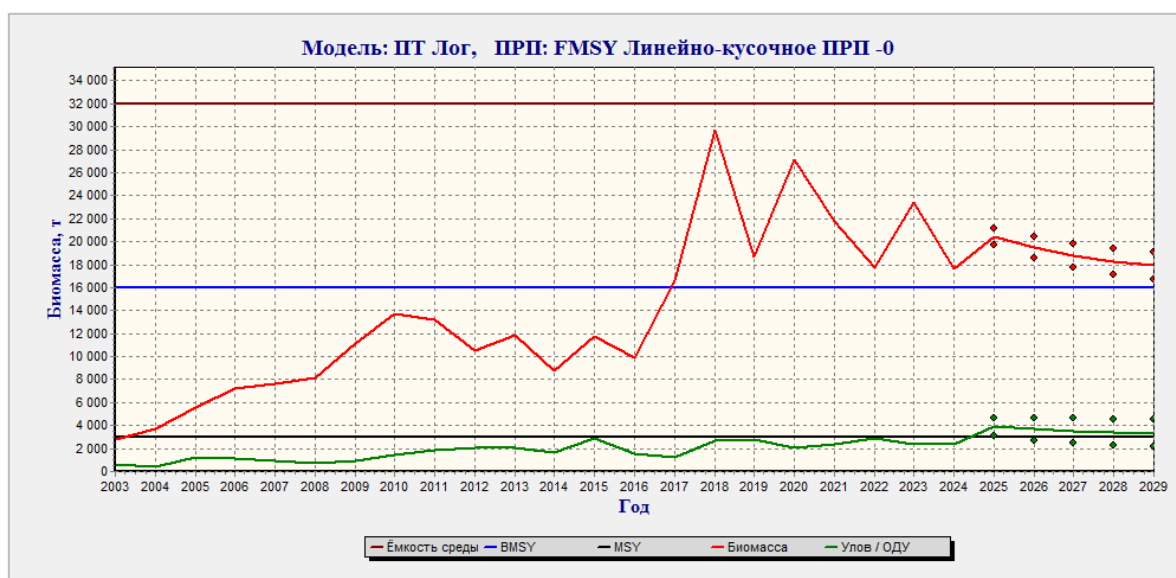


Рис. 39. Расчет запаса и прогноз ОДУ морских окуней в районе Северных Курил на 2026–2029 гг.

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Исходя из вышеизложенного, предлагаем установить ОДУ на основе результатов модельных расчетов в программе «Комби 4.0», на базе продукционной модели Пелла-Томлинсона. В 2026 г. следует ориентироваться на величину промыслового запаса морских окуней 19,4 тыс. т, что допускает изъятие на уровне 18,9% ($\phi = 1 - \exp(-F_i) = 19\%$), или

3,68 тыс. т. Таким образом, **ОДУ окуня морского в Северо-Курильской зоне в 2026 г. составит 3,680 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

Программа Комби 4.0 позволяет произвести анализ эффективности ПРП во всем возможном диапазоне изменений параметров (т.н. оптимизация ПРП). В качестве показателей эффективности управления используются следующие критерии:

1. Средний улов на прогнозном отрезке времени;
2. Средняя биомасса промыслового запаса на прогнозном горизонте;
3. Средняя вариабельность уловов на прогнозном горизонте;
4. Риск снижения биомассы ниже средней на ретроспективе.

Глубина прогнозного горизонта была установлена равной 10 годам (рис. 40).

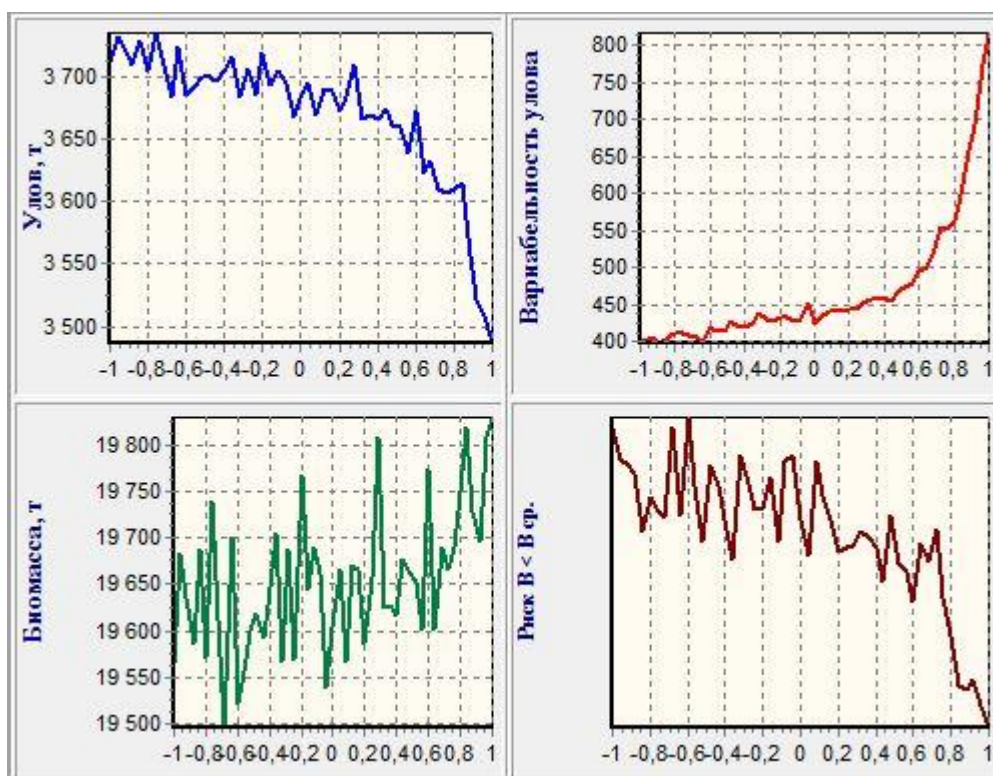


Рис. 40. Анализ эффективности ПРП по улову, вариабельности улова, биомассе запаса на прогнозном горизонте 2025–2034 гг., риск снижения биомассы при заданном ПРП

Как можно видеть, пороговый уровень для промысловой смертности, при которой наблюдается перегиб теоретических кривых изменения улова, его вариабельности, биомассы стада, примерно равен 0,6, что значительно превышает, рассчитанный по продукционной модели, уровень оптимальной интенсивности промысловой смертности (0,19). Риск того, что уровень биомассы стада опустится ниже целевого ориентира, при заданных параметрах ПРП минимален.

Выбранная стратегия управления промыслом (ПРП), целью которой является минимизация экологического вреда от эксплуатации и обеспечение

максимально возможного изъятия при данном уровне воспроизводства, позволяет, при заданных параметрах промысла, удерживать запас в зоне постоянной эксплуатации в многолетней перспективе.

61.04 - Зона Южно-Курильская

Исполнители: К.В. Икария, И.Н. Мухаметов («СахНИРО»)

Куратор: А.В. Согрина (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

При изучении прибрежных видов окуней использованы материалы японского сетного промысла терпуга и минтая в 2003–2024 гг. с охотоморской стороны о-ва Кунашир (промысловые журналы, предоставленные рыболовецким кооперативом пос. Раусу, Хоккайдо, Япония). Из 8 видов прибрежных морских окуней, встречающихся в уловах с охотоморской стороны Южных Курил, только 3 вида – голубой окунь (*Sebastes glaucus*), окунь Штейндахнера (*S. steindachneri*) и восточный окунь (*S. taczanovskii*), являются относительно массовыми. В траловых уловах НИС «Профессор Пробатов» в 2011 и 2012 гг., НИС «Дмитрий Песков» в 2014, 2016, 2020 гг., НИС «Бухоро» в 2018 г. прибрежные и глубоководные окуни встречались штучно, что не дает возможности оценить их размерный состав, биомассу и численность. Лишь при выполнении траловой съемки НИС «Дмитрий Песков» в 2014 г. был получен размерный ряд голубого окуня, использованный в представляемых материалах.

Промысловая статистика (2003–2024 гг.) взята из судовых суточных донесений ОСМ Росрыболовства.

Информационная обеспеченность прогноза соответствует III уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

ОДУ определяется на основе концепции максимального устойчивого улова (*MSY*) и зонального правила регулирования промысла (ПРП), в рамках реализации основных положений «принципа предосторожности» [Бабаян, 2000].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Согласно данным Ассоциации рыбопромышленников пос. Раусу (о-ва Хоккайдо, Япония) и ОСМ Росрыболовства, основной вылов прибрежных морских окуней отмечается с охотоморской стороны Южных Курил, а глубоководных окуней – с тихоокеанской. В настоящее время специализированный промысел группы прибрежных окуней здесь не ведется. Эпизодический вылов морских окуней российскими судами наблюдается лишь в прилове таких орудий лова как донные тралы, донные яруса, снюрреводы. Регулярный прилов окуней ежегодно происходит, в основном, на японском промысле терпуга (и в малых объемах на промысле минтая) в

Кунаширском проливе донными сетями. Отметим, что данный вылов не отображается в ОСМ Росрыболовства. Незначительный прилов окуней в 2024 г. отмечен при снюрреводном промысле в Южно-Курильском проливе у о-вов Кунашир и Шикотан, и траловом промысле в районе проливов Уруп и Буссоль (рис. 41).

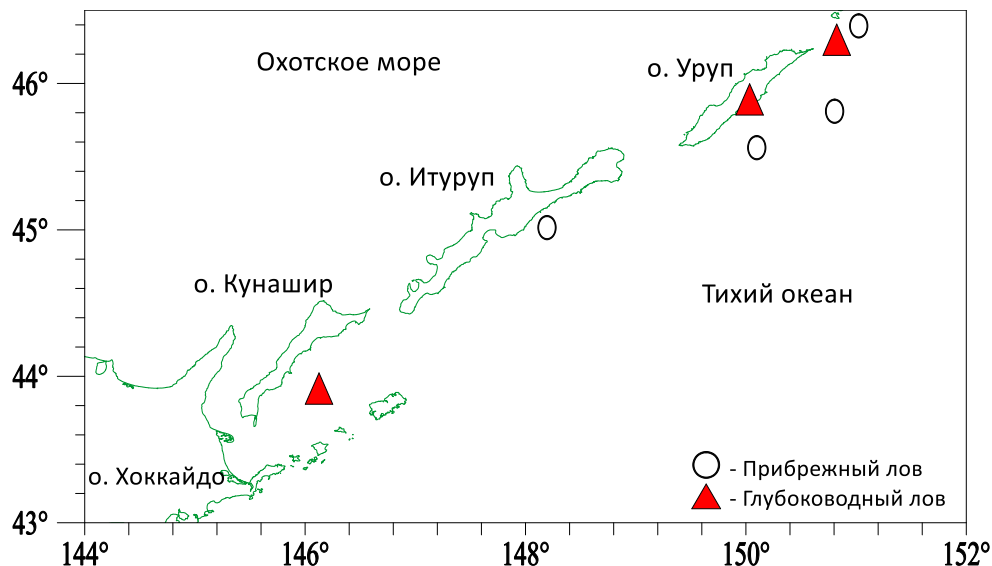


Рис. 41. Места добычи морских окуней Южно-Курильской зоны в 2024 г.

Статистика промысла не позволяет получать данные отдельно ни по группам окуней, ни по их видам. В связи с этим, вынуждены судить о вылове и об освоении ОДУ по обобщенным материалам для всей рыбопромысловой зоны. В 2015–2024 гг. вылов всех морских окуней в Южно-Курильской зоне достигал 2,5–136,7 т, а освоение ОДУ – 2,3–124,2%. В 2024 г. вылов составил 12,5 т, что равно 11,4% ОДУ (табл. 10).

Таблица 10

Величина ОДУ, вылов и освоение морских окуней в Южно-Курильской зоне в 2015–2024 гг.

Год	ОДУ, т	Вылов, т	Освоение, %
2015	150	63,4	42,3
2016	140	48,3	34,5
2017	140	60,3	43,1
2018	110	46,6	42,4
2019	110	143,1	130,1
2020	110	4,4	4,0
2021	110	9,9	9,0
2022	110	43,5	39,5
2023	110	18,7	17,0
2024	110	12,5	11,4

Анализ статистики промысла в южнокурильской зоне показал, что вылов морских окуней, в основном, происходил при донном сетном

промысле терпуга малотоннажными японскими судами в Кунаширском проливе в территориальных водах РФ. Уловы на усилие морских окуней варьировали, но в целом имели тенденцию к снижению (рис. 42). Наблюдения на японском промысле в Кунаширском проливе в 2021-2022 гг. не выполнялись, а в 2023 г. промысел был закрыт.

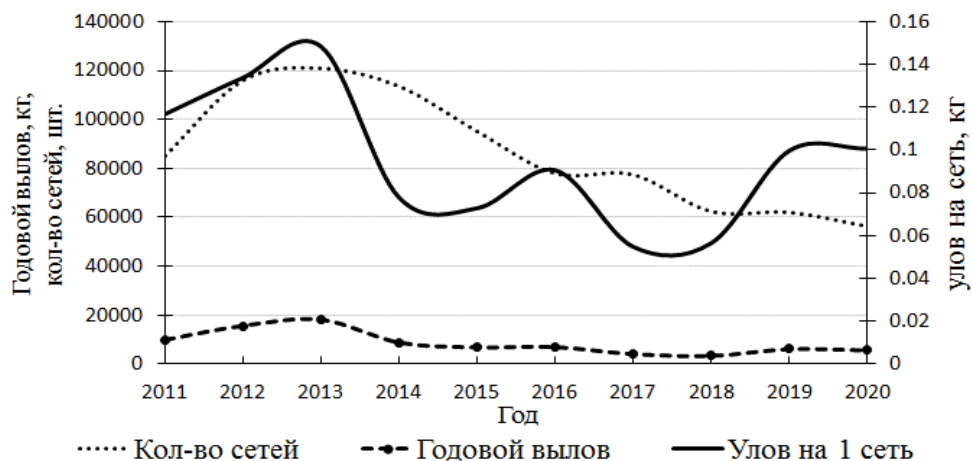


Рис. 42. Динамика основных параметров вылова окуней на сетном промысле терпуга в 2011–2020 гг. малотоннажного флота (МТФ) пос. Раусу (Япония) в охотоморских водах о-ва Кунашир

Добычу донными тралами в тихоокеанских водах японские малотоннажные суда вели до 2014 г. В 2015–2020 гг. вылов окуней японским флотом был незначителен, и происходил при ярусном промысле трески. В 2021-2024 гг. японский промысел окуней в районе отсутствовал.

Среднемноголетний улов окуней на судосутки на российском траловом промысле у Южных Курил составляет 2,7 т при варьировании среднегодовых уловов на судосутки промысла в пределах 0,7–4,6 т (рис. 43).

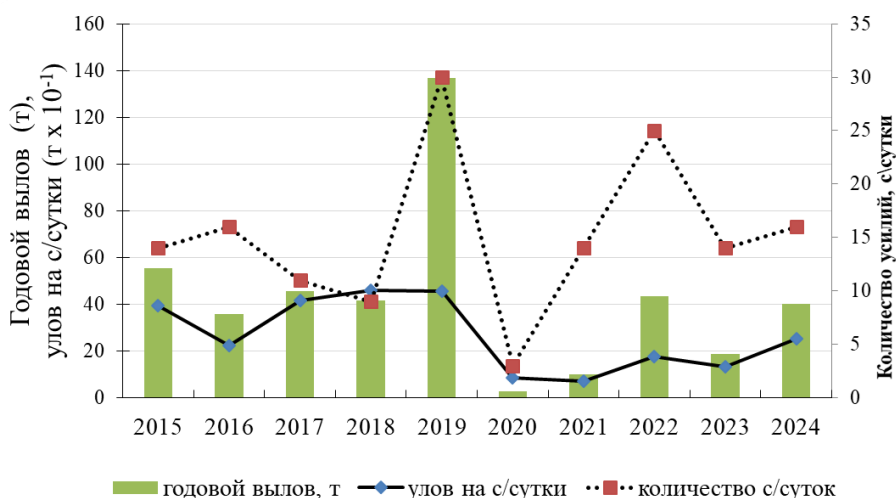


Рис. 43. Динамика основных параметров вылова морских окуней российским флотом на траловом промысле в 2015–2024 гг. в Южно-Курильской зоне

Внутригодовая среднемноголетняя структура общего вылова окуней всей рыбопромысловой зоны показывает, что добыча, в основном, осуществляется с мая по декабрь, с пиком вылова в июне (рис. 44).

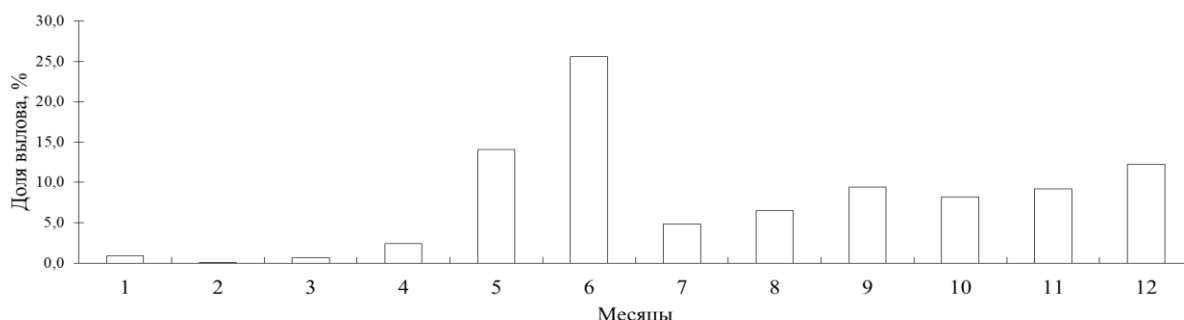


Рис. 44. Среднемноголетняя помесечная динамика промысла морских окуней в Южно-Курильской зоне за период 2015–2024 гг.

На сетном промысле южного одноперого терпуга и минтая японскими судами в Кунаширском проливе в качестве прилова часто вылавливались окуни Штейндахнера и голубой. Суммарный прилов всех окуней на отдельных судах за судовыход составлял до 100–150 кг. В октябре–декабре 2009–2018 гг. месячный прилов окуней варьировал от 0,8 до 5,2 т. В сентябре–декабре 2019 г. вылов окуней равнялся 6,2 т, за этот же период 2020 г. суммарная добыча окуней достигла 5,7 т. Общий вылов окуней представлен в таблице 11.

Таблица 11

Вылов морских окуней в Кунаширском проливе на сетном промысле японским флотом 2016–2020 гг., кг

Год	Промысел минтая	Промысел терпуга	Всего
2016	561	7069	7630
2017	410	4211	4621
2018	218	3563	3781
2019	1941	6334	8275
2020	312	5671	5983

Окунь Штейндахнера в сетных уловах в этом районе имел длину от 19 до 33 см. Преобладали рыбы длиной 22–27 см, доля которых составляла 72–87% в разные годы. В 2018 г. в уловах преобладали особи 23–27 см. Средняя длина варьировала в пределах 23–25 см (рис. 45).

Голубой окунь в сетных уловах был представлен особями 19–47 см, средняя длина варьировала в пределах 32–38 см. В 2012–2016 гг. отмечалось увеличение средней длины голубого окуня — от 35,1 см до 38,3 см. В 2017 г. более 30% размерного состава составили особи длиной 23–27 см, что отразилось на снижении средней длины — 32,1 см. В 2019 г. средняя длина вновь возросла, достигнув 38,3 см, (рис. 46). Уловы донного трала у охотоморской стороны о-ва Кунашир в 2014 г. составили особи длиной 21–

46 см, преобладали рыбы 33-44 см (рис. 47). Средняя длина составляла 33,2 см.

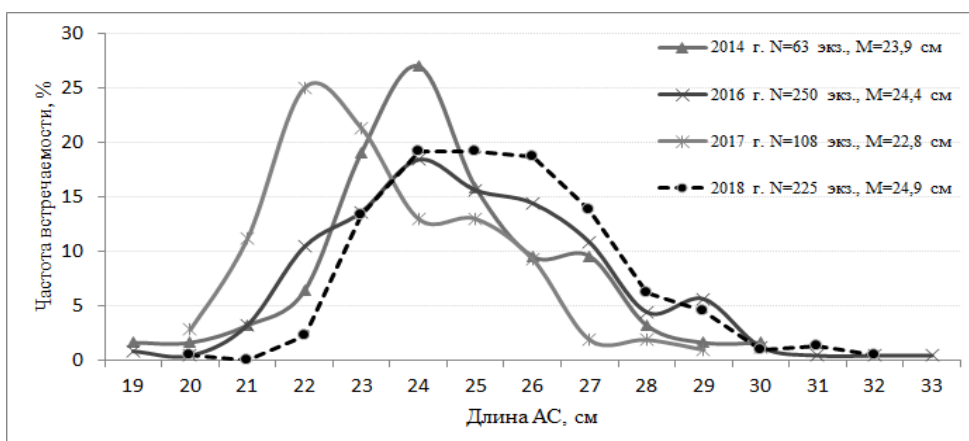


Рис. 45. Размерный состав окуня Штейндахнера в Кунаширском проливе в сетных уловах 2014, 2016–2018 гг. (M – ср. длина, N – кол-во промеренных особей)

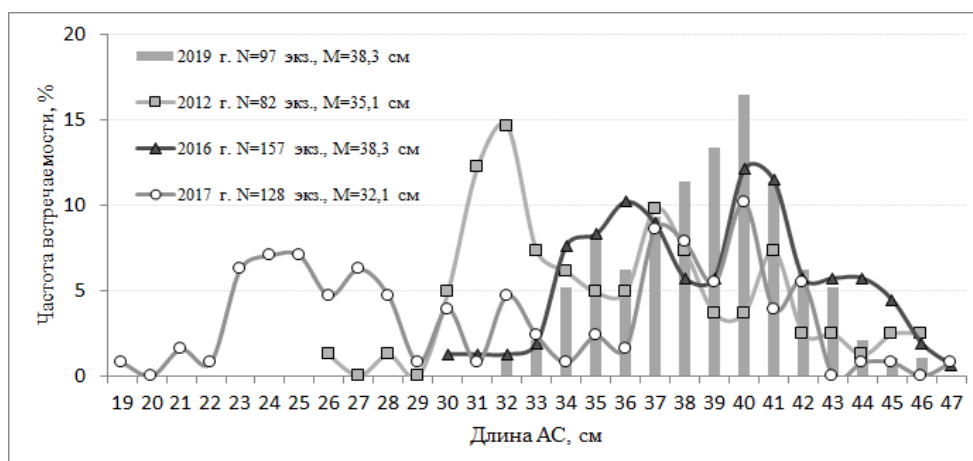


Рис. 46. Размерный состав голубого окуня в Кунаширском проливе в сетных уловах 2012, 2016, 2017 и 2019 гг. (M – ср. длина, N – кол-во промеренных особей)

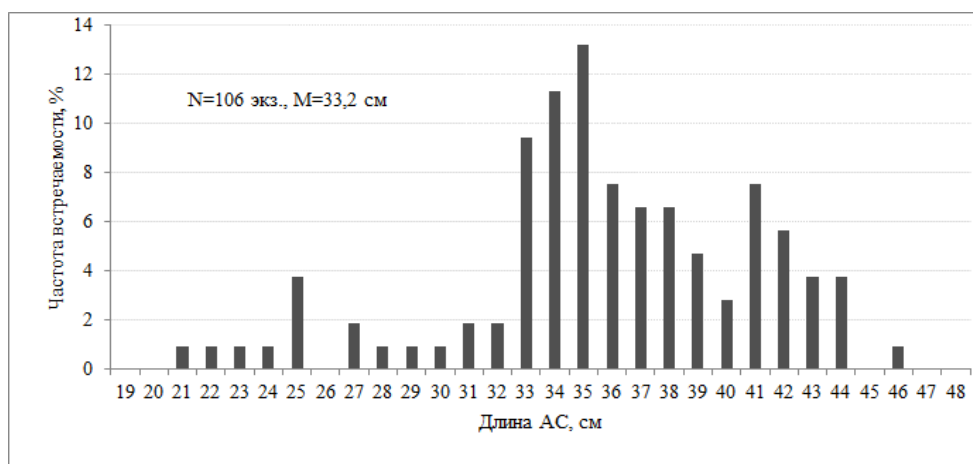


Рис. 47. Размерный состав голубого окуня у северного побережья охотоморской стороны о-ва Кунашир в траловых уловах НИС «Дмитрий Песков» в августе-сентябре 2014 г. (M – ср. длина, N – кол-во промеренных особей)

Имеющиеся данные говорят об относительно стабильном состоянии запасов наиболее значимых промысловых морских прибрежных окуней южных Курильских о-вов в современный период. Среди прибрежных видов окуней (около 10 видов), наибольшую биомассу и промысловое значение имеет голубой окунь. По среднемноголетним данным доля голубого окуня в уловах составляла около 27% общей биомассы данной группы окуней в районе.

По группе глубоководных окуней имеющаяся информация об их прилове на донном траловом промысле длинноперого шипоцека японским флотом показывает, что среди окуней выделяется тихоокеанский окунь (клювач) *S. alutus*, доля которого в уловах составляет около 46%. В редких траловых уловах НИС размеры окуня-клювача на глубине 340 м варьировали в пределах 30–32 см.

Таким образом, до настоящего времени, основной вылов прибрежных видов окуней осуществлялся с охотоморской стороны южных Курильских о-вов (в Кунаширском проливе), при японском сетном промысле терпуга в осенний период. Главную роль в промысловом освоении окуней в океанских водах играет российский траловый флот, добывающий тихоокеанского окуня (клювача) на самом севере Южно-Курильской зоны – в районе о-вов Черные Братья, проливов Уруп и Буссоль.

Определение биологических ориентиров

Определение ОДУ предлагаем выполнять в рамках «предосторожного подхода» в упрощенном его варианте [Бабаян, 2000].

Оценка граничных и целевых ориентиров основывается на непосредственных оценках запаса методом прямого учета и биологических параметрах стада.

Прибрежные окуни. В качестве граничного ориентира по биомассе B_{lim} приняли минимальное наблюдаемое значение запаса голубого окуня за период наблюдений, которое составило 0,02 тыс. т. При снижении биомассы окуней до этого уровня и ниже, изъятие рыб возможно лишь для научно-исследовательских целей на уровне промысловой смертности $F_0=0,025$ (величина F_0 рассчитана из необходимости изъятия около 0,5 т голубого окуня при учетном научном лове).

В качестве целевого ориентира по биомассе B_{tr} предлагаем величину среднемноголетней учтенной промысловой биомассы в период выполненных наблюдений, составляющей 0,13 тыс. т.

По продукционной модели Шефера [Schaefer, 1954] осуществлен расчет максимально устойчивого улова, соответствующего среднемноголетнему уровню запаса вида. Метод основан на линейной зависимости улова на усилие от числа промысловых усилий. По параметрам линейного уравнения представлена в графическом виде зависимость общего вылова от количества усилий по формуле $Y_i=af+bf^2$ (Y_i – общий вылов, «а» и «b» – коэффициенты линейной функции, f – число усилий) и рассчитано значение MSY . Полученное значение MSY (15,5 т) отнесенное к

среднегодовой оценке промысловой биомассы (0,13 тыс. т), устанавливает допустимое изъятие на уровне 11,9%, что соответствует $F=0,131$. Эта величина представляет собой целевой ориентир по промысловой смертности (F_{tr}), используемый для дальнейших расчетов ОДУ.

Глубоководные окуни. В качестве граничного ориентира по биомассе B_{lim} приняли минимальное наблюдаемое значение запаса глубоководных окуней за период наблюдений на японском траловом промысле длинноперого шипощека в Южно-Курильской зоне (0,73 тыс. т). При снижении биомассы ниже этого уровня изъятие рыб возможно лишь для научно-исследовательских целей на уровне промысловой смертности $F_0=0,001$ (величина F_0 рассчитана из необходимости изъятия около 1 т окуней при учетном научном лове).

В качестве целевого ориентира по биомассе B_{tr} предлагаем величину среднегодовой учтенной промысловой биомассы в период выполненных наблюдений, составляющей 1,67 тыс. т.

По продукционной модели Шефера [Schaefer, 1954] осуществлен расчет максимально устойчивого улова, соответствующего среднегодовому уровню запаса вида. Полученное значение MSY (39,2 т) отнесенное к среднегодовой оценке промысловой биомассы (1,67 тыс. т), устанавливает допустимое изъятие на уровне 3,0%, что соответствует $F=0,003$. Эта величина представляет собой целевой ориентир по промысловой смертности (F_{tr}), используемый для дальнейших расчетов ОДУ.

Обоснование правила регулирования промысла

Исходя из того, что промысел окуней в Южно-Курильской зоне базируется на двух группах окуней – прибрежных и глубоководных, правила регулирования промысла были разработаны отдельно для этих групп. В основу ПРП для прибрежных окуней были заложены сведения по запасам голубого окуня, а ПРП для глубоководных окуней сформированы для тихоокеанского окуня (клювача).

Схема регулирования промысла голубого окуня в Южно-Курильской зоне представлена на рисунке 48.

При величине промысловой биомассы, находящейся в зоне подорванного запаса, изъятие окуней возможно лишь в научно-исследовательских целях, на уровне промысловой смертности 0,025. В случае если запас превышает целевой ориентир по биомассе, т.е. находится в зоне максимальной интенсивности промысла, допустимо его изъятие на уровне $F=0,131$ (или 11,9%). Если величина промыслового запаса находится в зоне восстановления, то величина F_i рассчитывается из следующей формулы: $F_i=(F_{tr}-F_0)(B_i-B_{lim})/(B_{tr}-B_{lim})+F_0$ [Бабаян, 2000].

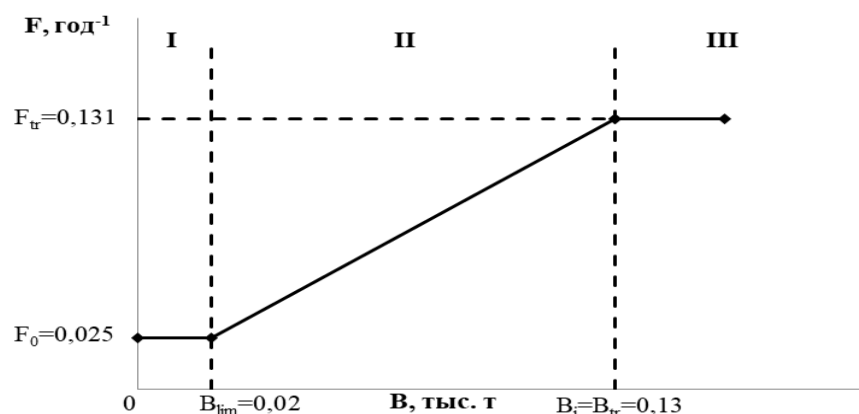


Рис. 48. Схема регулирования промысла голубого окуня в Южно-Курильской зоне. I – зона «подорванного» запаса, максимальное ограничение промысла, II – зона восстановления запаса, III – зона максимальной интенсивности промысла

Схема регулирования промысла глубоководных окуней в Южно-Курильской зоне представлена на рисунке 49.

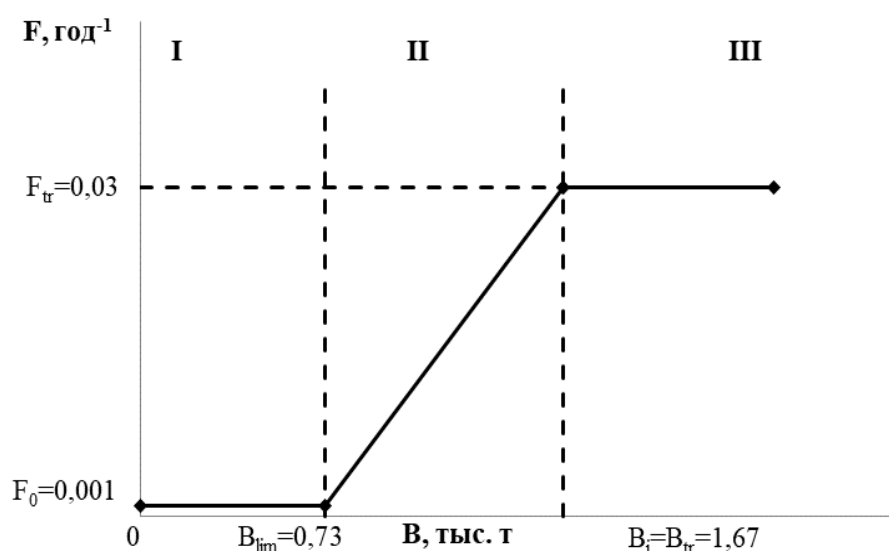


Рис. 49. Схема регулирования промысла глубоководных окуней в Южно-Курильской зоне. I – зона «подорванного» запаса, максимальное ограничение промысла, II – зона восстановления запаса, III – зона максимальной интенсивности промысла

При величине промысловой биомассы, находящейся в зоне подорванного запаса, изъятие окуней возможно лишь в научно-исследовательских целях, на уровне промысловой смертности 0,001. В случае, если запас превышает целевой ориентир по биомассе, т.е. находится в зоне максимальной интенсивности промысла, допустимо его изъятие на уровне $F=0,03$ (или 3,0%). Если величина промыслового запаса находится в зоне восстановления, то величина F_i рассчитывается из следующей формулы: $F_i = (F_{tr} - F_0) (B_i - B_{lim}) / (B_{tr} - B_{lim}) + F_0$ [Бабаян, 2000].

Прогнозирование состояния запаса

Промысловая биомасса голубого окуня, доминирующего на большинстве типов промысла, оценивается по результатам траловых съемок в пределах от 0,02 до 0,27 тыс. т, в среднем 0,13 тыс. т.

В связи с отсутствием данных о современной возрастной структуре уловов, принимая во внимание, что окуни являются долгоживущими видами и характеризуются медленным обновлением стада, предполагается, что в 2026 г. промысловый запас окуней в зоне Южно-Курильской будет находиться на среднемноголетнем уровне, и для расчета ОДУ принимаем за величину запаса группы прибрежных окуней – 0,48 тыс. т; глубоководных окуней – 1,67 тыс. т.

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Исходя из вышеизложенного, ОДУ прибрежных окуней в 2026 г. в Южно-Курильской зоне рекомендуется на уровне 11,9% от предполагаемого запаса 0,48 тыс. т, что составляет 0,057 тыс. т. Общий допустимый улов глубоководных окуней рекомендуется на уровне 3,0% от предполагаемого запаса 1,67 тыс. т, что составляет 0,050 тыс. т.

Таким образом, **ОДУ окуня морского в Южно-Курильской зоне в 2026 г.** предлагаем установить на уровне **0,107 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

Имеющихся материалов недостаточно для выполнения диагностических процедур.

ШИПОЩЕК (виды рода *Sebastolobus*)

Аляскинский шипошек (*Sebastolobus alascanus*)

Длинноперый шипошек (*Sebastolobus macrochir*)

61.01 - Зона Западно-Беринговоморская

Исполнители: Н.Л. Асеева, М.И. Горюнов («ТИНРО»)

Куратор: А.В. Согрина («ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Для подготовки прогноза основой послужили данные учётных траловых съёмок, выполненных в июне-августе 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018, 2020 и 2024 гг. (НИС «ТИНРО», «Профессор Кагановский», «Профессор Леванидов» и «Бухоро»), ОСМ Росрыболовства за 2006-2024 гг. Для доступа к ОСМ и первичной обработке данных применяли программу «FMS analyst» [Vasilets, 2015]. Также использованы данные наблюдателей «КамчатНИРО» на РТМ «Камлайн» – в 2010 и апреле 2011 гг., РТМ «Антей» – в октябре-ноябре 2011 г., РТМ «Арктур» – в апреле-мае 2012 г., по данным наблюдений в апреле на ЯМС «Восток-4 и на ЯМС «Восток-3» в сентябре 2018 г., на ЯМС «Восток-4» в сентябре-ноябре 2019 и на АО РК «Восток-1» в августе-сентябре 2023 г.

Поскольку в основу прогноза по шипошкам Западно-Беринговоморской зоны положены результаты нерегулярных донных траловых съёмок и нерегулярные мониторинговые работы на промысловых судах, информационное обеспечение соответствует III уровню (приказ Росрыболовства от 6.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запасов

Оценка запасов выполнялась традиционными методами [Основные методы оценки, 2013], включая метод многоугольников, соответствующих каждому отдельному тралению (ячейки Дирхле-Вороного или полигоны Тиссена), с применением программы ArcView Gis 3.2a [Борисовец, Надточий, 2003], метод сплайн-аппроксимации [Столяренко, Иванов, 1988], где был учтен район исследований с применением программы «КартМастер v.4.1». Определены численность и биомасса водных биологических ресурсов, величины запаса и его прогноз, оценка возможной доли изъятия. При расчётах величины ОДУ учитывали предельно допустимый годовой объем изъятия из популяции [Alverson, Pereyra, 1969, Тюрин, 1972]. Результаты исследований не позволяют выделить промысловые и биологические ориентиры для формирования ПРП на основе принципа предосторожности.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

В Западно-Беринговоморской зоне специализированный промысел шипощек не ведется, добывают их только в качестве прилова. Основу прилова составляет аляскинский шипошек *Sebastolobus alascanus*. Результаты наблюдений на промысле в 2000–2018 гг. в районе м. Олюторский показали, что доля аляскинского шипощека в уловах составляла 95–97% от всех видов шипощек. При траловых съёмках, выполненных в Западно-Беринговоморской зоне в 2008 и 2010 гг., регистрировался только аляскинский шипошек, а в 2012, 2015, 2017 и 2018 гг. он составлял 98-99% улова всех видов шипощек.

Вылов шипощека в 2006–2024 гг. изменялся от 1,2 до 54,2 т. В 2014 г. вылов составил 4,6 т (12,4% ОДУ), в 2015 г. он вырос до 40,3 т (108,9% ОДУ), в 2016 г. снизился до 25,8 т (69,7% ОДУ), а в 2017 г. до 15,1 т (40,8% ОДУ), в 2019 г. вылов увеличился до 54,2 т (112,9% ОДУ), в 2020 г. снизился до 31,8 т (93,5% ОДУ), в 2021-2022 гг. вылов составил 50,7-51,0 т (84,5-85% ОДУ), в 2023 г. – 44,6 т (74,3% ОДУ), в 2024 г. вылов понизился до 18,1 т (30,2% ОДУ) (табл. 1).

Таблица 1

ОДУ, вылов и освоение шипощек в Западно-Беринговоморской зоне

Год	ОДУ, т	Вылов, т	Освоение, %
2006	15,0	1,2	8,0
2007	15,0	3,7	24,7
2008	15,0	5,0	33,3
2009	15,0	3,1	20,7
2010	15,0	1,2	8,0
2011	15,0	17,1	114,0
2012	15,0	15,9	106,0
2013	147,0	9,2	6,3
2014	37,0	4,6	12,4
2015	37,0	40,3	108,9
2016	37,0	25,8	69,7
2017	37,0	15,1	40,8
2018	48,0	28,7	59,8
2019	48,0	54,2	112,9
2020	34,0	31,8	93,5
2021	60,0	50,7	84,5
2022	60,0	51,0	85,0
2023	60,0	44,6	74,3
2024	60,0	18,1	30,2

Превышение ОДУ произошло, в значительной степени, за счет облова рыбаками плотных скоплений шипощека, сформированных на локальных участках шельфа. Поскольку объёмы перелова незначительны, а прогнозы формируются с учётом предосторожного подхода, негативного влияния на состояние запасов шипощека не ожидается.

В 2011–2024 гг. на долю траулеров приходилось более 70% общего вылова шипощека в районе, за исключением 2014 г. (23,5%).

В период 2011–2024 гг. количество судосуток на промысле как при тралово-снюрреводном, так и ярусном лове значительно изменялось, как и вылов на судосутки.

В 2011 г. улов на судосутки промысла траловыми орудиями лова составил 4,56 т. В период 2012–2014 гг. этот показатель постепенно снижался, вплоть до 0,5 т/судосутки в 2014 г. В 2015 г. уловы на судосутки возросли до 0,8 т. В последующие два года (2016 и 2017) уловы на судосутки держались на одной отметке – 1,2 т, а в 2018 г. резко снизились до 0,3 т/судосутки. В 2019 г. этот показатель несколько вырос и достиг 0,9 т/судосутки, тогда как в 2020 г. незначительно понизился и составил 0,6 т/судосутки т, в 2021 г. уловы на судосутки выросли до 2,8 т/судосутки, в 2022 г. снизились до 1,43 т/судосутки, в 2023 г. выросли до 2,1 т/судосутки, а в 2024 г. снова упали до 0,37 т/судосутки (рис. 1).

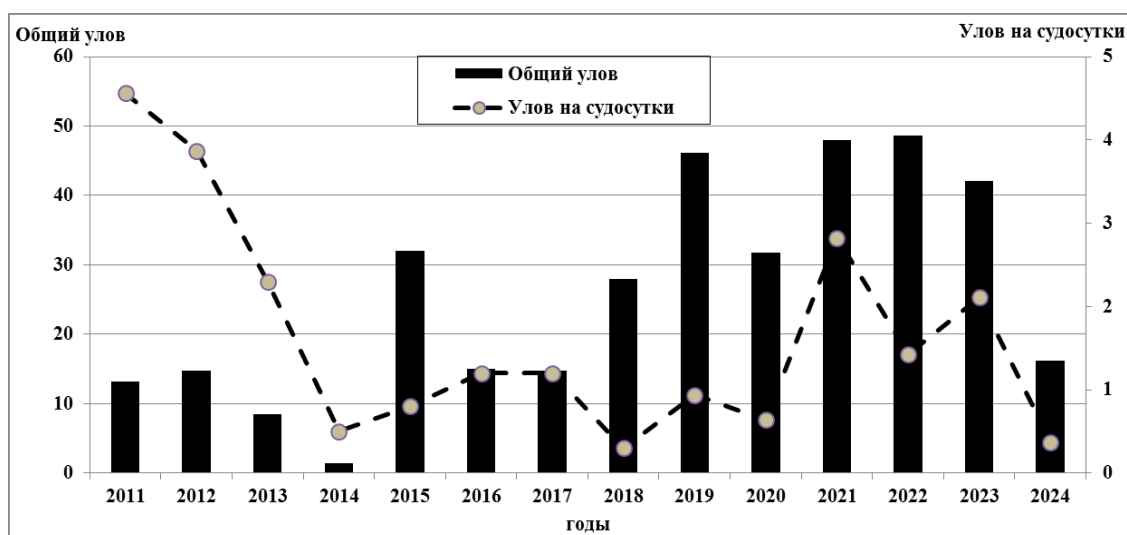


Рис. 1. Общий вылов и улов на судосутки при траловом промысле шипощека в Западно-Беринговоморской зоне в 2011–2024 гг.

При ярусном промысле в 2012–2015 гг., уловы на судосутки практически не изменялись – от 0,07 до 0,09 т. В 2016–2017 гг. отмечено снижение, соответственно, до 0,04 и 0,02 т. В 2018 г. улов на судосутки вырос до 0,19 т. В 2019 г. вернулся на уровень 2011–2015 гг. – 0,08 т/судосутки. В 2020 г. уловы на судосутки снизились до 0,04 т. В 2021–2022 гг. отмечено повышение до 0,074 и до 0,105 т, соответственно. В 2023–2024 гг. улов на судосутки понизился и составил 0,06 и 0,035 т, соответственно (рис. 2).

Согласно информации, полученной с промысловых судов, общий вылов шипощека в Беринговом море в 2019 и 2022 гг. при траловом промысле был самым значительным за последние 10 лет – 46,09 и 47,9 т, соответственно. Уловы на траление в Западно-Беринговоморской зоне изменялись от 0,014 до 30,9 т, составив в среднем 0,94 т.

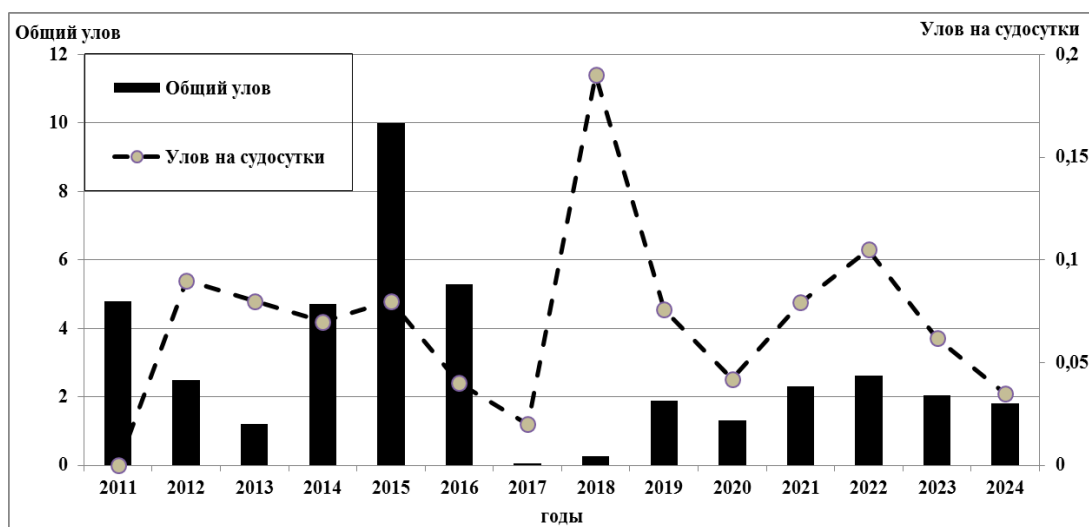


Рис. 2. Общий вылов и улов на судосутки при ярусном промысле шипоЩека в Западно-Беринговоморской зоне в 2011–2024 гг.

Наибольшая встречаемость шипоЩека в 2022 г. была отмечена в координатах $174^{\circ}48'–179^{\circ}39'$ с.ш. и $60^{\circ}30'–62^{\circ}21'$ в.д., на глубинах 140–750 м (в основном 350–500 м). В этой акватории шипоЩек встречался в уловах в течение 17 судосутки, что составило 65% от общего числа судосутки лова данного вида в 2022 г.

В 2023 г. уловы шипоЩека были отмечены в Олюторском заливе, в районе $168^{\circ}6'–170^{\circ}23'$ с.ш. и $58^{\circ}36'–60^{\circ}01'$ в.д. на глубинах 170–450 м. Общий вылов шипоЩека на данной акватории составил 15,5 т.

Традиционно было отмечено два основных района результативного ярусного промысла шипоЩека. Первый — на западе Западно-Беринговоморской зоны, в районе Олюторского залива, в координатах $169^{\circ}54'–171^{\circ}19'$ с.ш. и $57^{\circ}40'–59^{\circ}19'$ в.д. на глубинах 500–1480 м.

Также шипоЩек встречался на востоке зоны — в координатах $178^{\circ}58'–179^{\circ}58'$ с.ш. и $60^{\circ}27'–60^{\circ}56'$ в.д., на глубинах 400–1200 м (преимущественно 1000–1200 м).

По данным учётных работ, выполненных в начале 2000-х гг., общая биомасса шипоЩеков оценивалась в 0,15 тыс. т. При выполнении контрольного лова в 2000–2008 гг., уловы в этом районе были относительно высокими и в среднем составляли 0,25 т/час траления. По данным траловой съёмки 2008 г., учтённая биомасса аляскинского шипоЩека в Западно-Беринговоморской зоне составила 2,55, в 2010 г. — 1,35, в 2012 г. — 1,28, а в 2015 г. — 0,76 тыс. т. В 2017 г. биомасса составила всего 0,04 тыс. т, но поскольку была обследована только верхняя часть материкового склона, использование этих данных некорректно (табл. 2).

По данным траловой съёмки осенью 2018 г., а учтенная биомасса аляскинского шипоЩека в Западно-Беринговоморской зоне составила 1,67 тыс. т. Таким образом, после незначительного снижения биомассы в период 2010–2015 гг., съёмка 2018 г. показала рост биомассы.

Таблица 2

Оценка биомассы шипошека по данным учетных донных траловых съемок в период 2008-2024 гг.

Год	Биомасса, тыс. т
2008	2,55
2010	1,35
2012	1,28
2015	0,76
2018	1,67
2020	1,30
2024	3,22

В 2020 г. в Западно-Беринговоморской зоне запасы *S. alascanus* были оценены в 2,00 млн экз. и 1,30 тыс. т (табл. 2). В 2024 г. учтенная биомасса аляскинского шипошека в Западно-Беринговоморской зоне составила 4,03 млн экз. и 3,22 тыс. т, из чего следует, что за последний десятилетний период величина биомассы данного вида на континентальном склоне Берингова моря в диапазоне исследованных глубин находится на хорошем уровне.

В 2009–2012 гг. в уловах было отмечено значительное количество малоразмерных особей аляскинского шипошека (рис. 3).

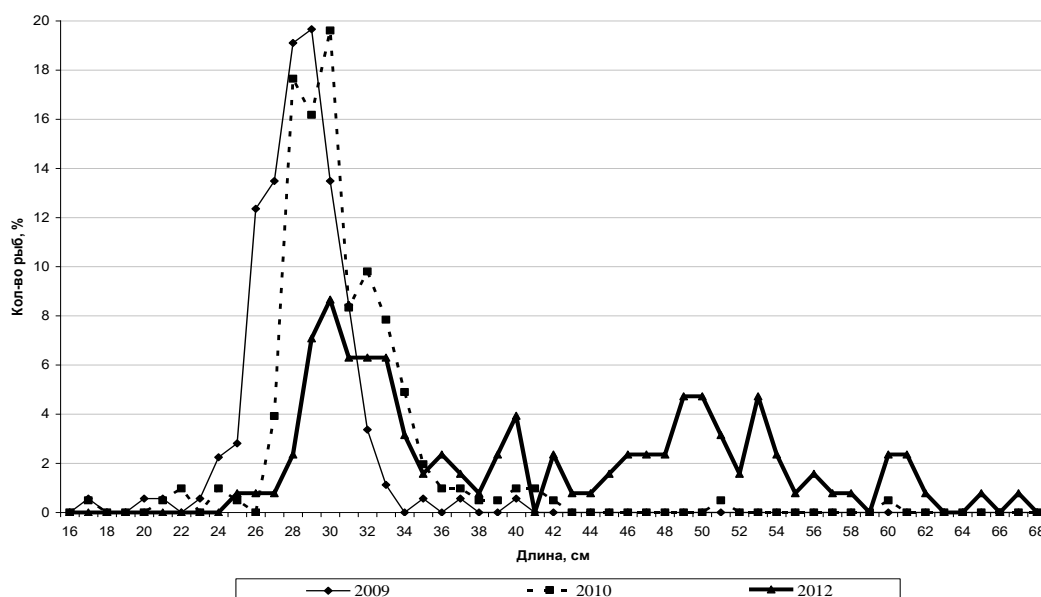


Рис. 3. Размерный состав *S. alascanus* в Западно-Беринговоморской зоне в 2009–2010, 2012 гг. (2009 г. – $N = 178$, $M = 28,3$; 2010 г. – $N = 204$, $M = 30,6$ см; 2012 г. – $N = 127$, $M = 41,0$ см)

По данным съемки 2018 г., основу численности шипошека формировала молодь размерами 21–35 см (73,2%), при средней длине 34,9 см. Особи длиной более 47 см встречались в уловах единично (рис. 4).

По данным наблюдения ЯМС «Восток–4» на ярусном лове, в 2018 г. облавливался более крупноразмерный шипошек (АС ср. – 53,8 см), но

встречался он в уловах в незначительных количествах. Основные его концентрации отмечены в диапазоне глубин 350–400 м, а основу численности (77%) составляли особи длиной 40–60 см (рис. 5).

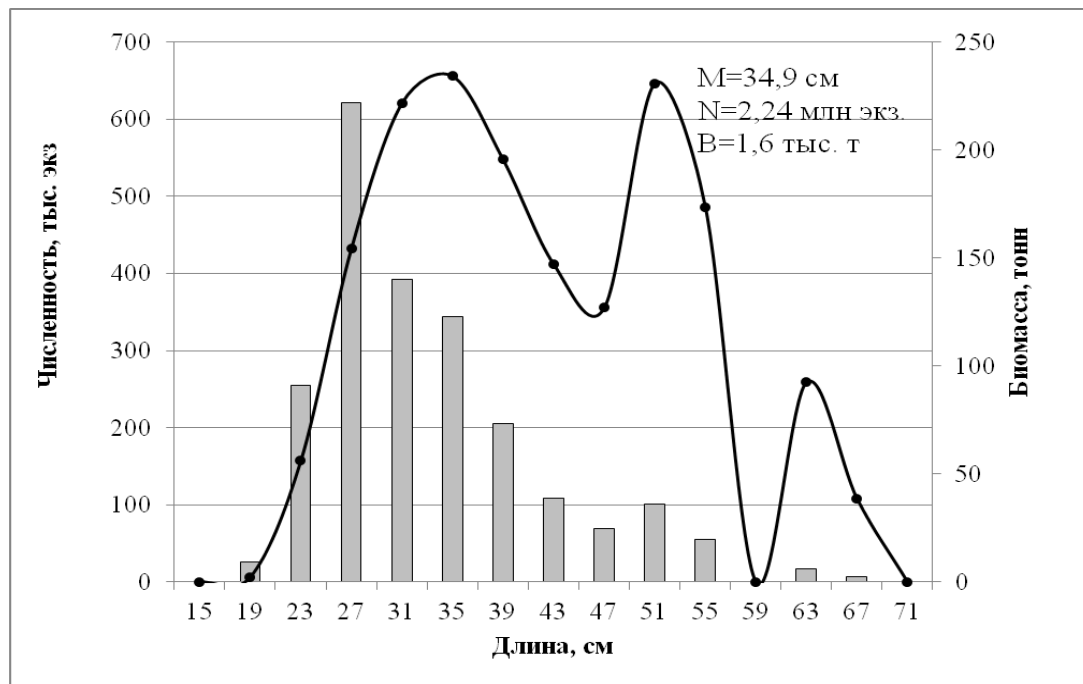


Рис. 4. Распределение численности и биомассы *S. alascanus* по размерным группам по данным донной траловой съёмки в Западно-Беринговоморской зоне в сентябре 2018 г. ($n = 169$ экз., M – средняя длина, N – численность, B – биомасса)

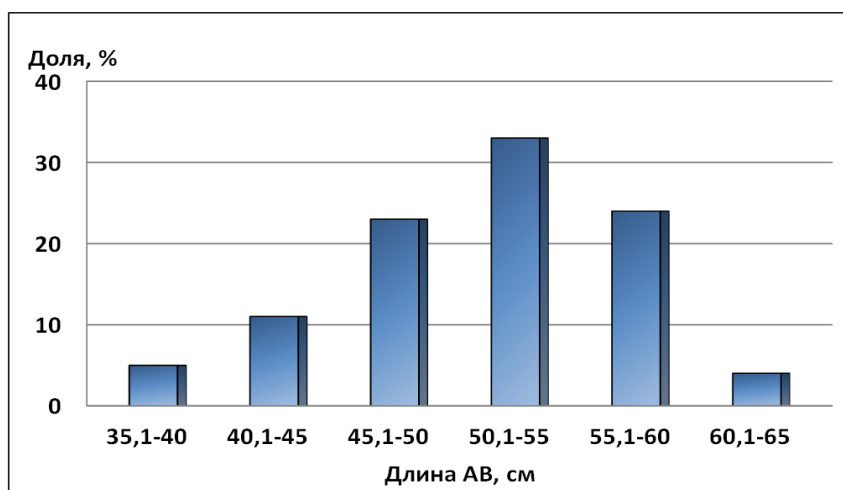


Рис. 5. Размерный состав *S. alascanus* в Западно-Беринговоморской зоне по данным мониторинга на судах ярусного лова в 2018 г. ($N = 200$, $M = 53,8$ см, N – количество исследованных рыб, M – средняя длина особей)

По данным наблюдения на ярусном лове в 2019 г. на ЯМС «Восток-4», так же, как и при мониторинге в 2018 г., встречался крупноразмерный шипошек (АС ср. – 53,5 см), основные его концентрации отмечены в диапазоне глубин 300–450 м, а основу численности (83%) составляли особи длиной 45–60 см (рис. 6).

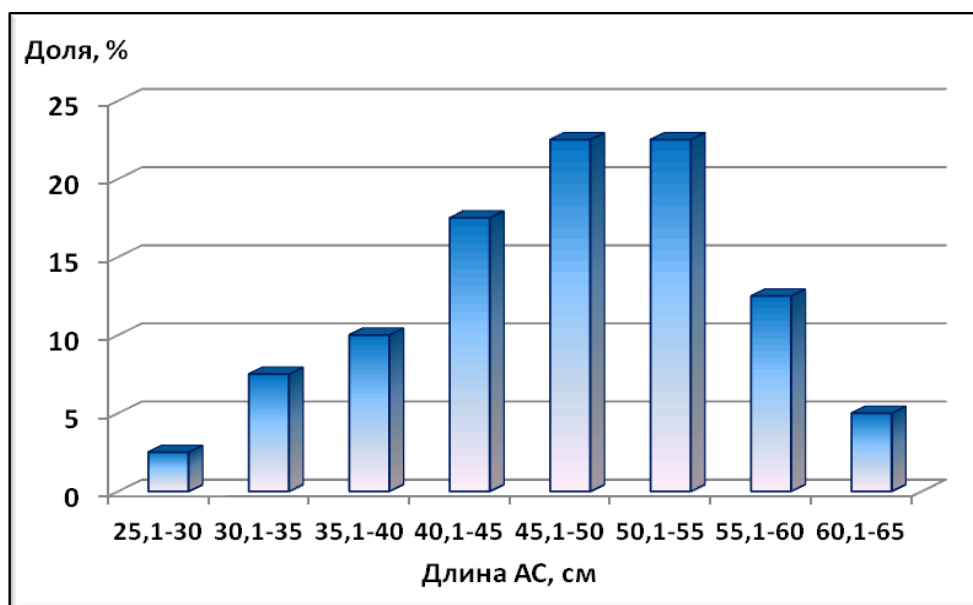


Рис. 6. Размерный состав *S. alascanus* в Западно-Беринговоморской зоне по данным мониторинга на судах ярусного лова в 2019 г. ($N = 156$, $M = 47,5$ см, N – количество исследованных рыб, M – средняя длина особей)

По данным наблюдения на ярусном лове в 2023 г. на ЯМС «Восток-4», так же, как и при мониторинге в 2019 г., встречался крупноразмерный шипошек (АС ср. – 51,5 см), основные его концентрации отмечены в диапазоне глубин 300–450 м, а основу численности составляли особи 50–51 см (рис. 7).

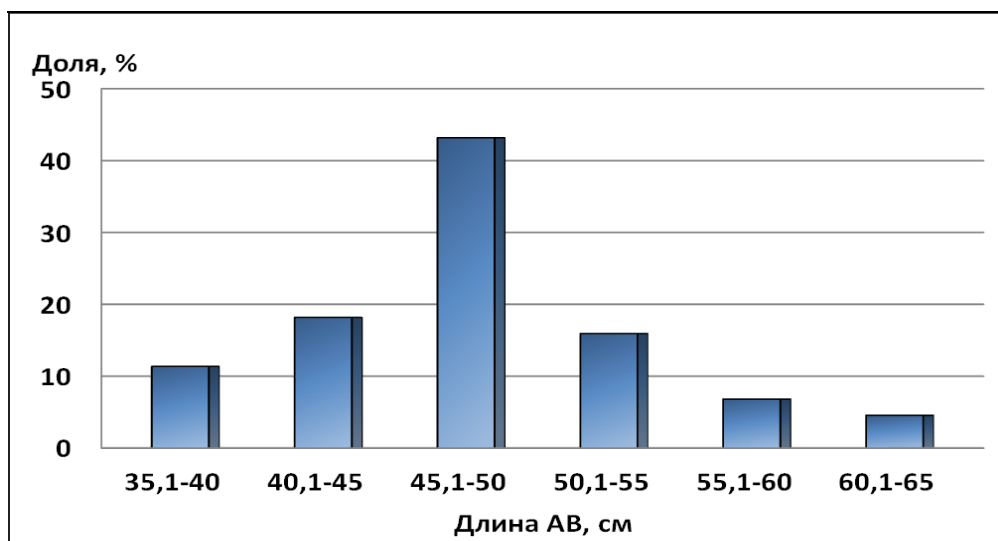


Рис. 7. Размерный состав *S. alascanus* в Западно-Беринговоморской зоне по данным мониторинга на судах ярусного лова в 2023 г. ($N = 44$, $M = 51,5$ см, N – количество исследованных рыб, M – средняя длина особей)

По данным съемки 2020 г., на НИС «ТИНРО» в Западно-Беринговоморской зоне размерный состав *S. alascanus* был представлен размерными группами от 10 до 70 см, в среднем 35,0 см. В качестве

модальных выделялись группы 30–45 см, составлявшие в сумме 64,2–67,4% общей численности (рис. 8).

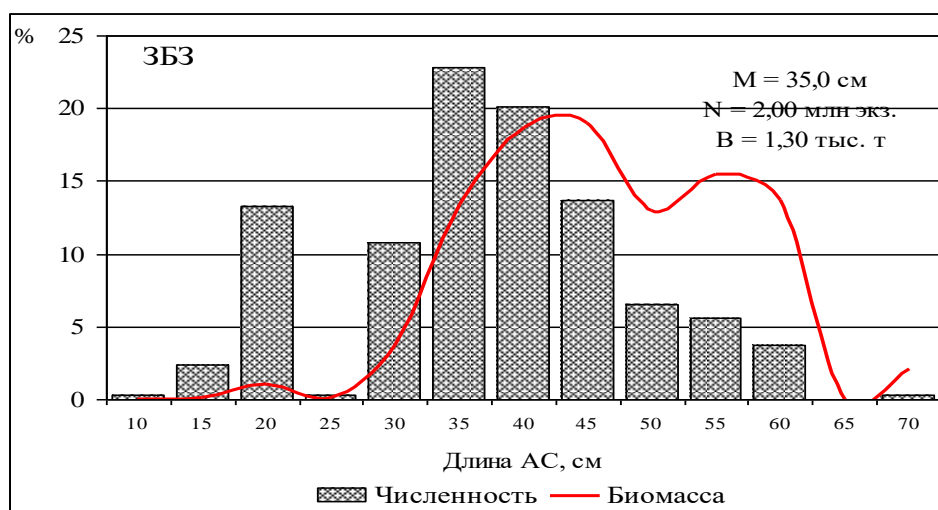


Рис. 8. Распределение численности и биомассы *S. alascanus* по размерным группам по данным донной траловой съёмки в Западно-Беринговоморской зоне в сентябре 2020 г. (M – средняя длина, N – численность, B – биомасса)

По данным учётной съёмки 2024 г., осенью на материковом склоне западной части Берингова моря размеры аляскинского шипощека варьировали в пределах 15–66 см (рис. 9). Основу численности размерного ряда формировали рыбы длиной 19–30 см (28%) и 31–50 см (60%). Учитывая, что переход молоди *S. alascanus* от пелагического образа жизни к донному происходит при длине 22–27 см, можно предположить, что мелкоразмерные рыбы облавливались во время подъема трала.

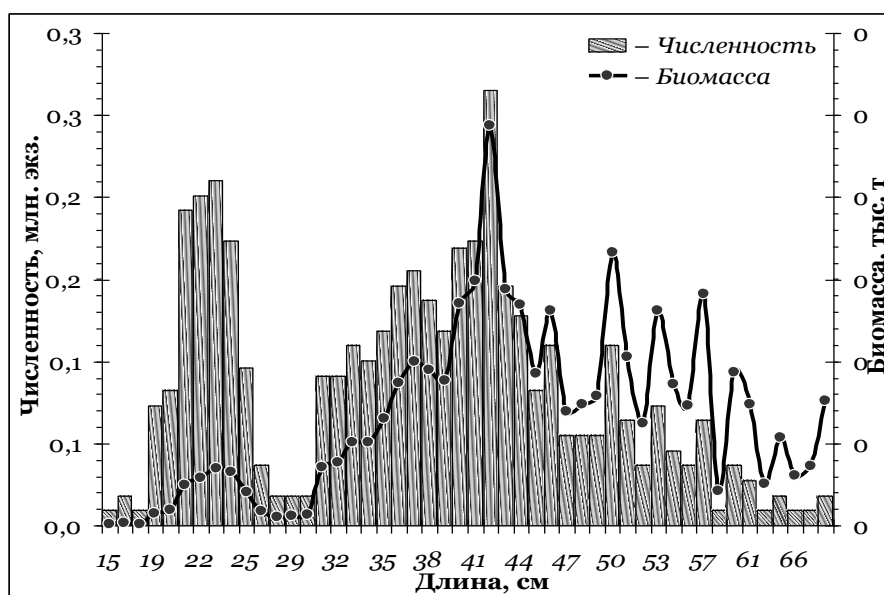


Рис. 9. Распределение численности и биомассы *S. alascanus* по размерным группам по данным донной траловой съёмки в Западно-Беринговоморской зоне в сентябре 2024 г. ($n = 69$ экз., M – средняя длина, N – численность, B – биомасса)

Так как аляскинский шипошек относится к медленно растущим и поздносозревающим (в 10–15-годовалом возрасте при длине 40–45 см) рыбам [Новиков, 1974; Токранов, 2000], подавляющее большинство рыб (более 52%) в уловах были неполовозрелыми.

Обоснование правила регулирования промысла

В связи с дефицитом информационного обеспечения и отсутствием специализированного промысла, разработать правило регулирования промысла данной единицы запаса в настоящее время не представляется возможным.

Прогнозирование состояния запаса

Съемка 2015 г. охватила участок материкового склона Западно-Беринговоморской зоны между 172 и 178° в.д. (рис. 10). Максимальная плотность распределения *S. alascanus* (средняя 977 кг/км²) отмечена в батиметрическом диапазоне 500–600 м при максимальных плотностях 4,64 т/км² (2856 экз./км²) на глубине 549 м, в координатах 61°08'3" с.ш. и 174°56'9" в.д.

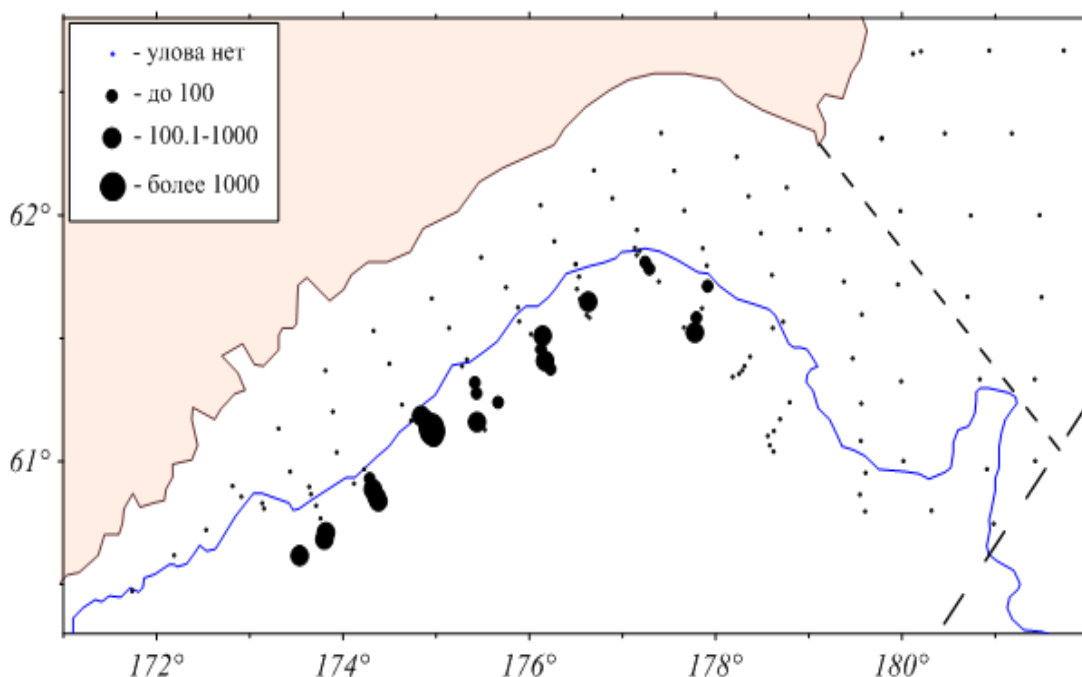


Рис. 10. Распределение плотности *S. alascanus* в Олюторско-Наваринском районе Западно-Беринговоморской зоны летом 2015 г., экз./км²

Съемка 2018 г. охватила участок материкового склона Западно-Беринговоморской зоны между 173° и 179° в.д. (рис. 11). Средняя концентрация на акватории исследования составила 233 кг/км², а максимальная плотность биомассы – 854 кг/км² (419 экз./км²) отмечена на глубине 612 м, в координатах 61°00,3' с.ш. и 175°56,9' в.д.

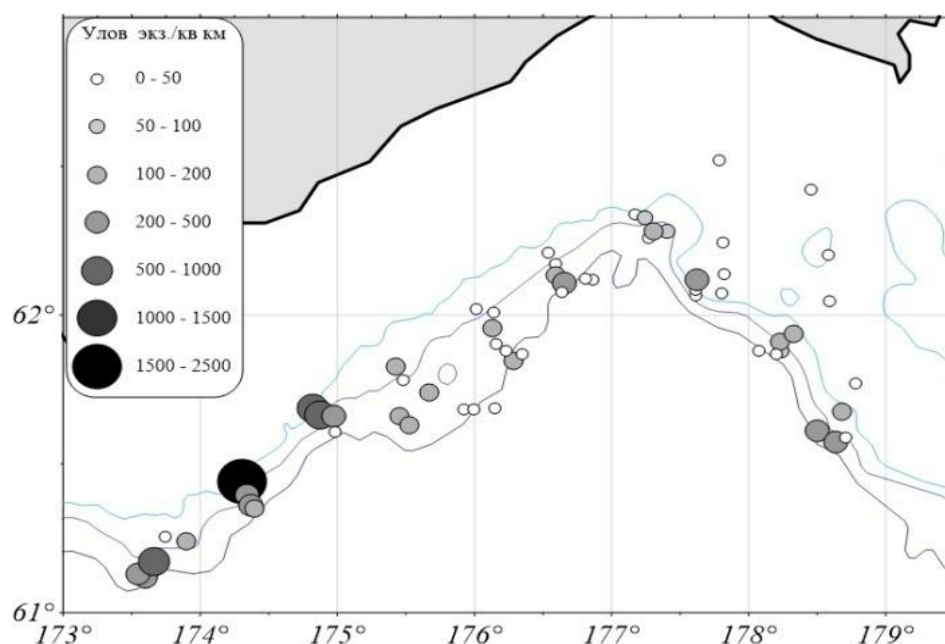


Рис. 11. Распределение плотности *S. alascanus* в Западно-Беринговоморской зоне осенью 2018 г., экз./км²

По данным съемки в сентябре 2020 г., аляскинский шипошек встречался в 40% тралений в диапазоне глубин 285–856 м. Его максимальные уловы в количественном выражении составляли 46 экз. в пересчете на часовое усилие (в весовом – 32,62 кг/час траления) (рис. 12). Расчетная средняя плотность распределения численности и биомассы равна 0,18–0,19 тыс. экз./км² и 0,12–0,15 т/км² (с учетом нулевых уловов по данному виду).

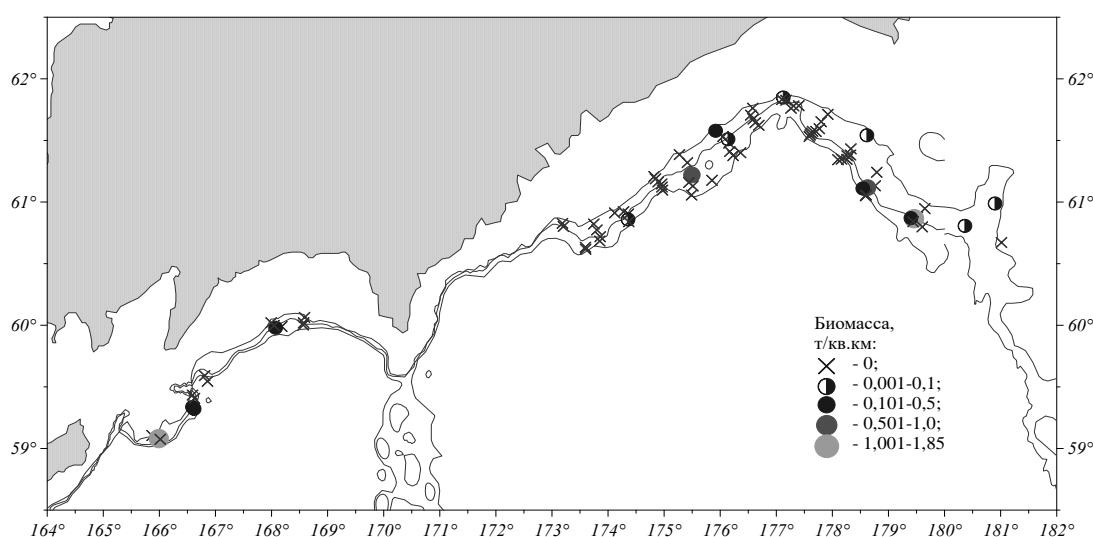


Рис. 12. Плотность распределения численности и биомассы *S. alascanus* на континентальном склоне западной и северо-западной части Берингова моря в сентябре 2020 г.

По данным съёмки в сентябре 2024 г., аляскинский шипошек встречался в пределах внешнего края шельфа и в верхней части

материкового склона Олюторско-Наваринского района, в диапазоне глубин: 220–980 м. Средняя плотность распределения шипощека составляла 423 экз./км² или 406 кг/км². Более плотные скопления с уловами на усилие от 60 до 94 экз./час траления (10–98 кг/час траления) или 1,31–2,27 тыс. экз./км² (211–2,29 т/км²) шипощека были зарегистрированы на глубинах траления от 350 до 550 м. На Карагинском свале глубин уловы составляли от 6 до 34 экз./час траления (2,4–17,9 кг/час траления). Показатели численности и биомассы на единицу площади в среднем составили 280 экз./км² и 177 кг/км² (рис. 13).

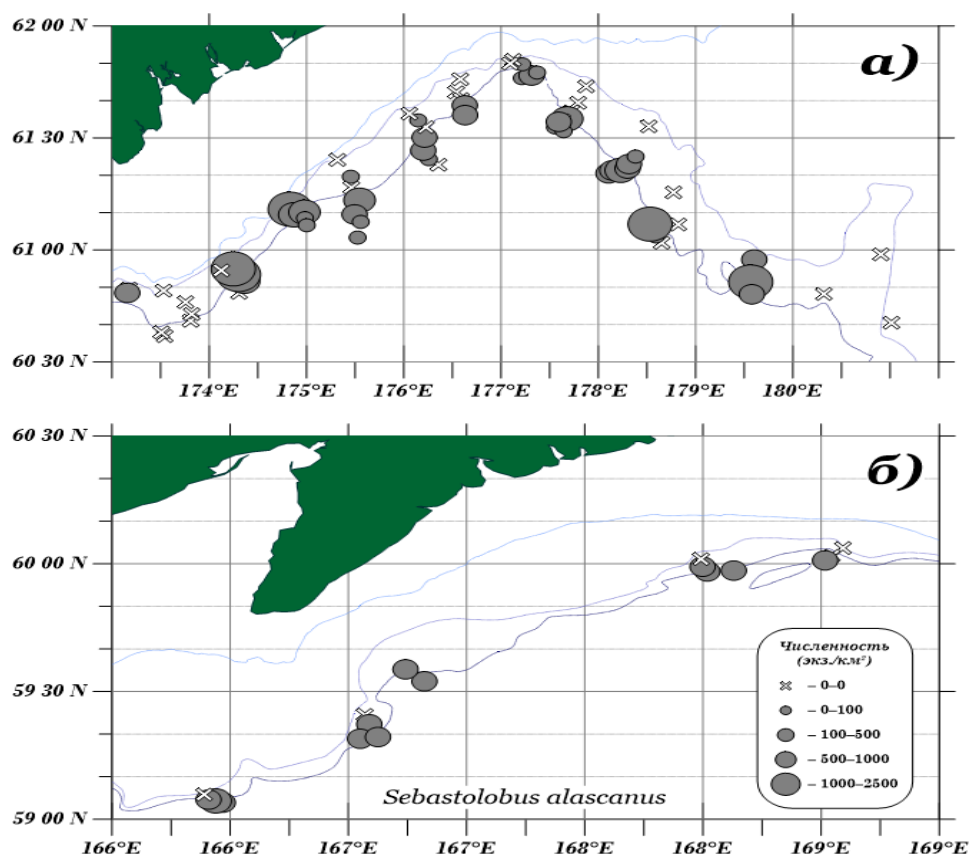


Рис. 13. Распределение численности аляскинского шипощёка на Корякском (а) и Карагинском (б) свалах глубин материкового склона Берингова моря в августе–сентябре 2024 г.

Суммарная численность и биомасса аляскинского шипощека по данным съемки в двух районах свала глубин западной части Берингова моря была оценена в 4,03 млн экз. и 3,22 тыс. т, из которых 3,21 млн экз. и 2,66 тыс. т пришлось на Западно-Берингоморскую зону.

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

На основе данных о возрасте массового созревания самок шипощека (13 лет), с учетом коэффициента изъятия (10%), определяемого в соответствии с концепцией Е.М. Малкина [1999], ОДУ шипощека на 2026 г. в этом районе мог бы составить 0,320 тыс. т [Новиков, 1974, Токранов, 2000; Антонов, 2011]. Однако, поскольку шипощеки являются долгоживущими

видами и учитывая отсутствие их специализированного промысла в данном районе, **ОДУ шипошека в Западно-Беринговоморской зоне в 2026 г.** рекомендуется оставить на уровне 2024 г., в объеме **0,060 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

В связи с тем, что ОДУ данной единицы запаса определяется методом неполных данных прямого учета, выполнить тестирование полученных результатов в настоящее время не представляется возможным.

61.02 - Зона Восточно-Камчатская

61.02.1 - Карагинская подзона

Исполнители: Д.А. Терентьев, А.И. Варкентин («КамчатНИРО»)

Куратор: А.В. Согрина (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Основой для оценки текущего и перспективного состояния запаса, а также определения ОДУ шипошека в Карагинской подзоне в 2026 г. послужили следующие данные:

- информация, собранная научными наблюдателями в разные годы на промысловых судах, ведущих донный траловый промысел;
- данные судовых суточных донесений (ССД) и оперативной отчетности предприятий (ООП) из отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (ОСМ).

Для доступа к ОСМ и первичной обработки данных применяли программу «FMS analyst» [Vasilets, 2015].

В соответствии с приказом Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, минимальные требования к составу информации для I уровня являются: сведения о вылове по возрастным или функциональным группам и годам промысла, данные о средней массе, относительном количестве половозрелых рыб, коэффициентах мгновенной естественной смертности по возрастным группам. Результаты учетных съемок, данные промысловой статистики об уловах на единицу промыслового усилия и/или промысловых усилиях, стандартизованные с помощью статистических методов, представляют собой дополнительную информацию для настройки модели.

Такие данные для шипошека в Карагинской подзоне в настоящее время отсутствуют, главным образом, потому что не удастся проводить регулярные исследования на промысловых судах. Когортные модели в отношении этого запаса неприменимы.

Согласно тому же приказу, минимальные требования к составу информации для II уровня — исторические ряды уловов и уловов на единицу промыслового усилия. Кроме того, для применения моделей прибавочной продукции необходимо соблюдение одного важного условия — улов на

усилие должен быть отрицательно связан с количеством усилий. Такая связь отсутствует, т.к. шипощека в Карагинской подзоне в последние годы добывают только в качестве прилова.

Учитывая вышеизложенное, информационное обеспечение прогноза в наибольшей степени соответствует III уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

Согласно вышеупомянутому приказу, недостаточная полнота и/или качество доступной информации, свойственной запасам с III уровнем информационного обеспечения, исключает использование моделей эксплуатируемого запаса. Обоснование строится на эмпирических, трендовых, индикаторных и других приближенных методах, применяемых в случае дефицита информации.

С 2018 г. для данного запаса ОДУ определяется с помощью, так называемого, «немодельного» метода — AvC [Geromont, Butterworth, 2015], реализованного в программном пакете DLMtool [Методические рекомендации, 2018].

Указанный метод реализует схему управления типа «status quo», в соответствии с которой ОДУ определяется как средний вылов за период наблюдений.

При реализации всех немодельных методов предполагается, что статистика вылова содержит в себе ошибки, распределенные по лог-нормальному закону: $\varepsilon_y^C \sim N(\mu, \sigma_C^2)$, где:

μ — среднее значение, σ_C — стандартное отклонение логарифмированных значений остатков.

При прогнозировании величины вылова на год вперед данное предположение учитывается в виде:

$$C_y = TAC_y e^{\varepsilon_y^C - \frac{\sigma_C^2}{2}}, \text{ где } TAC — \text{ОДУ.}$$

Таким образом, результатом использования немодельных методов обоснования ОДУ являются распределения рекомендуемых величин вылова, полученные в ходе стохастических экспериментов.

Входной информацией для метода AvC являются сведения о вылове по годам (табл. 3).

Помимо сведений о вылове, наличие индекса обилия позволяет применять более сложные методы типа: Islope, Itarget, ICI, GB_slope и Iratio [Butterworth, Geromont, 2001].

Обычно в качестве индекса обилия используют уловы на единицу усилия. В распоряжении имеются подобные сведения (кг/час траления), полученные наблюдателями «КамчатНИРО» на донном траловом промысле рыб материкового склона в первой половине года только в 2008, 2012 и 2018 гг. Величина индекса варьирует в широких пределах, что вряд ли отражает динамику запаса.

Входная информация для расчета ОДУ шипоЩека в Карагинской подзоне

Год	Вылов, т
2008	12,860
2009	0,200
2010	0,000
2011	0,000
2012	0,550
2013	0,000
2014	0,000
2015	0,000
2016	0,000
2017	0,230
2018	0,568
2019	0,424
2020	0,080
2021	0,030
2022	0,495
2023	0,708
2024	0,563

Следует иметь в виду, что специализированный промысел шипоЩека в Карагинской подзоне не ведется, его добывают только в качестве прилова при промысле палтусов, трески и других видов рыб.

В качестве индекса обилия допускается использовать результаты оценок, полученные методами прямого учета. В Карагинской подзоне донные траловые съемки выполняются в основном только на шельфе на глубинах 20–250 (300) м, и шипоЩек в уловах встречался единично, либо отсутствовал. В сентябре 2018 г. в западной части Берингова моря на НИС «Профессор Леванидов» была проведена короткая глубоководная донная траловая съемка. В результате работ тралениями были охвачены глубины в диапазоне 200–600 м. ШипоЩек в уловах зарегистрирован не был. По результатам глубоководной съемки на НИС «Профессор Кагановский», выполненной в сентябре 2020 г., учтено 108 т шипоЩека. В 2021 г. донная траловая съемка была выполнена на шельфе и ориентирована на оценку запасов промысловых беспозвоночных. В 2022–2023 гг. учетные работы не проводились. По результатам донной траловой съемки, выполненной в 2024 г. на НИС «Дмитрий Песков», шипоЩек в уловах не зарегистрирован.

Следует отметить, что донные траловые съемки в Карагинской подзоне никогда целиком не охватывали районы обитания и промысла шипоЩека, имеющие сложный рельеф дна и не позволяющие работать донным тралом. Поэтому они не дают представления о величине и состоянии их запасов.

Как и в прошлых обоснованиях, для оценки ОДУ шипоЩека в Карагинской подзоне в 2026 г. был использован метод АвС.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Состояние запаса. Специализированный промысел шипощека в Карагинской подзоне не ведется. Аляскинского *Sebastolobus alascanus* и длинноперого *S. macrochir* шипощечков добывают преимущественно в качестве прилова при промысле палтусов и трески, при этом в уловах абсолютно доминирует первый из перечисленных (95–97%).

По результатам донной траловой съемки, выполненной в сентябре 2020 г. на НИС «Профессор Кагановский» на материковом склоне Карагинской подзоны, длина аляскинского шипощека в уловах варьировала от 11 до 59 см. Средний вес равнялся 0,6 кг. Величина запаса вида по результатам съемки оценена в 107,9 т.

В целом, приходится констатировать, что сведения о текущем состоянии запаса шипощека в подзоне в настоящее время отсутствуют.

Промысел. Вылов шипощека в Карагинской подзоне за последние 10 лет изменялся от 0,03 (2021 г.) до 0,71 т (2023 г.) (табл. 4). В 2015–2016 гг. официальный вылов не зарегистрирован. В 2017–2021 гг. освоение ОДУ не превышало 11,4%. В 2022–2023 гг. эта величина увеличилась до 25,0 и 35,5%, соответственно. Освоение ОДУ вида в 2024 г. составило 28,0%.

Таблица 4

Межгодовая динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ шипощека в Карагинской подзоне

Год	ОДУ, т	Вылов, т	Освоение, %
2015	5,0	0,00	0,0
2016	5,0	0,00	0,0
2017	5,0	0,23	4,6
2018	5,0	0,57	11,4
2019	5,0	0,42	8,4
2020	2,0	0,08	4,0
2021	2,0	0,03	1,5
2022	2,0	0,50	25,0
2023	2,0	0,71	35,5
2024	2,0	0,56	28,0

В 2019 г. зарегистрирован вылов в виде прилова при ведении донного ярусного промысла в объеме 0,424 т. В 2020 г. при аналогичной ситуации выловлено 0,03 т, а при проведении НИР — 0,05 т шипощека. В 2021 г. вылов шипощека в виде прилова на донном ярусном промысле зарегистрирован лишь единожды в объеме 0,03 т. В 2022 г. в качестве прилова было добыто 0,03 т, а в рамках промышленного рыболовства — остальной объем годового вылова. В 2023 г. в этом же режиме на донном траловом промысле выловлено 0,491 т, а в виде прилова на донном ярусном — 0,054 т. В 2024 г. наблюдалась аналогичная картина. Основная часть ОДУ была освоена в режиме промышленного рыболовства при промысле донным тралом — 0,488 т, а 0,075 т — в виде прилова на донном ярусном промысле.

По данным из промысловых уловов в 2014 г. в районе исследований прилов шипощека изменялся от 3 до 45 кг/час траления при среднем значении около 20 кг/час траления. Длина рыб варьировала от 19 до 49 см (в среднем 32,5 см) (рис. 14). Средняя масса рыб равнялась 504 г.

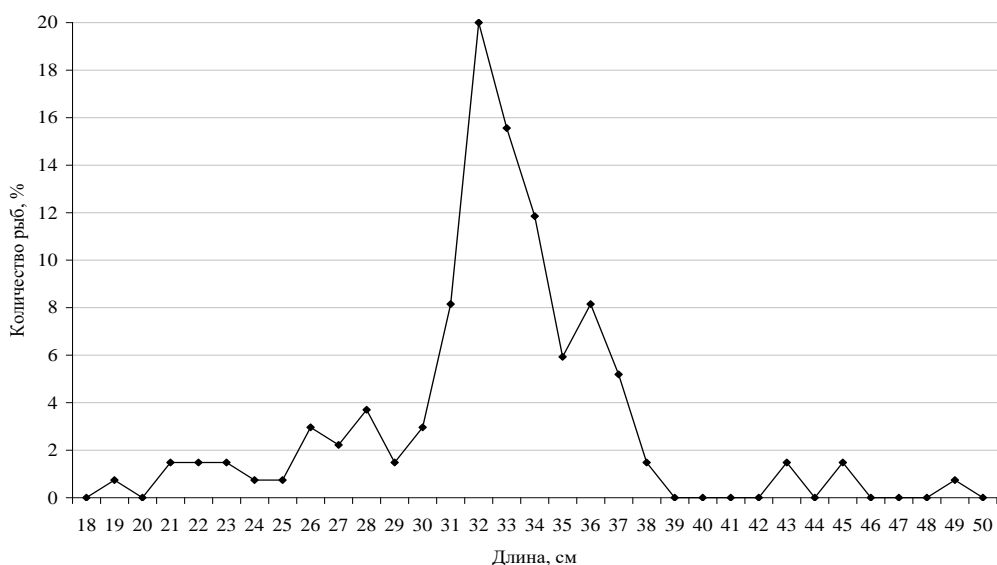


Рис. 14. Размерный состав аляскинского шипощека в промысловых уловах в Карагинской подзоне в 2014 г. ($N=135$ шт., $M=32,5$ см)

В 2016 г. в промысловых уловах РТМ «Камлайн» аляскинский шипошек был зарегистрирован только в одном из 42 тралений. По результатам 17 промеров размеры рыб изменялась от 20 до 37 см при средних значениях длины и массы, равных 32,7 см и 0,421 кг, соответственно.

В 2017 г. в промысловых уловах того же судна шипошек не зарегистрирован. В 2015 и 2018 гг. по объективным причинам данные о биологическом состоянии видов и величине их запаса отсутствуют.

В 2019 г. есть сведения о размерном составе шипощека из уловов донного трала судна РТМ «Камлайн», опубликованные в работе Г.Ю. Головатюк и К.А. Жуковой [2019]. По их данным, длина особей длинноперого шипощека в уловах изменялась от 25 до 34 см. Средняя длина самок равнялась 30,0, самцов — 29,0 см. Аляскинский шипошек в уловах был представлен рыбами длиной 32–44 см. Средняя длина самок составляла 38,6, а самцов — 39,2 см.

В уловах донного трала на промысловом судне в апреле 2021 г. длина аляскинского шипощека варьировала от 23 до 51 см при среднем значении 37,7 см (98 экз.). Преобладали особи модальной группы 38–43 см (53,1%).

В марте 2022 г. в уловах донного трала длина аляскинского шипощека изменялась от 30 до 44 см, составляя в среднем 36,6 см (8 экз.).

В феврале 2024 г. в уловах РТМ «Камлайн» вылов аляскинского шипощека отмечали однократно. Величина общего улова составила 20,0 т за траление. Доля аляскинского шипощека в улове составила 3,5%, а улов —

0,2 т/час траления. В марте 2024 г. в уловах донного трала СРТМ «Геркулес» аляскинский шипошек был зарегистрирован дважды. Его длина изменялась от 31 до 56 см, составляя в среднем 39,1 см (15 экз.).

Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла

Ввиду низкого уровня информационного обеспечения прогноза, определить биологические ориентиры и обосновать правило регулирования промысла в настоящее время не представляется возможным.

Прогнозирование состояния запаса

Принимая во внимание отсутствие в Карагинской подзоне специализированного промысла шипошека и недостаточное информационное обеспечение прогноза, на основании инерционного подхода, можно предположить, что к началу 2026 г. величина его запасов будет составлять порядка 100 т. Цель управления — поддержание вылова примерно на одном уровне.

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

С помощью метода AvC в пакете DLMtool определили ОДУ шипошека в Карагинской подзоне в 2026 г. При этом допустили, что вылов в 2025 г. будет соответствовать утвержденному ОДУ, равному 2 т.

Полученная с помощью этого метода медианная оценка равна 1,03 т или округленно 1 т. В графическом виде результаты расчетов представлены на рисунке 15.

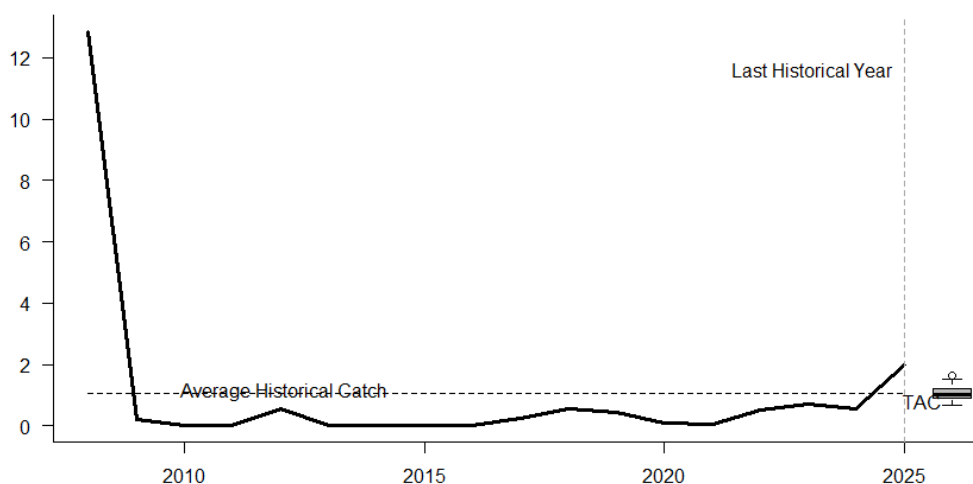


Рис. 15. Результаты расчета ОДУ шипошека в Карагинской подзоне методом AvC (по оси Y — вылов в тоннах, по оси X — годы; черная линия — динамика вылова по годам, пунктирная — средний вылов за исторический период; в 2026 г. расчетная величина вылова, полученная в ходе стохастических экспериментов (1000 итераций) путем внесения логнормальной ошибки)

Несмотря на полученные результаты, в условиях неопределенности в оценках запаса, считаем целесообразным **ОДУ шипошека в Карагинской подзоне в 2026 г.** оставить на уровне 2020–2025 гг., т.е. **0,002 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

Ввиду того, что определение ОДУ выполнено с помощью немодельных методов, анализ и диагностику полученных результатов провести невозможно.

61.02.2 - Петропавловско-Командорская подзона

Исполнители: Д.А. Терентьев, А.И. Варкентин («КамчатНИРО»)

Куратор: А.В. Согрина (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Основой для оценки текущего и перспективного состояния запаса, а также определения ОДУ шипошека в Петропавловско-Командорской подзоне в 2026 г. послужили следующие данные:

- сведения, полученные научными наблюдателями в разные годы на промысловых судах, ведущих донный траловый промысел;
- результаты немногочисленных донных траловых съемок, выполненных в период с 1993 по 2002 гг.;
- данные судовых суточных донесений (ССД) и оперативной отчетности предприятий (ООП) из отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (ОСМ).

Для доступа к ОСМ и первичной обработки данных применяли программу «FMS analyst» [Vasilets, 2015].

В соответствии с приказом Росрыболовства, минимальные требования к составу информации для I уровня являются: сведения о вылове по возрастным или функциональным группам и годам промысла, данные о средней массе, относительном количестве половозрелых рыб, коэффициентах мгновенной естественной смертности по возрастным группам. Результаты учетных съемок, данные промысловой статистики об уловах на единицу промыслового усилия и/или промысловых усилиях, стандартизованные с помощью статистических методов, представляют собой дополнительную информацию для настройки модели.

Такие данные для шипошека в подзоне в настоящее время отсутствуют, так как не удастся проводить регулярные исследования на промысловых судах. Когортные модели в отношении этого запаса неприменимы.

Согласно тому же приказу, минимальные требования к составу информации для II уровня — исторические ряды уловов и уловов на единицу промыслового усилия. Кроме того, для применения моделей прибавочной продукции необходимо соблюдение одного важного условия — улов на

усилие должен быть отрицательно связан с количеством усилий. Такая связь отсутствует, т.к. шипощека в Петропавловско-Командорской подзоне в последние годы добывают только в качестве прилова.

Информационное обеспечение прогноза в наибольшей степени соответствует III уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

Согласно вышеупомянутому приказу, недостаточная полнота и/или качество доступной информации, свойственной запасам с III уровнем информационного обеспечения, исключает использование моделей эксплуатируемого запаса. Обоснование строится на эмпирических, трендовых, индикаторных и других приближенных методах, применяемых в случае дефицита информации.

С 2018 г. для данного запаса ОДУ определяется с помощью, так называемого, «немодельного» метода — CC1 [Geromont, Butterworth, 2015], реализованного в программном пакете DLMtool [Методические рекомендации, 2018].

Указанный метод реализует схему управления, направленную на поддержание постоянной величины вылова. Прогноз ОДУ на год вперед рассчитывается как:

ОДУ_{y+1} = (1 - x) C^{ave}, где:

$$C^{ave} = 1/5 \sum_{y=n-4}^n C_y$$

C^{ave} – средний вылов за последние 5 лет:

x — коэффициент, принимающий значение в диапазоне от 0 до 1 (в методе CC1 имеет значение x = 0).

При реализации всех немодельных методов предполагается, что статистика вылова содержит в себе ошибки, распределенные по лог-нормальному закону: $\varepsilon_y^C \sim N(\mu, \sigma_C^2)$, где:

μ — среднее значение, σ_C — стандартное отклонение логарифмированных значений остатков.

При прогнозировании величины вылова на год вперед данное предположение учитывается в виде:

$$C_y = TAC_y e^{\varepsilon_y^C - \frac{\sigma_C^2}{2}}, \text{ где } TAC — \text{ОДУ.}$$

Таким образом, результатом использования немодельных методов обоснования ОДУ являются не точечные оценки, а распределения рекомендуемых величин вылова, полученные в ходе стохастических экспериментов.

Входной информацией для данного метода являются сведения о вылове по годам (табл. 5).

Помимо сведений о вылове, наличие индекса обилия позволяет использовать более сложные методы типа: Islope1, Itarget1, ICI1, GB_slope и Iratio [Butterworth, Geromont, 2001].

Входная информация для расчета ОДУ шипоЩека в Петропавловско-Командорской подзоне

Год	Вылов, т
2008	65,8
2009	0,0
2010	73,8
2011	24,4
2012	7,0
2013	48,3
2014	8,4
2015	85,2
2016	103,2
2017	14,7
2018	69,5
2019	109,4
2020	58,5
2021	62,6
2022	60,2
2023	21,3
2024	19,1

Обычно в качестве индекса обилия используют уловы на единицу усилия. Такие данные отсутствуют.

В качестве индексов запаса можно использовать результаты оценок, полученные методами прямого учета. Для шипоЩека в Петропавловско-Командорской подзоне основной метод — донные траловые съемки. Как и в Карагинской подзоне, такие работы в тихоокеанских водах, прилегающих к Камчатке, проводятся крайне нерегулярно. Полноценные донные траловые съемки в этом районе были выполнены в 1984, 1999 и 2002 гг. В 2010–2014 гг., как альтернатива донным траловым съемкам, в этом районе проводились снюрреводные съемки. Однако они выполнялись только на шельфе, т.е. за пределами основных мест обитания шипоЩека на участках со сложными грунтами, где технически невозможно провести полноценные исследования по данному объекту. Кроме того, из-за отсутствия сведений об уловистости учетного снюрревода, результаты этих исследований практического применения не получили. В 2016–2023 гг. «КамчатНИРО» проводились учетные работы донным тралом силами собственных научно-исследовательских судов, но работы проводились только на шельфе, шипоЩек в уловах отсутствовал. В 2021 г. из 10 выполненных в районе исследований тралений на РТМ «Камлайн» шипоЩек был зарегистрирован в 3. Средний улов на усилие для аляскинского шипоЩека составлял 3,2 кг, а для длинноперого — 0,3 кг. В феврале-апреле 2024 г. величина общих уловов в Петропавловско-Командорской подзоне при лове аляскинского шипоЩека колебалась от 2,0 до 55,0 т за траление, составляя в среднем 18,0 т. Доля шипоЩека в уловах варьировала от 0,2 до 80,0% (в среднем – 9,0%). Уловы

шипощека менялась от 0,02 до 2,6 т/час траления, составляя в среднем 0,26 т/час траления.

Учитывая вышеизложенное, как и в прошлых обоснованиях, для определения ОДУ шипощека в Петропавловско-Командорской подзоне в 2026 г. был использован метод СС1.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Состояние запаса. Аляскинского *Sebastolobus alascanus* и длинноперого *S. macrochir* шипощеков в Петропавловско-Командорской подзоне добывают как в режиме промышленного рыболовства, так и в качестве прилова при промысле палтусов и трески.

С 1993 по 2000 гг. биомасса как аляскинского, так и длинноперого шипощеков в этом районе существенно сократилась (в среднем в 3–4 и 5 раз, соответственно), и на начало 2000 г. запас первого не превышал 1,2, а второго — 0,4 тыс. т. В связи с сокращением их ресурсов, в уловах в конце 1990-х гг. существенно увеличилась доля мелких неполовозрелых особей (это особенно характерно для аляскинского шипощека). Одновременно снизилось относительное количество наиболее крупных особей. По мере сокращения численности и величины уловов, интенсивность промысла этих рыб также снижалась, поскольку он становился нерентабельным. Повидимому, с уменьшением интенсивности промысла в верхней батииали юго-восточной Камчатки, общая биомасса аляскинского и длинноперого шипощеков в 2000–2002 гг. несколько возросла и в 2002 г. составляла, соответственно, 2,1 и 0,7 тыс. т.

Сведений о текущем состоянии запаса шипощека в Петропавловско-Командорской подзоне по указанным выше причинам нет.

Промысел. За последние 10 лет максимальный вылов и освоение ОДУ шипощека в Петропавловско-Командорской подзоне отмечены в 2019 г. — 109,4 т и 79,3% соответственно. В 2024 г. освоение ОДУ составило 23,0% или 19,1 т (табл. 6).

Таблица 6

Межгодовая динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ шипощека в Петропавловско-Командорской подзоне

Год	ОДУ, т	Вылов, т	Освоение, %
2015	138,0	85,2	61,7
2016	138,0	103,2	74,8
2017	138,0	14,7	10,7
2018	138,0	69,5	50,4
2019	138,0	109,4	79,3
2020	83,0	58,5	70,5
2021	83,0	62,6	75,4
2022	83,0	60,2	72,5
2023	83,0	21,3	25,7
2024	83,0	19,1	23,0

Основная часть шипощека в последние годы (2015–2024 гг.) добывается в этом районе тралящими орудиями лова (99,7%) (рис. 16).

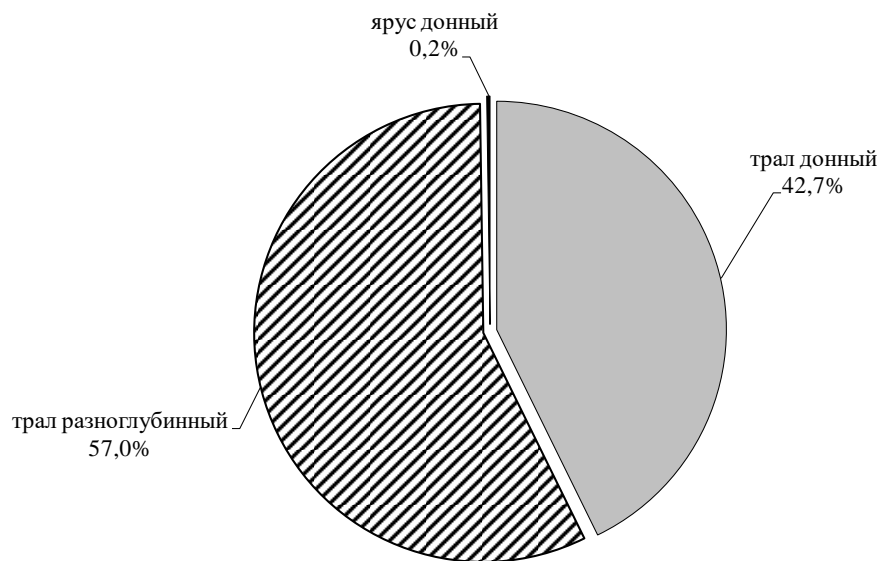


Рис.16. Вклад различных орудий лова на промысле шипощека в Петропавловско-Командорской подзоне в 2015–2024 гг.

В 2015 г. количество судосуток на промысле увеличилось до 26, а уловы на судосутки — до 3,3 т. В 2016 г., при дальнейшем увеличении количества судосуток (до 44), уловы на усилие снизились до 2,4 т. В 2017 г. при снижении количества судосуток по сравнению с прошлым годом (до 32), уловы на усилие снизились до уровня 2014 г. — менее 0,5 т, когда количество судосуток лова составляло 18. В 2018 г. последовало увеличение как улова на судосутки промысла (до 1,9 т), так и количества судосуток (до 41). В 2019 г., несмотря на значительное снижение количества судосуток на промысле по сравнению с прошлым годом (до 23), уловы на усилие продолжали расти — до 4,8 т/судосутки. В 2020 г. количество судосуток снизилось до 18, а уловы — до 3,3 т/судосутки. Несмотря на увеличение в 2021 г. количества судосуток до 23, уловы снизились до 2,7 т на судосутки. В 2022 г. эта тенденция повторилась. Количество судосуток увеличилось до 25, а уловы снизились до 2,4 т/судосутки. В 2023 г. количество судосуток на промысле резко выросло до 56 при снижении улова на усилие до 0,4 т. В 2024 г. при такой же величине улова на судосутки (0,4 т) количество судосуток на промысле снизилось до 49 (рис. 17).

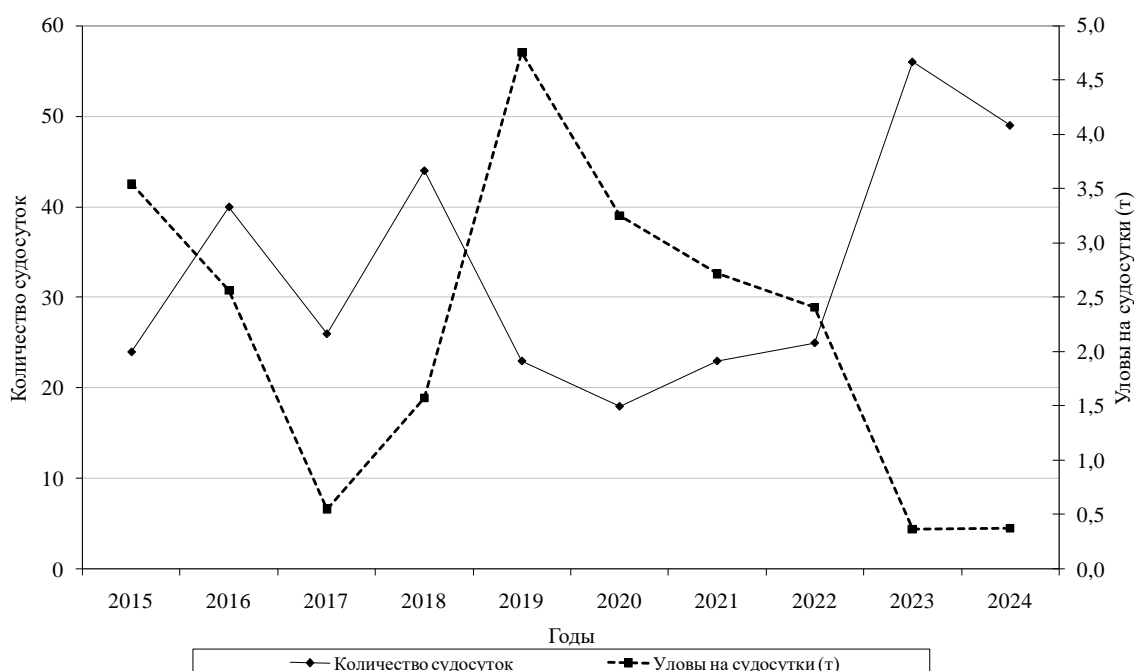


Рис. 17. Динамика количества судосудок и уловов на судосудки шипощека при траловом промысле в Петропавловско-Командорской подзоне в 2015–2024 гг.

Некоторые сведения о размерных характеристиках шипощека в прилове при промысле других видов рыб (в основном терпуга, камбал и др.) приведены в таблице 7. Средняя длина аляскинского шипощека в промысловых уловах в 2008 г. равнялась 30,3 см. В 2010 г. для двух видов шипощек она значительно увеличилась, однако такая тенденция может являться результатом недостаточной выборки. В 2011 г. средняя длина в уловах аляскинского шипощека составила 30,4 см, длинноперого — 26,0 см, в 2017 г. – 28,5 и 33,8 см, соответственно. В 2018 и 2021 гг. средняя длина аляскинского шипощека равнялась 36,1 и 36,9 см, соответственно.

Таблица 7
Межгодовая динамика средней длины аляскинского/длинноперого шипощек и количество измеренных рыб в Петропавловско-Командорской подзоне

Год	Средняя длина, см	Количество, штук
2008	30,3/–	824/–
2010	39,4/33,4	143/80
2011	30,4/26,0	69/74
2017	28,5/33,8	74/37
2018	36,1/–	121/–
2020	47,0/–	4/–
2021	36,5/34,6	93/5
2024	38,0/34,1	298/43

По данным из уловов РТМ «Камлайн», в 2018 г. средняя длина аляскинского шипощека составила 36,1 см, что значительно выше показателя прошлых лет. Это можно объяснить увеличением количества выборки

(121 шт.), где основу улова составляли рыбы модальной группы 36–40 см (45%).

В 2019 г. есть сведения о размерном составе аляскинского шипощека из уловов донного трала судна РТМ «Камлайн», опубликованные в работе Г.Ю. Головатюк и К.А. Жуковой [2019]. По их данным, длина особей в уловах изменялась от 23 до 48 см. Средняя длина самок равнялась 34,0 см, самцов — 32,7 см. Количество проанализированных особей не указано.

В 2020 г. по результатам 4 биоанализов аляскинского шипощека на промысловых судах средняя длина рыб составила 47,0 см, средний вес — 1,9 кг.

В 2021 г. в траловых уловах длина аляскинского шипощека варьировала от 23 до 51 см (в среднем 36,9 см) (рис. 18), длинноперого шипощека — от 32 до 39 см. Средняя длина составляла 34,6 см ($n = 5$).

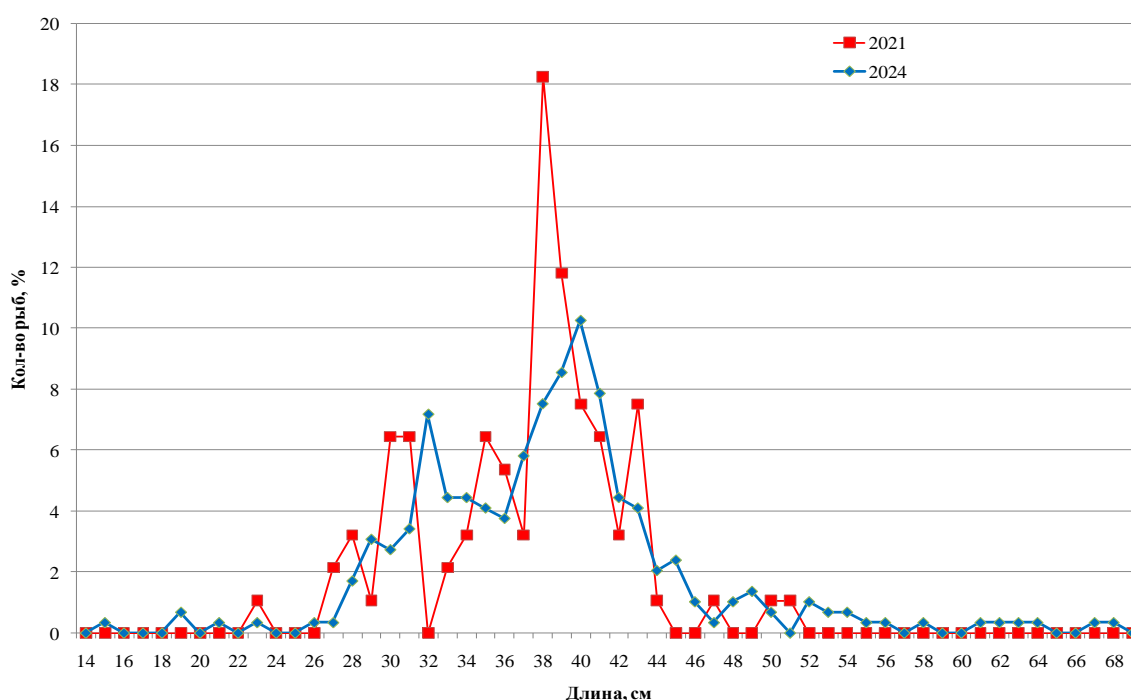


Рис. 18. Размерный состав аляскинского шипощека в уловах донным тралом в Петропавловско-Командорской подзоне в 2021 г. ($n = 93$, $m = 36,5$ см) и 2024 г. ($n = 292$, $m = 38,0$ см)

В 2022 г. в донных ярусных уловах размеры аляскинского шипощека изменялись от 36 до 45 см. Средняя длина составляла 40,1 см ($n = 8$). Согласно литературным источникам [Согрина и др., 2022], длина аляскинского шипощека в донных траловых уловах варьировала от 29 до 62 см при среднем значении 37,0 см. Количество выборки не указано.

В 2024 г. в донных траловых уловах длина аляскинского шипощека варьировала от 15 до 68 см. Средняя длина составляла 38,0 см (рис. 18). Размеры длинноперого шипощека изменялись от 27 до 41 см. Средняя длина равнялась 32,5 см ($n = 43$) [Согрина и др., 2024].

Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла

Ввиду низкого уровня информационного обеспечения прогноза, определить биологические ориентиры управления и обосновать правило регулирования промысла в настоящее время не представляется возможным.

Прогнозирование состояния запаса

Принимая во внимание отсутствие в Петропавловско-Командорской подзоне специализированного промысла шиповца, низкое освоение ОДУ и недостаточное информационное обеспечение прогноза, на основании инерционного подхода, можно предположить, что к началу 2026 г. величина запаса этого промыслового объекта не претерпит существенных изменений и будет находиться на уровне 2002 г., т.е. порядка 2,8 тыс. т. Цель управления — поддержание вылова примерно на одном уровне.

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Посредством пакета DLMtool определили ОДУ шиповца в Петропавловско-Командорской подзоне в 2026 г. методом CC1. При этом допустили, что вылов в 2025 г. будет соответствовать утвержденному ОДУ, равному 46 т.

Полученная с помощью этого метода медианная оценка равна 40,95 т или округленно 41,0 т. В графическом виде результаты расчетов представлены на рисунке 19.

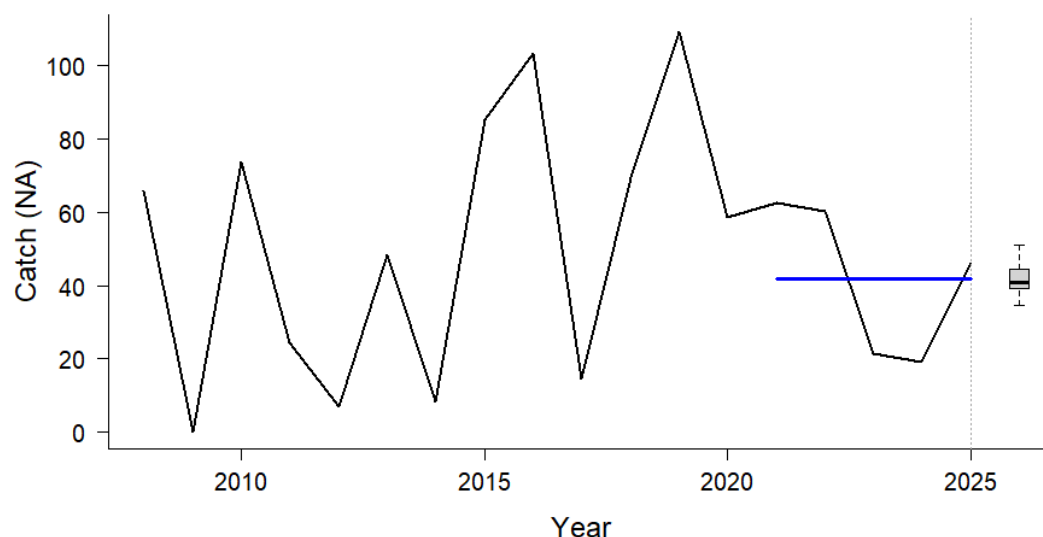


Рис. 19. Результаты расчета ОДУ шиповца в Петропавловско-Командорской подзоне методом CC1 (по оси Y — вылов в тоннах, по оси X — годы; черная линия — динамика вылова по годам, синяя — средний вылов за последние 5 лет; в 2026 г. расчетная величина вылова, полученная в ходе стохастических экспериментов (1000 итераций) путем внесения логнормальной ошибки)

Несмотря на полученные результаты расчетов, в условиях неопределенности в оценках запаса, считаем целесообразным **ОДУ**

шипощека в Петропавловско-Командорской подзоне в 2026 г. оставить на уровне 2025 г., т.е. 0,046 тыс. т.

Анализ и диагностика полученных результатов

Ввиду того, что определение ОДУ выполнено с помощью немодельных методов, анализ и диагностику полученных результатов провести невозможно.

61.03 - Зона Северо-Курильская

Исполнитель: И.Н. Мухаметов («СахНИРО»)

Куратор: А.В. Согрина (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Для подготовки материалов к прогнозу ОДУ использованы данные размерного состава шипощеков, полученные в результате работ на РТМ «Камлайн» в 2014 г. и НИС «Профессор Леванидов» в 2018 г. на акватории северных Курильских о-вов. Величина оценки запаса взята из предыдущих прогнозов, основанных на данных наблюдений на промысловых судах, в 1990-е гг. выполнявших траловый донный глубоководный промысел.

Промысловая статистика (2011–2024 гг.) получена из базы ОСМ Росрыболовства.

Информационная обеспеченность прогноза соответствует III уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

Оценка промысловой биомассы на 2026 г. базируется на предположении о стабильности запаса и его сохранении на уровне среднемноголетней учтенной промысловой биомассы. Величина ОДУ определяется на основании использования программного комплекса DLMtool, рекомендованного для оценки запасов видов водных биологических ресурсов, имеющих III уровень информационного обеспечения [Методические рекомендации, 2018].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

У северных Курильских о-вов ОДУ по шипощеку, согласно статистике, полностью не выбирается (табл. 8). Вся рыба добывается российскими компаниями.

Основной вылов шипощека (в среднем 81%), по данным за 2011–2024 гг., происходил при донном траловом промысле (рис. 20).

Районы добычи шипощека в 2024 г. располагались на склоне подводной возвышенности к юго-востоку от о-ва Шиадок, и у о-вов Кетой и Симушир, на глубинах 200–520 м, в среднем 383 м (рис. 21).

Таблица 8

ОДУ, вылов и освоение шипошека в Северо-Курильской зоне в 2011–2024 гг.

Год	ОДУ, т	Вылов, т	Освоение, %
2011	242	189,18	78,2
2012	242	9,19	3,8
2013	242	129,18	53,4
2014	170	1,64	1,0
2015	170	124,21	73,1
2016	130	65,51	50,4
2017	130	11,23	8,6
2018	130	69,34	53,3
2019	130	103,39	79,5
2020	130	10,80	8,3
2021	130	92,97	71,5
2022	130	112,78	86,8
2023	130	5,08	3,9
2024	130	3,25	2,5

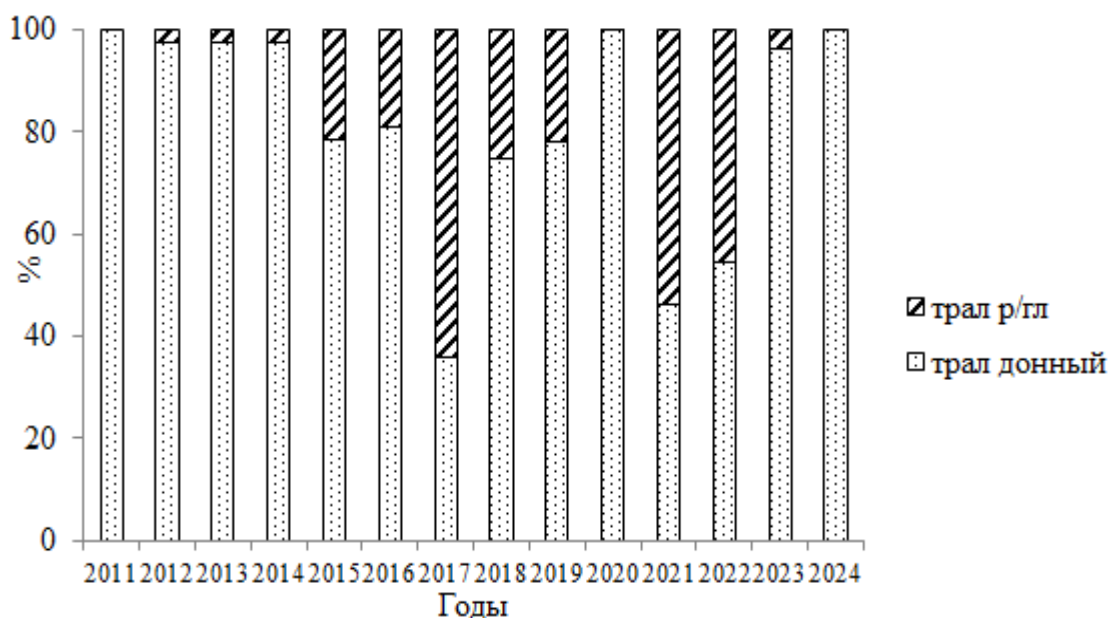


Рис. 20. Вылов шипошека у северных Курильских о-вов различными орудиями лова в 2011-2024 гг. (данные ОСМ Росрыболовства)

Основная доля вылова шипошека – 62%, приходится на среднетоннажный флот (СТФ), 38% – на крупнотоннажный (КТФ, рис. 22 А). КТФ примерно в равной пропорции добывают шипошека донными и разноглубинными травами, STF вылавливают шипошека в большей степени донными травами – 83,5% от общего вылова шипошека (рис. 22 Б, В).

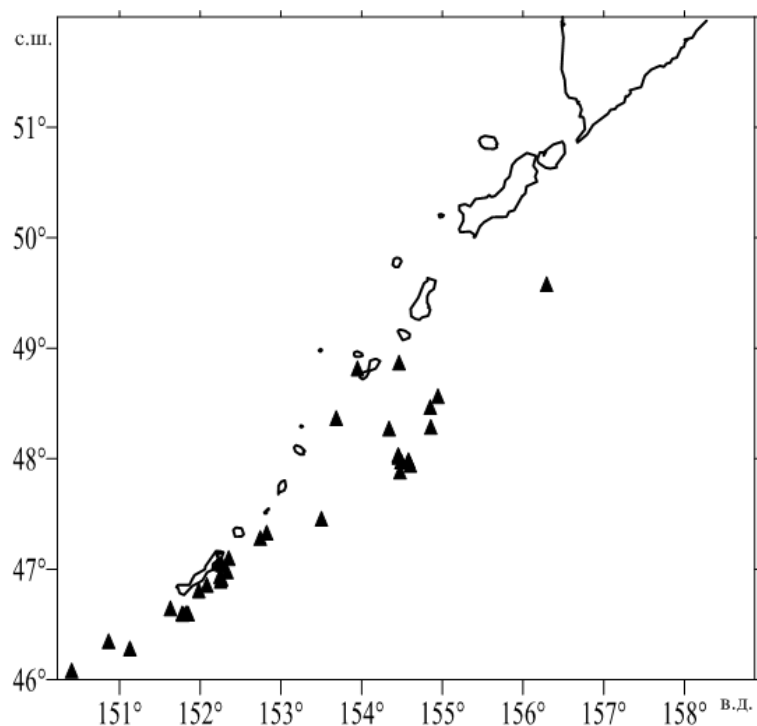


Рис. 21. Местоположение тралений у Северных Курильских о-вов с уловами шипощека (данные ОСМ Росрыболовства) в 2024 г.

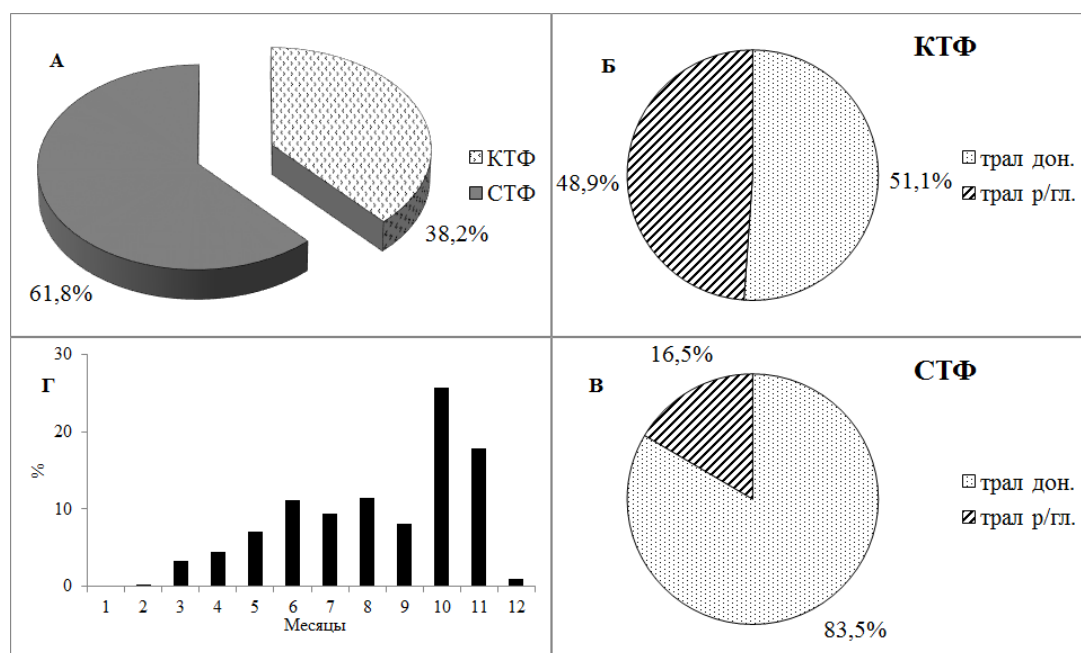


Рис. 22. Среднегодовая статистика добычи шипощека у северных Курильских о-вов по типам судов (А), орудиям лова (Б, В), по месяцам года (Г) в период 2011–2024 гг.

В многолетнем плане основная добыча шипощека происходит в октябре–ноябре (рис. 22 Г). Анализируя статистическую информацию по объемам уловов, уловам на единицу усилия, можно предположить, что реальный вылов данной группы рыб существенно ниже представленной в ОСМ Росрыболовства. Фактически происходит списание квот к концу года. Более вероятными выглядят значения уловов на усилие, показанные в 2012,

2014, 2017, 2023 и 2024 гг., когда они составляли 40–170 кг за одно траление (рис. 23).

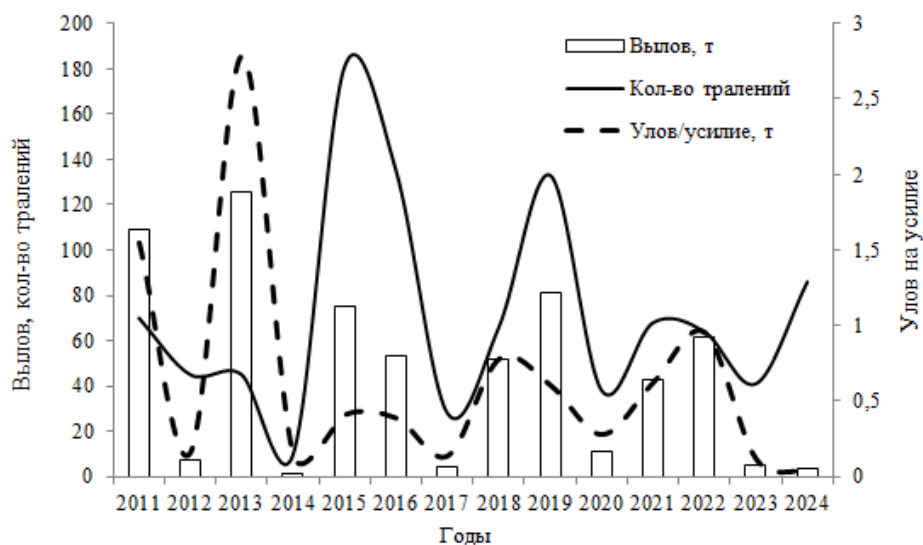


Рис. 23. Количество тралений, вылов шипоЩека и изменение уловов на усилие у северных Курильских о-вов в 2011-2024 гг. (донные траления, данные ОСМ Росрыболовства)

Длинноперый шипоЩек в указанном районе промысловые концентрации образует на глубинах порядка 400–650 м. Основные скопления длинноперого шипоЩека в течение всего периода наблюдений находятся на участках морской акватории между 47°45' и 52°10' с.ш. и 154°28' и 159°00' в.д.

Размерный состав шипоЩека в траловых уловах варьирует от 11 до 46 см. В 2014 г. средняя длина шипоЩека была 35,5 см. При выполнении траловой съемки на НИС «Профессор Леванидов» в 2018 г. было поймано 27 экз. длинноперого шипоЩека длиной 11–40 см (рис. 24).

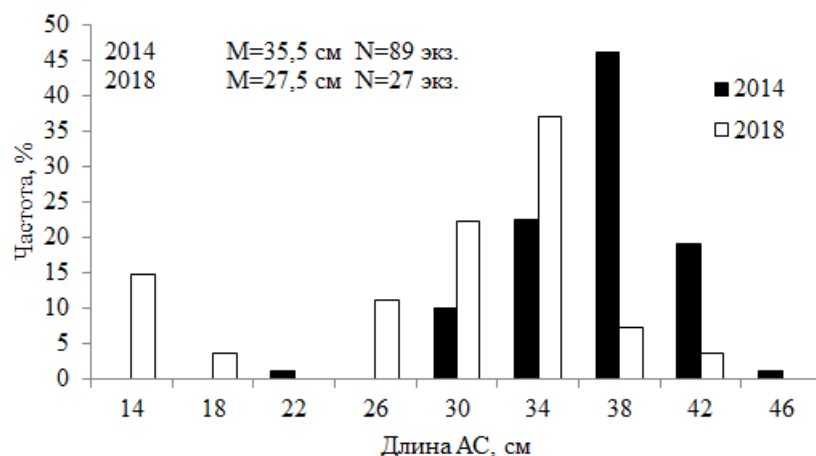


Рис. 24. Размерный состав длинноперого шипоЩека у северных Курильских о-вов (M – ср. длина, N – кол-во промеренных особей)

Возрастной состав уловов включает особей от 2 до 34 лет, основная доля (59,7-72,7%), приходится на половозрелых рыб в возрасте 13–20 лет.

Половое созревание у длинноперого шипощека наступает при длине 22–28 см в возрасте 12–14 лет [Новиков, 1974], а от 11,3 до 29,4% рыб в уловах (в среднем 15,9%) не достигают половой зрелости. Данный объект, кроме того, относится к долгоживущим видам (более 30 лет) и, следовательно, имеет небольшую величину пополнения относительно остатка.

Учетные работы по оценке запаса рыб выполнялись в конце 1990-х гг., а в настоящее время не проводятся.

Выполненные в прошлые годы исследования показали, что в уловах шипощек промыслового размера доля длинноперого шипощека составляла 85%, а аляскинского шипощека – 15%.

Определение биологических ориентиров

Рекомендуемые биологические ориентиры, представленные в методическом руководстве [Бабаян, 2000] неприменимы, так как отсутствуют сведения по распределению промысловой смертности по возрастам, ряды данных по нерестовому запасу и пополнению и т.п. Ввиду недостаточного уровня информационного обеспечения определить биологические ориентиры для шипощек в Северо-Курильской зоне пока не представляется возможным.

Обоснование правила регулирования промысла

Выбор ориентиров управления осуществляется с целью обоснования правила регулирования промысла (ПРП). Текущее (последнее по времени) состояние запаса является отправной точкой формирования алгоритма регулирования промысла на год прогнозирования. Функциональная связь между биомассой запаса и интенсивностью промысла регламентируется той версией предосторожного подхода, которая выбрана для оценки ОДУ.

В настоящее время нет представления о современном состоянии запаса, в силу отсутствия съемок, позволяющих оценить его величину; отсутствия промысла, позволяющего использовать методические подходы, связанные с моделированием поведения запаса.

Ввиду недостаточного уровня информационного обеспечения, разработать правило регулирования промысла шипощек в Северо-Курильской зоне пока не представляется возможным.

Прогнозирование состояния запаса

Сведения о современном состоянии запаса шипощека отсутствуют. Учитывая высокую продолжительность жизни шипощека и отсутствие интенсивного вылова, предполагается, что промысловый запас данного вида меняется в небольших масштабах.

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Используя рекомендации [Методические рекомендации, 2018], предлагающих использовать для III уровня информационного обеспечения расчетов программный комплекс DLMtool, мы провели вычисления всеми доступными программами, входящими в указанный пакет, для имеющейся в нашем распоряжении информации. Предлагаем использовать в качестве регуляторного механизма величину ТАС (total allowable catch), или общий допустимый улов (ОДУ).

Результаты расчетов программы представлены в таблице 9.

Таблица 9

Величина общего допустимого вылова длинноперого шипощека в Северо-Курильской зоне по расчетам программного комплекса DLMtool (NRDC). (ТАС – total allowable catch)

Программа	ТАС, т
AvC	63,2
DBSRA	170,0
DCAC	34,6
MCD	89,6

Учитывая величину ОДУ в Северо-Курильской зоне на 2025 г. на уровне 130 т, допустимую величину, полученную при использовании математического аппарата, заложенного в программном комплексе DLMtool, позволяющего изымать до 170 т длинноперого шипощека, принимая во внимание тот факт, что по статистике ОСМ Росрыболовства вылов шипощек в Северо-Курильской зоне за последние 10 лет лишь один раз приближался к значению 130 т, предлагаем сохранить величину ОДУ на прежнем уровне. Таким образом, **ОДУ шипощека в Северо-Курильской зоне в 2026 г. рекомендуется установить на уровне 0,130 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

Анализ рисков, связанных со снижением нерестовой биомассы (SB) ниже уровня $0,5 SB_{MSY}$ или превышением уровня промысловой смертности (F) значения F_{MSY} , при выбранной стратегии промысла (рис. 25) на долгосрочную перспективу минимальны.

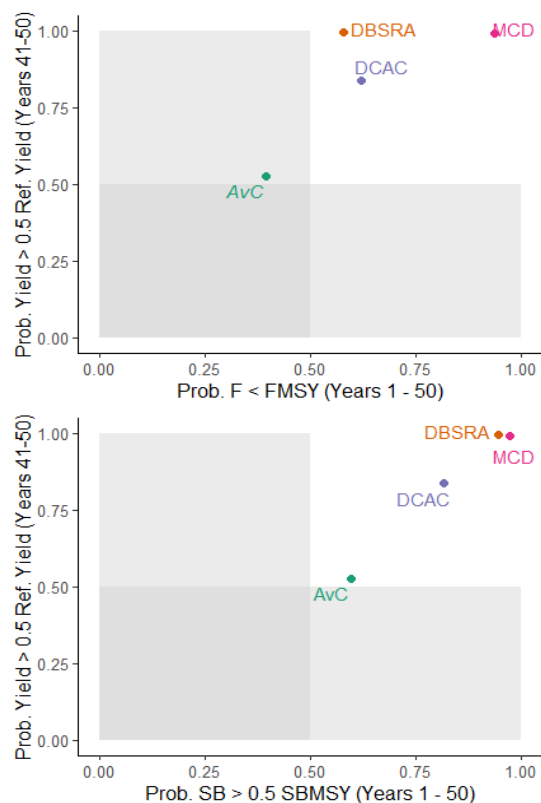


Рис. 25. Анализ рисков перелова при различных стратегиях промысла

61.04 - Зона Южно-Курильская

Исполнитель: И.Н. Мухаметов («СахНИРО»)

Куратор: А.В. Согрина (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Информационной основой для оценки состояния запаса шиповца являются материалы, предоставленные Федерацией донного тралового промысла самоходными судами префектуры Аомори (Япония), осуществлявшей промысел длинноперого шиповца *Sebastolobus macrochir* с тихоокеанской стороны южных Курильских о-вов. За период 1999–2014 гг. выполнено более 30 тыс. тралений в районе, ограниченном координатами: 43°20'–45°30' с.ш., 146°40'–150°40' в.д. на глубинах 100–900 м. Промерено более 170 тыс. экз. длинноперого шиповца. После 2014 г. промысел не ведется.

Привлекались материалы траловых съемок НИС «Профессор Леванидов» в 2000 и 2009 гг., «Дмитрий Песков» в 2001, 2003–2005, 2007–2009 гг. и «Профессор Пробатов» в 2010 г. При всем этом в связи с отсутствием специализированного отечественного промысла имеет место значительный дефицит информации о современном состоянии численности и запаса шиповца в данном районе.

Промысловая статистика (2011–2024 гг.) получена из базы данных ОСМ Росрыболовства.

В 2020 г. при выполнении траловой съемки в Южно-Курильской зоне информации по шипощекам получено не было. В 2021-2024 гг. исследования в районе не проводились.

Информационная обеспеченность прогноза соответствует III уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

Расчет промысловой биомассы за период 2000–2014 гг. осуществлен по данным, предоставленным Федерацией донного тралового промысла самоходными судами префектуры Аомори. Расчет велся в программе Surfer Version 11.4.958 (Golden Software, Inc.), при этом использовали следующие параметры: метод – кригинг, средняя площадь траления: 0,0778 миль²; коэф. уловистости 0,5 [Шунтов и др., 2014в]; сеточный файл 0,02 градуса; радиусы поиска макс. 0,2 и мин. 0,1, угол 45 градусов [Тарасюк и др., 2000]. Общая площадь акватории составляла 8,5 тыс. миль².

Величина ОДУ определяется на основании использования программного комплекса DLMtool, рекомендованного для оценки запасов видов водных биологических ресурсов, имеющих III уровень информационного обеспечения [Методические рекомендации, 2018].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Статистика промысла шипощек в Южно-Курильской зоне в 2011–2024 гг. представлена в таблице 10. Ранее добычу осуществляли в основном японские рыбаки, которые в начале 2000-х гг. завершили специализированный промысел в охотоморских водах Курильских о-вов, а после 2014 г. прекратился японский промысел шипощека и у тихоокеанского побережья Южных Курил.

Таблица 10

**Величина ОДУ, вылов и освоение шипощека в Южно-Курильской зоне
в 2011–2024 гг.**

Год	ОДУ, т	Вылов, т	Освоение, %
2011	130	72,9	56,1
2012	115	34,3	29,8
2013	126	18,0	14,3
2014	126	23,7	18,8
2015	126	21,42	17,0
2016	90	4,68	5,2
2017	50	0	0
2018	50	0	0
2019	50	0	0
2020	50	15,35	30,7
2021	50	0	0
2022	50	20,08	40,2
2023	50	0	0
2024	50	0	0

Вылов шипощека в 2017–2019, 2021, 2023 и 2024 гг. в Южно-Курильской зоне отсутствовал. По данным ССД ОСМ Росрыболовства в 2022 г. шипошек был пойман при выполнении тралений у Малой Курильской гряды и в прол. Буссоль, на глубинах 480–500 м (рис. 26).

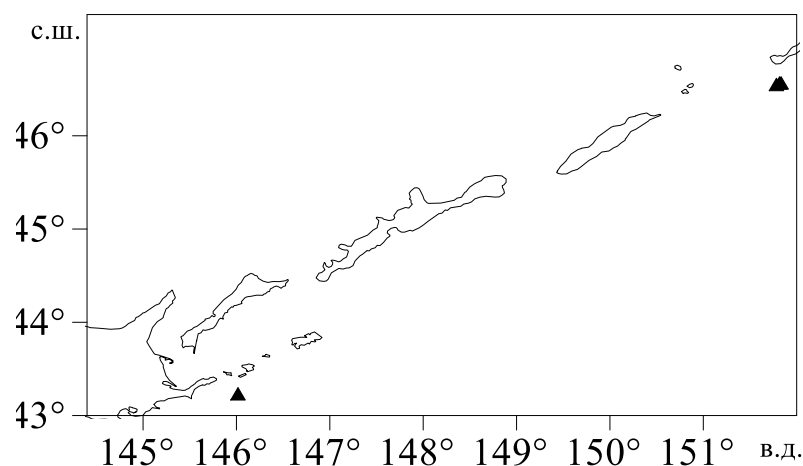


Рис. 26. Места добычи шипощека Южно-Курильской зоны в 2022 г.

В целом за период с 2003 по 2015 г. основной вылов шипощека производился японским флотом, доля которого по Южно-Курильской зоне достигала 77% (рис. 27А). На специализированном японском промысле шипощека в Тихоокеанской подзоне работал среднетоннажный (СТФ) и малотоннажный (МТФ) флот, при этом на МТФ приходилось более 97% вылова (рис. 27Б).

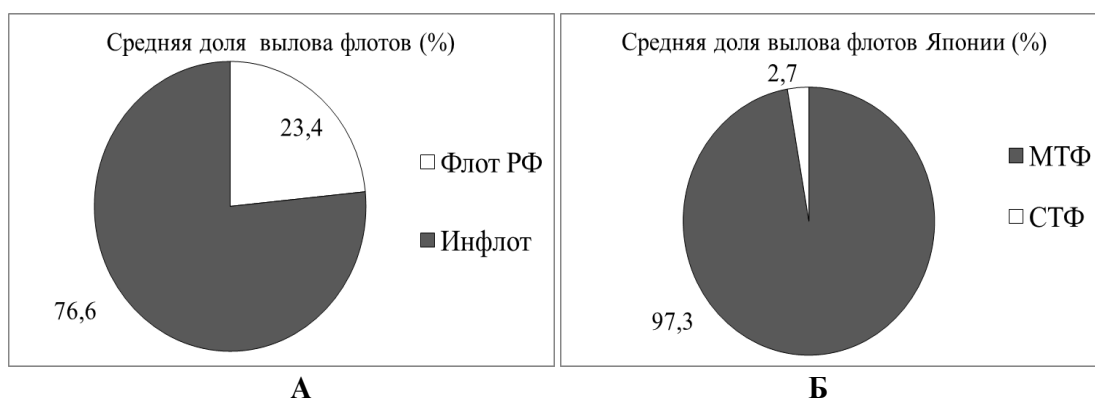


Рис. 27. Среднемноголетняя доля вылова шипощека флотом РФ в Южно-Курильской зоне (А) и различными группами судов флота Японии в Тихоокеанской подзоне Южно-Курильской зоны (Б) за период 2003–2015 гг.

Анализ статистики донного тралового промысла малотоннажных японских судов в водах ИЭЗ РФ в Тихоокеанской подзоне показал, что среднемноголетний улов на судосутки составлял 41 кг при варьировании среднегодовых уловов на усилие в пределах 15–93 кг (рис. 28). После значительного падения улова на усилие и вылова в 2004 г. показатели стали повышаться и достигли своих максимальных величин в 2011 г. В 2012–

2014 гг. наблюдалось значительное снижение улова на судосутки и годового вылова при относительно неизменной интенсивности промысла.

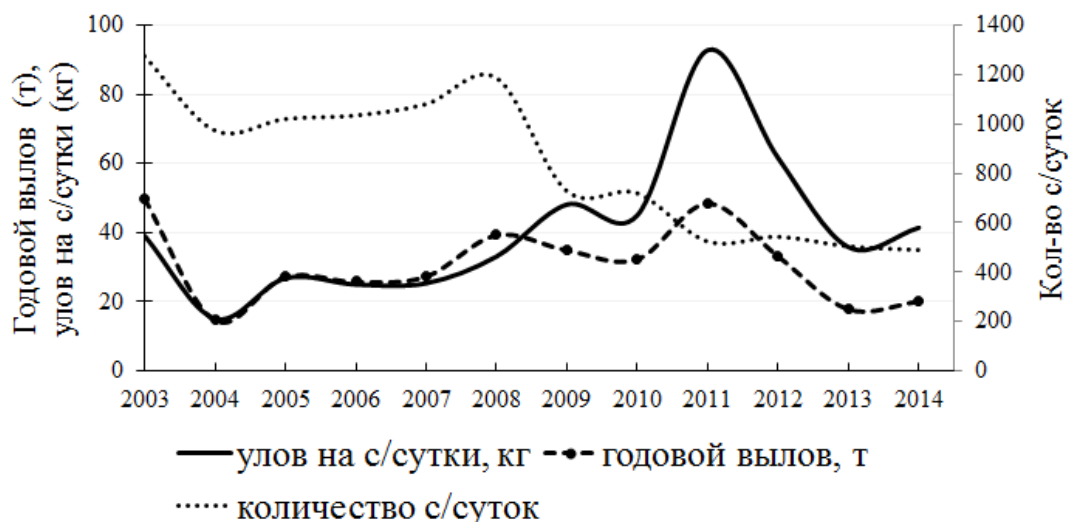


Рис. 28. Динамика основных параметров вылова шиповца японским малотоннажным флотом на донном траловом промысле шиповца и окуней в 2003–2014 гг. в Тихоокеанской подзоне Южно-Курильской зоны

Внутригодовая среднемноголетняя структура японского вылова шиповца Тихоокеанской подзоны показывает, что промысел постепенно возрастал от января к апрелю, затем наступал спад и в июне–июле промысел не велся. В августе наблюдались максимальные уловы, в последующие два месяца объект облавливался слабо, в ноябре несколько больше, а в декабре интенсивность промысла достигала максимальных весенних величин (рис. 29).

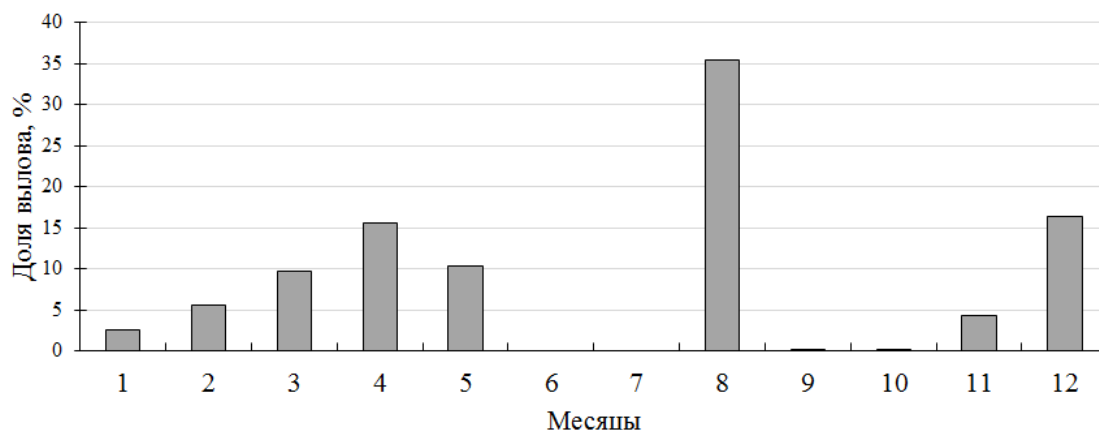


Рис. 29. Среднемноголетняя статистика иностранного промысла шиповца в Тихоокеанской подзоне Южно-Курильской зоны по месяцам за период 2003–2014 гг.

В тихоокеанских водах шиповцев распределяется достаточно равномерно, от малой Курильской гряды до о-ва Симушир. Наибольшие концентрации рыб отмечены в интервале глубин 400–700 м.

Длинноперый шипошек относится к долгоживущим видам. Максимальный возраст составляет 25–32 года. В уловах 2006–2014 гг. длина шипошека варьировалась от 5 до 40 см (рис. 30). Основную долю промысловых уловов составляют рыбы длиной от 16 до 26 см. Доля неполовозрелых рыб длиной 22 см и менее, в 2003–2006 гг. колебалась в пределах 39,5–54,0%, а в 2008–2012 гг. была максимальной – 58,0–68,2%. Размерный состав рыб в уловах чаще всего имел бимодальное распределение.

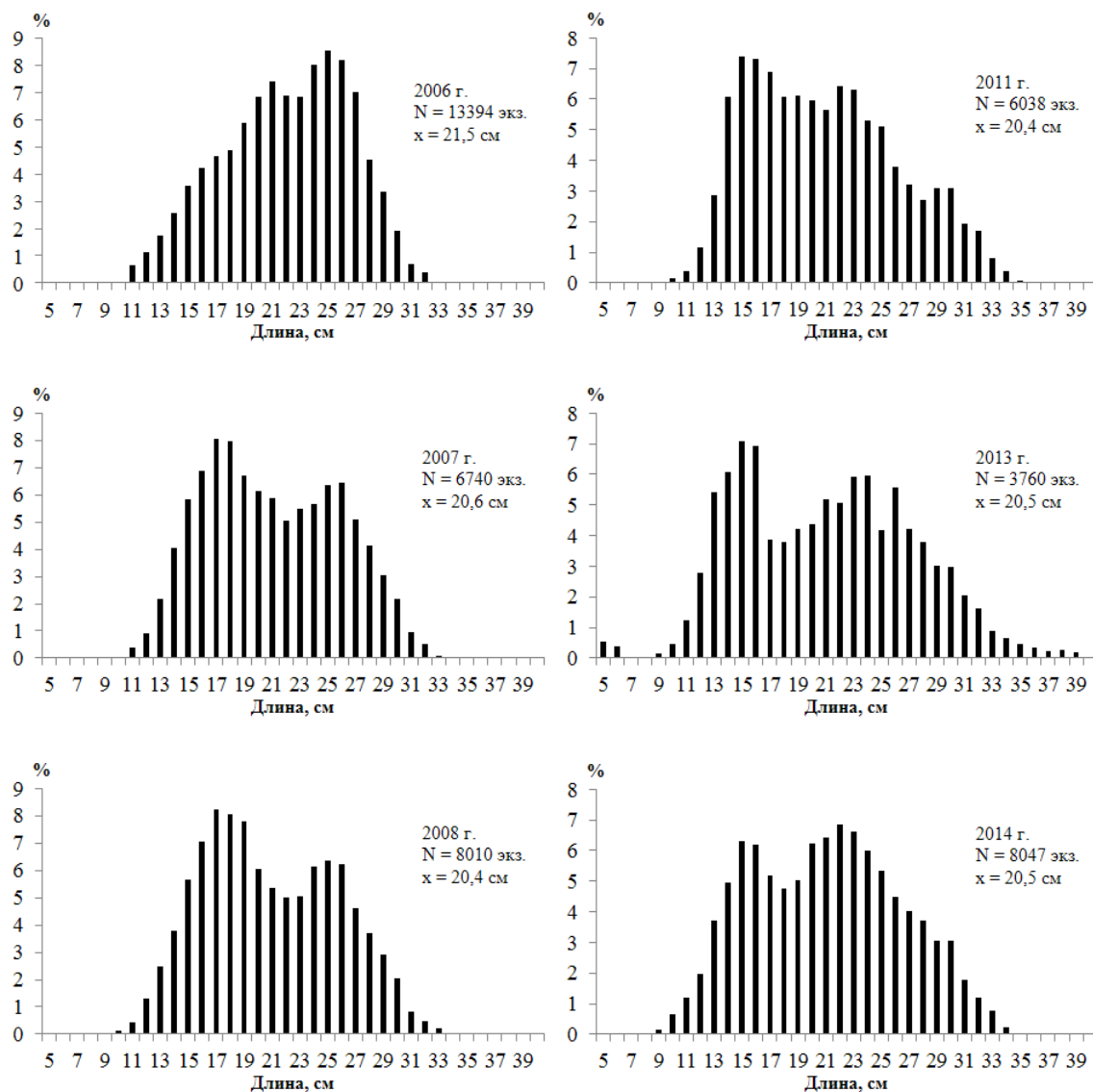


Рис. 30. Размерный состав длинноперого шипошека из траловых уловов в Тихоокеанской подзоне Южно-Курильской зоны в 2006–2008; 2011, 2013, 2014 гг. (\bar{x} – ср. длина, N – кол-во промеренных особей)

В 2005–2006 гг. увеличилась доля особей размерных групп до 14 см и 26–28 см, в 2007–2008 гг. – значительно возросла доля молоди длиной 16–18 см, при этом снизилось количество половозрелых рыб, составляющих размерные группы 22–28 см. Средняя длина постепенно снижалась с 22,8–23,4 см (2002–2003 гг.) до 20,4–20,6 см (2007–2014 гг.).

По итогам учетных траловых съемок 2001–2010 гг. шипошек отмечался на северо-западном склоне о-ва Кунашир по траверзу м. Докучаева, встречаясь на глубинах 320–520 м. Размер и масса шипошека варьировали от 9 до 45 см и от 20 до 900 г, составив в среднем 21,1 см и 237 г. Преобладали особи длиной 9–17 и 23–33 см. Максимальная плотность уловов составила 0,6 т/миллю².

На обширной акватории охотоморской стороны – от северо-западной оконечности о-ва Кунашир до юго-восточной оконечности о-ва Уруп плотных скоплений рыб в уловах обнаружить не удалось, на большей части акватории они не превышали 0,5 кг/сетесутки. И только на участке у о-ва Итуруп, ограниченном координатами 45°15'–45°25' с.ш. 147°40'–147°50' в.д. имели место повышенные концентрации шипошека. Летом в указанном квадрате на глубинах 250–500 м максимальные значения плотности составляли 1,5–2,5 кг/сетесутки. В феврале рыбы смещаются глубже – на изобаты 650–1200 м и значения плотности возрастают до 127 кг/сетесутки, что повышает вероятность эффективного промысла в зимний период.

Минимальный уровень промыслового запаса шипошека в Тихоокеанской подзоне, по обобщенным оценкам за период 2000–2014 гг. составил 0,43 тыс. т, максимальный – 3,24 тыс. т, в среднем – 0,68 тыс. т. Оценка промыслового запаса, рассчитанная по материалам 2014 г. у тихоокеанского побережья Южных Курильских о-вов, дала величину 0,95 тыс. т (рис. 31).

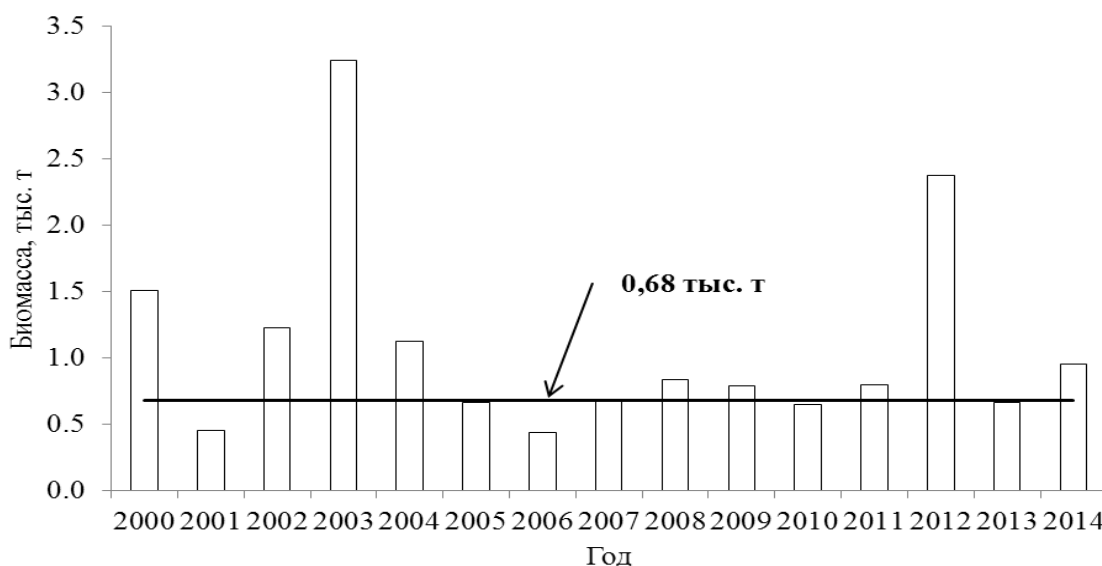


Рис. 31. Динамика промыслового запаса шипошека в 2000–2014 гг. по данным японского тралового промысла в тихоокеанских водах южных Курильских о-вов (горизонтальная линия – среднее значение биомассы за 2000–2014 гг.)

У охотоморского побережья островов промысел шипошека практически не ведется, и информация о состоянии запаса отсутствует. Исходя из того, что шипошек является долгоживущим видом и

характеризуется медленным обновлением стада, предполагается, что в 2010-е гг. промысловый запас тут сохранялся на уровне 2000–2002 гг., когда были выполнены последние исследования по данному виду – 0,5 тыс. т. Таким образом, общий промысловый запас шипощека в Южно-Курильской зоне в середине 2010-х гг. можно считать равным 1,45 тыс. т.

Определение биологических ориентиров

Рекомендуемые биологические ориентиры, представленные в методическом руководстве [Бабаян, 2000] неприменимы, так как отсутствуют сведения по распределению промысловой смертности по возрастам, ряды данных по нерестовому запасу и пополнению и т.п. Ввиду недостаточного уровня информационного обеспечения, определить биологические ориентиры для шипощеков в Южно-Курильской зоне пока не представляется возможным.

Обоснование правила регулирования промысла

Выбор ориентиров управления осуществляется с целью обоснования правила регулирования промысла (ПРП). Текущее (последнее по времени) состояние запаса является отправной точкой формирования алгоритма регулирования промысла на год прогнозирования. Функциональная связь между биомассой запаса и интенсивностью промысла регламентируется той версией предосторожного подхода, которая выбрана для оценки ОДУ.

В настоящее время нет представления о современном состоянии запаса, в силу отсутствия съемок, позволяющих оценить его величину; отсутствия промысла, позволяющего использовать методические подходы, связанные с моделированием поведения запаса.

Ввиду недостаточного уровня информационного обеспечения, разработать правило регулирования промысла шипощеков в Южно-Курильской зоне пока не представляется возможным.

Прогнозирование состояния запаса

Сведения о современном состоянии запаса шипощека отсутствуют. Учитывая высокую продолжительность жизни шипощека и отсутствие интенсивного вылова, предполагается, что промысловый запас данного вида меняется в небольших масштабах.

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Используя рекомендации [Методические рекомендации, 2018], предлагающие использовать для III уровня информационного обеспечения расчетов программный комплекс DLMtool, мы провели вычисления всеми доступными программами, входящими в указанный пакет, для имеющейся в нашем распоряжении информации. Предлагаем использовать в качестве регуляторного механизма величину ТАС (total allowable catch), или общий допустимый улов (ОДУ).

Результаты расчетов программы представлены в таблице 11.

Величина общего допустимого вылова шипощек в Южно-Курильской зоне по расчетам программного комплекса DLMtool (NRDC). (TAC – total allowable catch)

Программа	TAC, т
AvC	21,7
CC1	7,0
DBSRA	58,8
MCD	30,5

Величина ОДУ в Южно-Курильской зоне на 2026 г. составляет 50 т. Допустимая величина изъятия, полученная при использовании математического аппарата, заложенного в программном комплексе DLMtool, составляет 58,8 т. Следует принять во внимание, что отсутствие вылова шипощек в 2017–2019, 2021, 2023 и 2024 гг. и низкие показатели вылова в смежные с ними годы связаны не с состоянием ресурсов шипощек в Южно-Курильской зоне, а с отсутствием его промысла. При специализированном промысле, с использованием донных тралов или жаберных сетей, уловы могут быть существенно выше, что показывает статистика ОСМ Росрыболовства за 2011–2014 гг., когда добычу шипощек по межправительственным соглашениям осуществляли японские рыбаки (вылов в указанный период доходил до 73 т в год). Для возможности проведения специализированного промысла шипощек и предотвращения необоснованных резких изменений величины допустимого вылова, предлагаем сохранить величину ОДУ на прежнем уровне. Таким образом, **ОДУ шипощека в Южно-Курильской зоне в 2026 г. рекомендуется установить на уровне 0,050 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

Анализ рисков, связанных с снижением нерестовой биомассы (SB) ниже уровня $0,5 SB_{MSY}$, или превышения уровня промысловой смертности (F) значения F_{MSY} , при выбранной стратегии промысла (рис. 32) на долгосрочную перспективу минимальны. Таким образом, величина 50 т, рекомендуемая к вылову на 2026 г., и не превышающая значение, предлагаемое моделью DBSRA (58,8 т), удовлетворяет предосторожному подходу управления ресурсами.

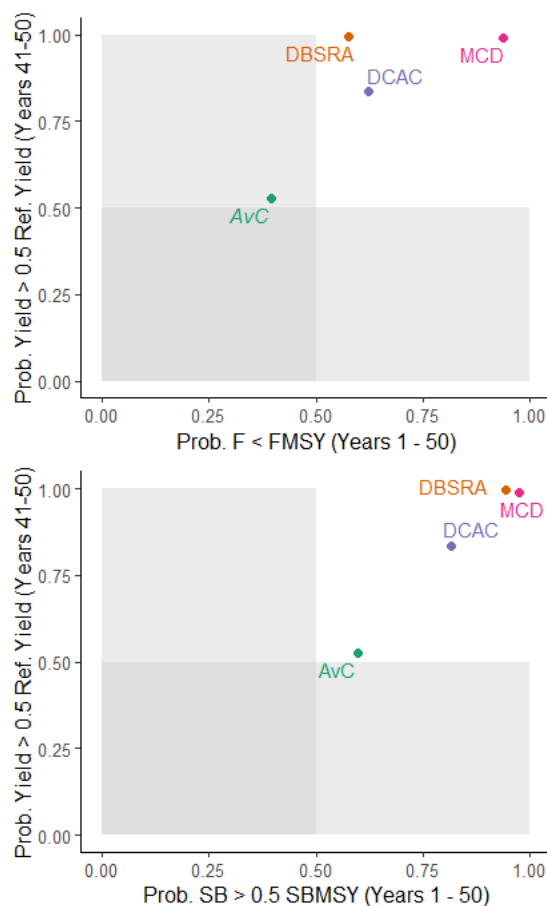


Рис. 32. Анализ рисков перелова при различных стратегиях промысла

61.05 - Зона Охотское море

61.05.1 - Северо-Охотоморская подзона

61.05.2 - Западно-Камчатская подзона

Исполнитель: Ю.К. Семенов («МагаданНИРО»)

Куратор: А.В. Согрина (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Настоящий прогноз подготовлен на основе данных, собранных в период проведения донных траловых съёмок (НИС «ТИНРО» в 2009, 2018 гг.), а также наблюдателями на судах сетного и ярусного лова в Северо-Охотоморской подзоне и прилегающих акваториях Западно-Камчатской подзоны Охотского моря (СРТМ-К «Курильский» в 2003-2006 гг.; СРТМ-К «Вилига» в 2003 г.; РМС «Изумруд» в 2003 г.; РМС «Рубиновый» в 2004-2005 гг.; СЯМ «Георгий» в 2005 г.; СЯМ «Королева Эмеральда» в 2005-2006 гг.; РМС «Юго-Восток-5» в 2006 г.; СТР «Наталья» в 2006 г.; СРТМ-К «Цунами» в 2007 г.; СРТН «Янтарь-31» в 2008 г.; СРТМ-К «Нуклон» в 2010 г.; СРТМ-К «Асирус» в 2008, 2010-2013 гг.; ЯМС «Восток-5» в 2017 г.; ЯМС «Восток-1» в 2018 г.). В 2014-2016, 2019-2024 гг. сбор данных по

биологии длинноперого шипощека провести не удалось. Общий объём проанализированных особей (полный биологический анализ и массовые промеры) для оценки состояния популяции за все годы – 2454 экз.

Промыслово-статистическая информация по вылову длинноперого шипощека в Северо-Охотморской и Западно-Камчатской подзонах в 2004-2024 гг. приведена по данным ОСМ «Рыболовство».

Уровень информационного обеспечения прогноза соответствует III уровню приказа Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104 (недостаточная полнота и качество доступной информации).

Обоснование выбора методов оценки запаса

В связи с относительно невысокой общей биомассой вида и особенностями его распределения, специализированных исследований шипощека не ведётся. Информационной базой для оценки величины запаса в Северо-Охотморской и Западно-Камчатской подзонах на 2026 г. являются данные учётной донной траловой съёмки НИС «ТИНРО», проведённой в апреле-июле 2018 г. Обследованная площадь составила 156,4 тыс. км² в Северо-Охотморской и 13,05 тыс. км² – в Западно-Камчатской подзонах. Расчёт площадей, численности и биомассы производился с применением программы «КартМастер v.3.1» (методом сплайн-аппроксимации) [Бизиков В.А., Поляков А.В. 2004]. Для этого в процессе первичной обработки материалов донной траловой съёмки определялось батиметрическое распределение (диапазон) в границах которого производились расчёты.

Ретроспективный анализ состояние запаса и промысла

В качестве прилова шипошек эпизодически добывается при промысле палтусов, макрурусов, скатов донными ярусами и сетями, а также при глубоководном траловом промысле. В прошлые годы основная его добыча производилась судами ярусного лова, вылов другими орудиями лова был незначителен.

Всего в 2024 г. в Северо-Охотморской подзоне Охотского моря выпуск продукции из длинноперого шипощека осуществляли 2 судна (41 судосутки), что в 2,2 раза ниже, чем в 2023 г. Максимальные выловы были получены в апреле-мае (рис. 33).

В последние годы динамика вылова шипощека претерпевала сезонную изменчивость и была обусловлена активностью флота на промысле палтусов, достигая максимума в летне-осенние месяцы. В осенне-зимний период традиционно наблюдается снижение активности флота. Это объясняется тем, что в октябре-ноябре происходит нерест чёрного палтуса (приоритетный объект промысла ярусоловов), уловы его в этот период невелики; соответственно, работа судов в данный период малорентабельна.

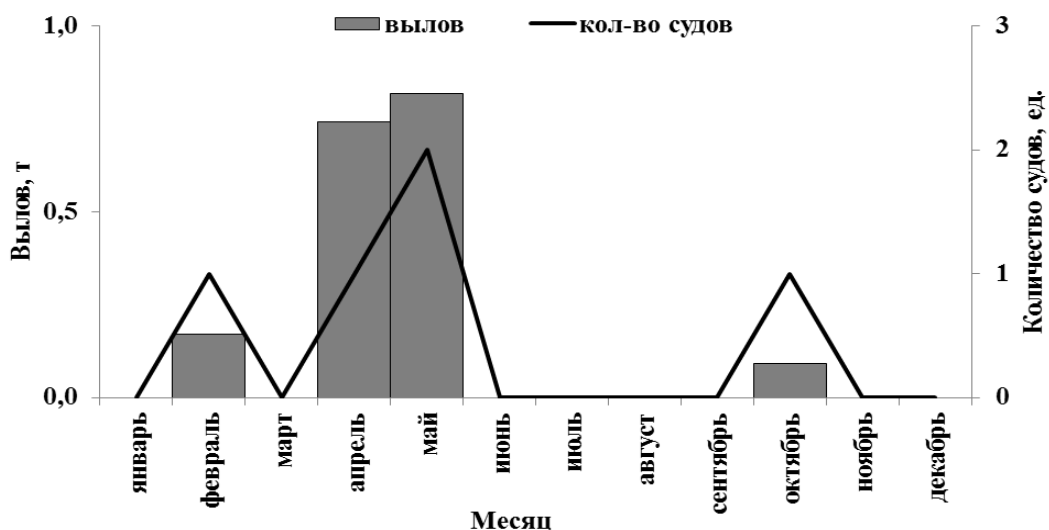


Рис. 33. Количество судов на промысле и динамика вылова длинноперого шипощека в Северо-Охотоморской подзоне в 2024 г.

В 2024 г. суточные уловы длинноперого шипощека колебались от 5 до 165 кг, составляя в среднем 44 кг. Всего, по данным ССД, в Северо-Охотоморской подзоне в 2024 г. было добыто 1,8 т шипощека, что в 2 раза меньше вылова предыдущего, 2023 г. (табл. 12).

Таблица 12

Динамика вылова длинноперого шипощека в 2004-2024 гг.

Год	ОДУ, т		Вылов, т		Освоение ОДУ, %	
	СОМ	ЗК	СОМ	ЗК	СОМ	ЗК
2004	150	60	19,5	16,7	13,0	27,8
2005	150	60	28,0	13,0	18,7	21,7
2006	150	60	24,6	10,0	16,4	16,7
2007	150	60	12,9	7,0	8,6	11,7
2008	150	60	11,9	4,0	7,9	6,7
2009	150	60	22,8	6,0	15,2	10,0
2010	150	60	28,1	3,7	18,7	6,2
2011	150	60	24,5	3,9	16,3	6,5
2012	150	60	26,1	3,0	17,4	5,0
2013	150	60	26,0	0,5	17,3	0,8
2014	150	60	10,8	1,1	7,2	1,8
2015	150	60	11,8	0,2	7,9	0,3
2016	150	60	14,2	3,7	9,5	6,2
2017	150	60	21,7	1,2	14,5	2,0
2018	150	60	21,3	1,2	14,2	2,0
2019	150	60	17,5	2,1	11,7	3,5
2020	158	8	15,9	0,7	10,1	8,8
2021	158	8	5,6	0,5	3,5	6,3
2022	158	8	10,0	0,4	6,3	5,0
2023	158	8	3,2	0,2	2,0	2,5
2024	158	8	1,8	0	1,2	0

Примечание: СОМ – Северо-Охотоморская подзона, ЗК – Западно-Камчатская подзона

Как видно из таблицы 12, вылов шиповца в 2004-2020 гг. в Северо-Охотморской подзоне Охотского моря составлял 10,8-28,1 т, что соответствовало 7,2-18,7% от ОДУ. С 2021 г. появилась тенденция к снижению вылова и в 2024 г. освоение ОДУ шиповца составило 1,2%, что является самой низкой величиной за весь рассматриваемый период. Это объясняется значительным снижением интенсивности промысла черного палтуса в последние годы, при добыче которого вылавливается шиповец в качестве прилова.

Распределение суточных уловов и годового вылова шиповца в 2024 г. представлено на рисунках 34-35. В целом, распределение вылова соответствовало прошлым годам, и было приурочено к работе флота на промысле палтуса, скатов и макрurusов.

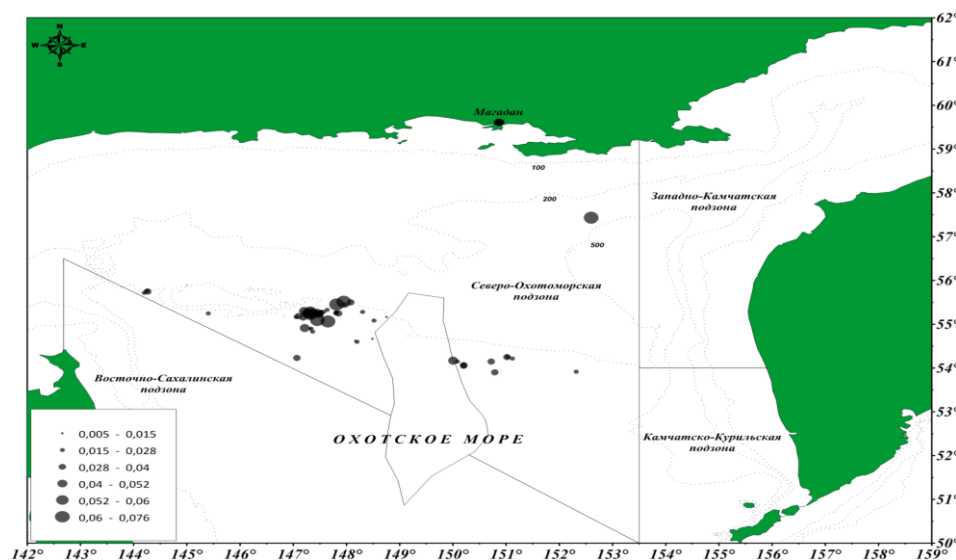


Рис. 34. Распределение суточных уловов длинноперого шиповца в 2024 г., т

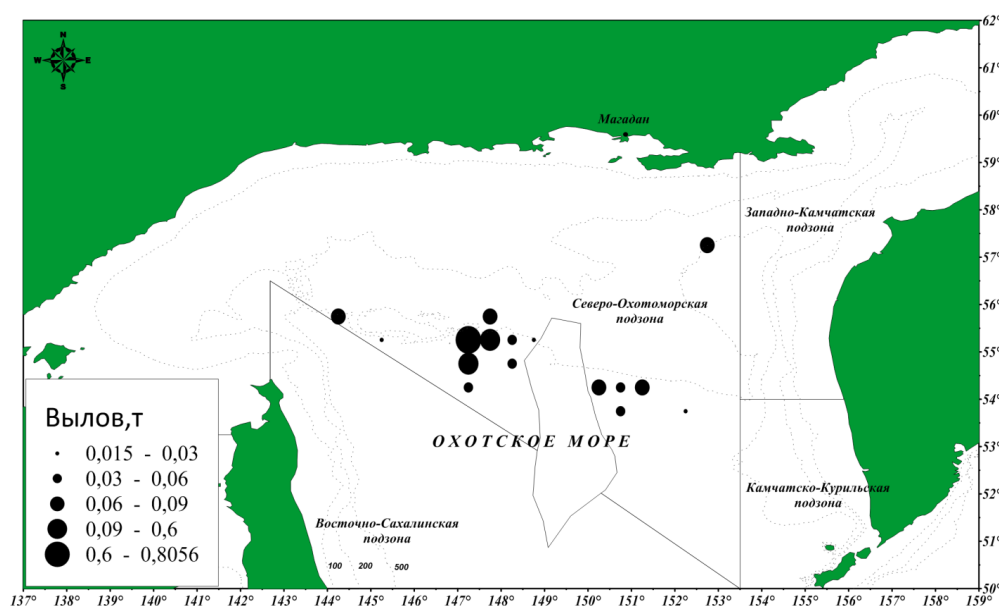


Рис. 35. Распределение промысловой нагрузки (годового вылова) длинноперого шиповца в 2024 г., т (для обобщения использовался квадрат со стороной 30х30 минут)

Следует отметить, что ввиду небольших суточных уловов, некоторые суда могут накапливать на борту продукцию из шипощека и показывать в промысловой отчетности только при заполнении одной единицы тары (ящика). Данное обстоятельство несколько искажает статистику. Тем не менее, рассматривая динамику средних уловов шипощека на усилие (на ярусном промысле) за 2012-2024 гг. можно отметить, что она колебалась в пределах от 0,004 до 0,013 т (табл. 13). Общая тенденция косвенно позволяет судить об относительной стабильности популяции длинноперого шипощека.

Таблица 13

Динамика средних уловов на усилие при ярусном промысле длинноперого шипощека в 2012-2024 гг., т/порядок

Показатель	Год												
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Улов на усилие	0,008	0,013	0,005	0,007	0,006	0,006	0,005	0,004	0,006	0,007	0,006	0,008	0,011*

Примечание: *- в 2024 г. в Западно-Камчатской подзоне шипошек не добывался

Биологические показатели длинноперого шипощека по годам изменялись незначительно. В приловах при промысле донных рыб жаберными сетями и ярусами он был представлен особями длиной 24-38 см (по АС), массой тела – 250-1100 г, в возрасте от 14 до 27 полных лет. Независимо от года исследований и орудий лова, в уловах преобладали особи длиной 28-34 см, массой 400-600 г, в возрасте 17-21 лет. Средний размер шипощека за период 2003-2018 гг. колебался в пределах 29,9-32,8 см (табл. 14-16). Доля самок в среднем составляла 50%.

Таблица 14

Размерный состав длинноперого шипощека в сетных и ярусных уловах 2003-2018 гг.

Год	Ед. изм.	Длина АС, см																N*	M**
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
2003	экз.	-	1	2	16	27	48	56	60	64	34	24	17	2	1	-	352	30,5	
	%	-	0,3	0,6	4,5	7,7	13,6	15,9	17,0	18,2	9,7	6,8	4,8	0,6	0,3	-	100		
2004	экз.	-	1	-	4	8	17	21	16	17	13	5	8	-	-	-	110	30,0	
	%	-	0,9	-	3,6	7,3	15,5	19,1	14,5	15,5	11,8	4,5	7,3	-	-	-	100		
2005	экз.	-	2	1	9	27	44	80	72	85	48	41	28	10	6	6	459	31,1	
	%	-	0,4	0,2	2,0	5,9	9,6	17,4	15,7	18,5	10,5	8,9	6,1	2,2	1,3	1,3	100		
2006	экз.	-	-	1	4	16	38	59	47	38	21	21	14	7	7	2	275	30,9	
	%	-	-	0,4	1,5	5,8	13,8	21,6	17,1	13,8	7,6	7,6	5,1	2,5	2,5	0,7	100		
2007	экз.	-	-	1	7	12	23	24	16	23	5	14	3	-	-	-	128	30,1	
	%	-	-	0,8	5,5	9,4	18,0	18,7	12,5	18,0	3,9	10,9	2,3	-	-	-	100		
2008	экз.	-	2	-	1	23	14	35	54	49	60	36	31	-	3	3	311	31,5	
	%	-	0,6	-	0,3	7,4	4,5	11,3	17,4	15,8	19,3	11,6	10,0	-	1,0	1,0	100		
2010	экз.	-	-	-	3	5	8	8	16	20	13	7	5	1	4	-	90	31,3	
	%	-	-	-	3,3	5,6	8,9	8,9	17,8	22,2	14,4	7,8	5,6	1,1	4,4	-	100		
2011	экз.	-	-	1	6	10	23	31	24	28	16	15	14	5	3	-	176	30,9	
	%	-	-	0,6	3,4	5,7	13,1	17,6	13,6	15,9	9,1	8,5	8,0	2,8	1,7	-	100		
2012	экз.	-	1	5	8	12	20	21	18	15	9	7	6	-	-	-	122	29,9	
	%	-	0,8	4,1	6,6	9,8	16,4	17,2	14,8	12,3	7,4	5,7	4,9	-	-	-	100		
2013	экз.	-	1	-	3	3	11	12	13	11	14	6	3	-	-	-	77	30,7	
	%	-	1,3	-	3,9	3,9	14,3	15,6	16,8	14,3	18,2	7,8	3,9	-	-	-	100		

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
2017	экз.	-	-	-	-	-	4	7	7	16	17	17	9	6	1	5	89	32,7
	%	-	-	-	-	-	4,5	7,9	7,9	18,0	19,1	19,1	10,1	6,7	1,1	5,6	100	
2018	экз.	4	-	-	-	-	3	5	15	30	29	30	28	24	9	5	182	32,8
	%	2,2	-	-	-	-	1,6	2,7	8,2	16,5	15,9	16,5	15,4	13,2	4,9	2,7	100	

Примечание: * - сумма, ** - средняя величина

Таблица 15

Весовой состав длинноперого шипошека в сетных и ярусных уловах 2003-2018 гг.

Год	Ед. изм.	Масса тела, г																	N	M
		250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000			
2003	экз.	-	1	13	24	39	60	53	55	32	25	21	7	9	5	5	2	-	351	553
	%	-	0,3	3,7	6,8	11,1	17,1	15,1	15,7	9,1	7,1	6,0	2,0	2,6	1,4	1,4	0,6	-	100	
2004	экз.	-	1	2	4	17	20	17	9	6	9	5	4	-	-	-	-	-	94	530
	%	-	1,1	2,1	4,3	18,1	21,1	18,1	9,6	6,4	9,6	5,3	4,3	-	-	-	-	-	100	
2005	экз.	-	3	9	31	49	60	59	66	44	38	25	14	4	5	4	-	3	414	558
	%	-	0,7	2,2	7,5	11,8	14,5	14,3	15,9	10,6	9,2	6,0	3,4	1,0	1,2	1,0	-	0,7	100	
2006	экз.	-	2	7	21	37	21	32	27	25	12	13	10	8	-	1	2	2	220	551
	%	-	0,9	3,2	9,6	16,8	9,5	14,5	12,3	11,4	5,5	5,9	4,5	3,6	-	0,5	0,9	0,9	100	
2007	экз.	-	-	4	9	10	26	23	19	7	16	4	4	2	1	3	-	-	128	553
	%	-	-	3,1	7,0	7,8	20,4	18,0	14,8	5,5	12,5	3,1	3,1	1,6	0,8	2,3	-	-	100	
2008	экз.	-	2	9	11	26	45	38	50	54	44	13	7	9	-	1	-	-	309	568
	%	-	0,6	2,9	3,6	8,4	14,6	12,3	16,2	17,5	14,2	4,2	2,3	2,9	-	0,3	-	-	100	
2010	экз.	-	-	2	6	9	10	14	18	11	9	4	2	3	1	1	-	-	90	565
	%	-	-	2,2	6,7	10,0	11,1	15,7	20,0	12,2	10,0	4,4	2,2	3,3	1,1	1,1	-	-	100	
2011	экз.	-	-	1	7	19	19	18	16	11	10	5	4	2	2	1	-	1	116	556
	%	-	-	0,9	6,0	16,4	16,4	15,5	13,8	9,5	8,6	4,3	3,4	1,7	1,7	0,9	-	0,9	100	
2012	экз.	-	1	9	9	15	27	14	17	14	3	5	-	3	1	2	2	-	122	529
	%	-	0,8	7,4	7,4	12,3	22,1	11,5	13,9	11,5	2,5	4,1	-	2,5	0,8	1,6	1,6	-	100	
2013	экз.	-	1	-	7	6	13	10	15	10	12	2	1	-	-	-	-	-	77	547
	%	-	1,3	-	9,1	7,8	16,8	13,0	19,5	13,0	15,6	2,6	1,3	-	-	-	-	-	100	
2017	экз.	-	-	-	-	1	5	8	12	17	11	3	5	2	2	1	-	-	67	632
	%	-	-	-	-	1,5	7,5	11,9	17,9	25,4	16,4	4,5	7,5	3,0	3,0	1,5	-	-	100	
2018	экз.	3	-	-	1	4	8	19	24	27	18	30	11	16	11	2	3	5	182	672
	%	1,6	-	-	0,5	2,2	4,4	10,4	13,2	14,8	9,9	16,5	6,0	8,8	6,0	1,1	1,6	2,7	100	

Таблица 16

Возрастной состав длинноперого шипошека в сетных и ярусных уловах в 2003-2013 гг.

Год	Ед. изм.	Возраст, лет															N	M
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
2003	экз.	1	2	16	27	24	24	56	56	55	9	14	24	-	-	308	20,4	
	%	0,3	0,6	5,2	8,8	7,8	7,8	18,2	18,2	17,9	2,9	4,5	7,8	-	-	100		
2004	экз.	1	-	4	-	10	19	17	1	17	12	6	1	6	-	94	20,8	
	%	1,1	-	4,3	-	10,6	20,0	18,1	1,1	18,1	12,8	6,4	1,1	6,4	-	100		
2005	экз.	2	1	12	27	42	47	75	47	67	29	29	31	25	16	450	21,2	
	%	0,4	0,2	2,7	6,0	9,3	10,5	16,7	10,4	14,9	6,4	6,4	6,9	5,6	3,6	100		
2006	экз.	1	4	5	29	28	56	27	41	22	12	9	16	9	16	275	20,6	
	%	0,4	1,5	1,8	10,5	10,2	20,4	9,8	14,9	8,0	4,4	3,3	5,8	3,3	5,7	100		
2007	экз.	1	7	1	12	24	22	1	16	23	4	1	13	3	-	128	20,1	
	%	0,7	5,5	0,8	9,4	18,8	17,2	0,8	12,5	18,0	3,1	0,7	10,2	2,3	-	100		
2008	экз.	2	1	12	15	12	33	18	56	37	52	24	19	30	2	311	21,6	
	%	0,6	0,3	3,9	4,8	3,9	10,6	5,8	17,4	11,9	16,7	7,7	6,1	9,7	0,6	100		
2010	экз.	-	3	2	3	8	9	1	17	17	13	-	8	4	5	90	21,5	
	%	-	3,3	2,2	3,3	8,9	10,0	1,2	18,9	18,9	14,4	-	8,9	4,4	5,6	100		
2011	экз.	1	6	6	15	19	27	17	24	16	9	10	8	11	7	176	20,6	
	%	0,6	3,4	3,4	8,5	10,8	15,3	9,7	13,6	9,1	5,1	5,7	4,5	6,3	4,0	100,0		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2012	экз.	6	8	2	13	19	20	5	18	11	7	1	8	4	-	122	19,6
	%	4,8	6,6	1,6	10,7	15,6	16,4	4,1	14,8	9,0	5,7	0,8	6,6	3,3	-	100	
2013	экз.	1	2	2	2	11	11	6	11	8	11	4	5	2	1	77	20,7
	%	1,3	2,6	2,6	2,6	14,3	14,3	7,7	14,3	10,4	14,3	5,2	6,5	2,6	1,3	100	

По данным НИС «ТИНРО» (донный трал), в 2018 г. линейные размеры длинноперого шипощека варьировали в пределах 13-40 см (средняя длина – 30,2 см и средняя масса 518 г). В восточной части обследованной акватории соотношение полов этого вида было практически равным.

Обоснование правила регулирования промысла

Ввиду недостаточного уровня информационного обеспечения, определить биологические ориентиры управления и обосновать правило регулирования промысла (ПРП) шипощека пока не представляется возможным.

Прогнозирование состояния запасов

Оценка запаса длинноперого шипощека проведена по методике, в основе которой лежит прямой метод определения биомассы на обследованной площади [Аксютин, 1968] по данным учётной траловой съёмки, проведённой НИС «ТИНРО» в 2018 г. [Рейсовый отчёт «О результатах донных траловых исследований в Охотском море...», 2018].

В период проведения съёмки длинноперый шипошек встречался (2-20 экз./час) в пределах материкового склона на глубинах 390-950 м (встречаемость – 37,9%). По всей обследованной акватории держался очень разреженно (33-506 экз./км², средняя плотность – 32 экз./км² и 17 кг/км²) не формируя плотных скоплений. В северо-восточном секторе моря концентрации были несколько выше (40 экз./км² и 21 кг/км²), и наблюдались небольшие скопления. Локальные участки повышенных концентраций отмечены в южной части Камчатско-Курильской подзоны (изобата 560 м, 506 экз./км² и 224 кг/км²) и на юго-восточном склоне впадины ТИНРО в Западно-Камчатской подзоне (540 м, 450 экз./км² и 129 кг/км²). В Северо-Охотоморской подзоне шипошек распределялся более разреженно, и только в районе банки Кашеварова отмечено относительно плотное локальное скопление на глубине 550 м (279 экз./км² и 210 кг/км²).

Учтённая численность длинноперого шипощека по результатам съёмки составила 3,02 млн экз. (1,58 тыс. т) в Северо-Охотоморской, и 0,17 млн экз. (0,08 тыс. т) в Западно-Камчатской подзонах. Следует отметить, что аналогичная съёмка, проведённая летом 2009 г., показала близкие результаты: тогда численность длинноперого шипощека в Северо-Охотоморской подзоне была оценена в 2,9 млн экз. (1,5 тыс. т).

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ

Учитывая недостаточную изученность длинноперого шипощека, не всегда объективно предоставляемые данные о вылове за последние годы в

двух подзонах – районах обитания популяции, его общий допустимый вылов в настоящее время рекомендуется установить в объёме не более 10% от величины запаса. Коэффициент изъятия определён в соответствии с концепцией Е.М. Малкина (1999) на основе данных о возрасте созревания шипощека (10-14 лет) при длине 22-28 см. [Токранов, Орлов, Шейко, 2005].

Таким образом, в условиях неопределённости в оценке запаса, целесообразно **ОДУ шипощека в 2026 г.** оставить на уровне 2020-2024 гг., что составит **в Северо-Охотоморской подзоне – 0,158 тыс. т, в Западно-Камчатской подзоне – 0,008 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

Ввиду того, что прогноз состояния запаса и определение ОДУ выполнены на основании информационного обеспечения III уровня, анализ и диагностику полученных результатов провести невозможно.

61.05.3 - Восточно-Сахалинская подзона

Исполнитель: Ким Сен Ток («СахНИРО»)

Куратор: А.В. Согрина (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Информационной основой для оценки состояния запасов шипощека у восточного Сахалина послужили биостатистические материалы, собранные на промысловых маломерных судах на юго-восточном склоне Сахалина в период 1996–2019 гг. Промысловая статистика за 2011–2024 гг. получена на основе базы ежегодных данных ОСМ Росрыболовства. В 2013–2015, 2017–2018, 2020–2024 гг. сбор материалов на промысле не осуществлялся. В 2019 г. сбор информации был произведен во время сетного промысла объекта на РС «Попов». За весь период исследований было подвергнуто биологическим анализам более 7 тыс. особей и массовым промерам более 132 тыс. особей. В качестве орудий лова служили донные ставные сети с ячейей 45×45 мм со следующими характеристиками: высота сетного полотна – 7 м, длина одной сети – 33 м, количество сетей в порядке – в среднем от 32 до 55 шт.

В 2005–2011 гг. проведены круглогодичные наблюдения за сезонными изменениями плотности концентраций и уловов на усилии шипощека в ходе сетного промысла [Ким, 2006]. В 2016 и 2019 гг. средние величины уловов на усилии были вновь получены в условиях реального судового промысла. В 2013–2015, 2017–2018, 2020–2024 гг. исследования не проводились.

В целом информационную обеспеченность прогноза можно признать соответствующей уровню II (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

Имеющиеся многолетние данные, собранные в ходе контрольного лова и промысла шипощека, позволяют рассчитать осредненную оценку запасов с

помощью площадных методов. Промысловая статистика 2003–2024 гг. позволяет использовать для расчета ОДУ и оценки целевых ориентиров по величине запаса и промысловой смертности продукционную модель Пелла-Томлинсона в форме динамической модели, реализованной в ППП «Комби 4» [Pella, Tomlinson, 1969]. Имеется биологическая информация по размерно-возрастному составу, темпу роста и расчетной величине естественной смертности рыб. Результаты исследований позволяют выделить промысловые и биологические ориентиры для формирования ПРП на основе «принципа предосторожности». Величина ОДУ определяется на основе концепции максимального устойчивого улова (MSY) и зонального правила регулирования промысла (ПРП), в рамках реализации основных положений «принципа предосторожности» [Бабаян, 2000].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Массовые промысловые скопления в районе восточно-сахалинского склона образует один вид шипощек – длинноперый шипошек *Sebastolobus macrochir*. Второй вид шипощек – аляскинский шипошек *S. alascanus*, вылавливается крайне редко, в течение промыслового сезона наблюдаются лишь единичные случаи его поимок.

Промысел шипошека начинался в районе склона у юго-восточного Сахалина в рамках ресурсных исследований, проводившихся в 1996–2008 гг. Характер промысла на протяжении всего периода исследований отличался стабильностью. Область исследований постепенно увеличивалась, а район лова неуклонно расширялся в северо-восточном направлении от участка 46°30'–47°10' с. ш. к участкам склона на траверзе м. Терпения. После высоких уловов первых лет вылов шипошека стабилизировался на некотором среднем уровне, который поддерживался освоением новых, более северных участков его обитания. В 1996 г. объем вылова шипошека достиг 35,5 т, в 1997 г. вырос до 97,6 т, а в 1999 г. составил уже 106,2 т. Общий вылов в 2000 г. равнялся 154 т. Следует отметить постоянное расширение общей зоны промысла в эти годы. В то же время, улов на усилие держался в примерном диапазоне 19–28 кг/постановку, не показывая видимой тенденции к резкому понижению или повышению своего значения.

Накопленная информация показала сравнительно высокий расчетный уровень запасов, в котором учитывалась сезонная динамика уловов и высокая доля рыб, объединенных хищными амфиподами. Недоучет их приводил к существенному занижению, как реальных уловов, так и общих запасов вида в регионе.

Выяснено, что в периоды, соответствующие сезонам нереста (май–июнь) и зимовки (декабрь), наблюдается максимальная концентрация половозрелых рыб на глубинах 800–1200 м. Именно эти сезоны наиболее реально характеризуют всю промысловую биомассу стада. Расчет запасов выполнялся на основе уловов на усилие в декабре по методу площадей. В качестве единицы усилия сетных постановок использовался улов на

стандартизированный порядок. Принималось, что ставная сеть облавливает зону по 350 м в обе стороны от сетного полотна [Трещев, 1983].

Для расчета общих ресурсов шипошека на всей акватории островного склона у юго-восточного побережья острова, необходима информация по общей площади распространения вида и средним плотностным характеристикам в период максимальных концентраций рыб. Вся акватория распределения вида на склоне юго-восточного Сахалина, по всем данным, полученным в ходе многолетних исследований «СахНИРО», имеет площадь, равную 753,71 миль² (2585,2 км²). Эта площадь охватывает зону от широты южной оконечности м. Анива до широты м. Терпения с глубинами от 400 до 1000 м. Практически все промысловое стадо концентрируется в указанном диапазоне глубин в декабре, когда рыбы после активного летнего нагула образуют плотные зимние скопления. Следовательно, в этот месяц могут быть получены наиболее реальные оценки запаса.

В 2001 г. величина возможного годового изъятия шипошека в районе составляла 175 т, а вылов достигал 111 т. В 2002 г. при существенном снижении объемов допустимого изъятия (60 т), и соответственно уменьшении числа допущенных к лову судов (2 ед.), вылов равнялся лишь 46,2 т (77% от возможного вылова). В 2003 г. величина ОДУ была снижена до 50 т, а общий вылов объекта в районе тремя судами составил 44,9 т (рис. 36, табл. 17).

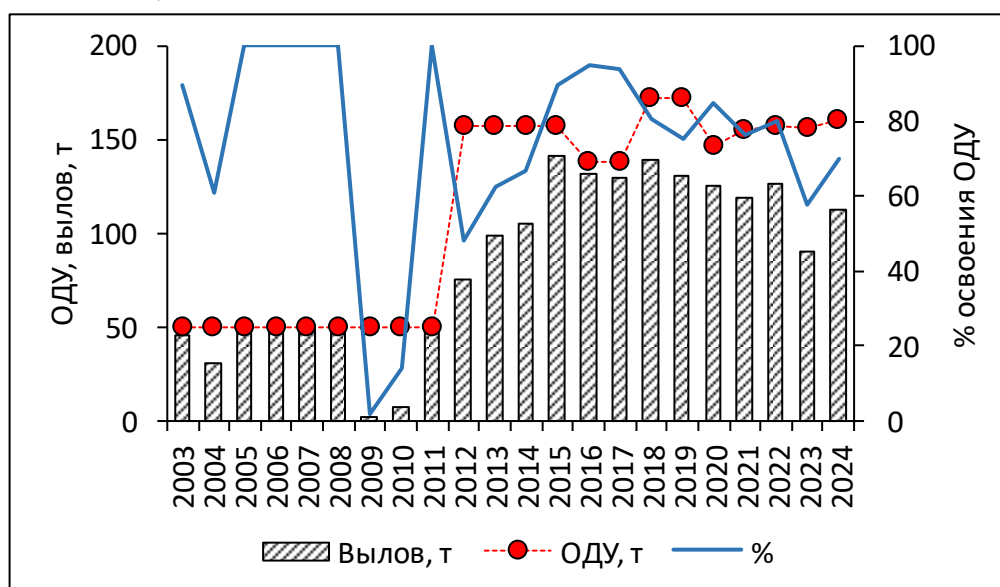


Рис. 36. Основные показатели промысла длинноперого шипошека у юго-восточного Сахалина в 2003–2024 гг.

Таблица 17

Величина ОДУ, годовой вылов и уровень освоения шипошека на склоне юго-восточного Сахалина в 2013–2024 гг., т

Год	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
ОДУ	157	138	138	172	172	147	155	157	156	160,4
Вылов	140,9	131,1	129,3	138,3	129,8	124,6	118,2	125,7	90,1	112,8
% освоения	89,7	95,0	93,7	80,4	75,5	84,8	76,3	80,1	57,8	70,3

В 2004 г. промысел начался в конце сентября, за оставшийся период года было выловлено 30,5 т. В 2005–2008 гг. двумя-тремя судами по разрешениям ежегодно вылавливалось ровно 50 т (100% возможного вылова). Следует отметить, что во все годы на выбранных судах осуществляли исследования сотрудники «СахНИРО» и, по их сведениям, в районе постоянно находились браконьерские суда. Таким образом, официальная статистика годового вылова в те годы совершенно не соответствовала реальному положению дел. В некоторые годы, по ориентировочным оценкам, вылов явно превышал 1000 т, что отчасти послужило поводом для резкого снижения ОДУ в начале 2000-х гг. В 2009–2010 гг. вылов шипощека был минимальным по причине отсутствия промышленного лова.

В 2011–2015 гг., интенсивность промысла стала возрастать, годовой вылов увеличился от 50 до 140,9 т. На промысле участвовали 2–3 судна типа МДС (маломерное добывающее судно) и РС (рыболовный сейнер), вооруженные сетным оборудованием. Среднесуточный вылов равнялся 0,3–0,5 т, улов на один сетной порядок – 0,1–0,2 т. В 2016–2022 гг. при величине ОДУ, находящимся в пределах 138–172 т, общий вылов составлял 118,2–138,3 т, что равнялось 75,5–95,0% от рекомендованного ОДУ. В 2023 г. при ОДУ, равном 156 т, вылов снизился и достиг лишь 90,1 т или 57,8%. В 2024 г. было выловлено 112,8 т или 70,3% от ОДУ (160,4 т). Промысел начали традиционно в мае и продолжали до конца года. Общий район промысла охватил весь островной склон, протянувшийся от м. Анива до м. Терпения (рис. 37). В целом, в последнее десятилетие наблюдается осредненный тренд на снижение годовых уловов в многолетнем аспекте.

Научные исследования восточно-сахалинской популяции длинноперого шипощека *Sebastolobus macrochir* проводятся с 1994 г. Они показали, что у восточного Сахалина ареал шипощека охватывает весь материковый склон от 200 до 1200 м, при этом взрослые рыбы обитают преимущественно в зоне изобат более 400 м. Распределение шипощека носит мозаичный характер и основные его скопления с максимальной плотностью более 17 т/милю² отмечаются в местах с наиболее крутым уклоном и резкими изменениями рельефа дна, часто на участках склона, окруженных большими глубинами. Основные скопления рыб в течение всего года локализованы на одних участках, что указывает на отсутствие у значительной части стада шипощека протяженных горизонтальных миграций, при совершении им активных вертикальных перемещений. Подтверждается это материалами всех лет исследований, притом, что уловы на усилие достаточно полно характеризуют пространственное распределение рыб и состояние стада в сезонном отношении. Так, в мае–июне 1997 г., в нерестовый период, средняя плотность скопления рыб составляла более 15 т/милю² (улов до 1100 кг/сетной порядок). В июле–сентябре она снизилась и не превышала 9 т/милю² (средний улов – 162 кг на сетной порядок). В октябре–декабре, в связи с наступлением зимовального сезона, плотность скоплений рыб вновь увеличилась до 17 т/милю². В 2005 г. на восточном участке исследований (к

востоку от 145° в. д.) сходные тренды изменения средних уловов были также отмечены с апреля по декабрь. Средний улов на одну сеть был выше 10 кг в апреле–мае, затем упал до 3,9 кг в августе и вновь поднялся до 10,3 кг в декабре. В 2007 г. на западном участке исследований (к западу от 145° в.д.) в середине мая средний улов на судосетесутки составил 8,5 кг, но уже в июне–июле резко снизился до 0,1–1,8 кг. В октябре–ноябре улов на усилие вновь повысился до 2,4–3,8 кг. В 2011 г. исследования были проведены в августе–сентябре. Средний улов на порядок составил 717 кг, улов на сеть – 27,3 кг. Для данных месяцев средние величины уловов на усилие были заметно выше, чем в прошлые годы. В 2012 г. исследования проводились в июле–августе. Улов варьировал значительным образом и составлял в среднем 9,2 кг на судосетесутки, или 302 кг на порядок. Эти показатели превосходили наблюдавшиеся ранее средние величины, характерные для этих месяцев. Отмеченное двухгодичное отсутствие промысла и последующее жесткое ограничение численности флота могло способствовать пополнению промыслового запаса. Этот вывод подтверждали результаты исследований 2016 г. Уловы на усилие в этом году в среднем составили 9,1 кг на судосетесутки, или 289 кг на порядок в сентябре–октябре. В 2019 г. эти показатели равнялись 6,7 и 226 кг, соответственно.

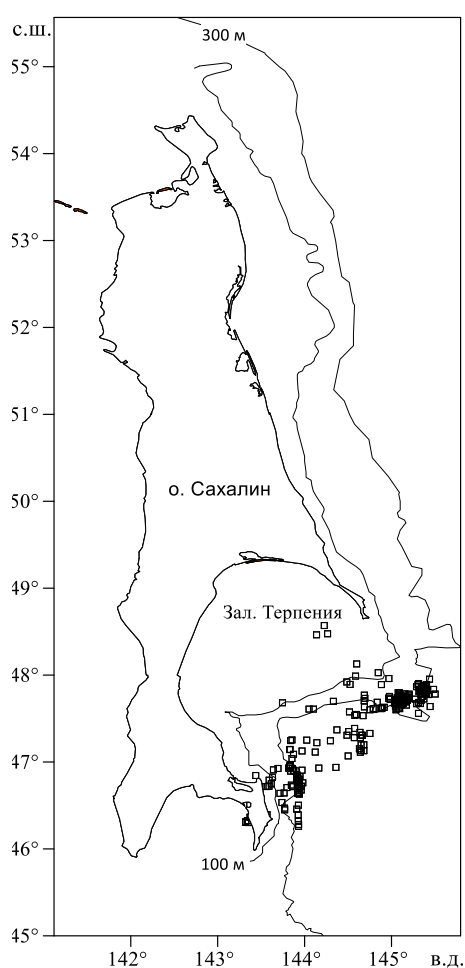


Рис. 37. Район промысла длинноперого шиповца в 2024 г.

Во все годы наблюдений, участки с плотными концентрациями рыб чередовались с участками слабой встречаемости вида (рис. 36). Наибольшие уловы были отмечены в квадратах координат 46°30'–47°20' с.ш. 143°50'–144°00' в.д. и 47°30'–47°50' 144°10'–145°25' в.д., соответствующих местам крутого изгиба рельефа дна или более резкого уклона материкового склона на глубинах 650–850 м. Плотность распределения шипошека в этих районах обычно достигала 10,0 т/милю², а более высокие показатели наблюдались лишь в начальный год лова.

В 2011–2023 гг. по данным ОСМ «Росрыболовство» средние величины уловов вида на операцию для судов типа РС с сетным оборудованием сохраняли общий тренд на снижение от 0,259 до 0,120 т (рис. 38), несмотря на то, что в 2012–2013 гг. количество усилий (судосутки и операций) было резко увеличено – более чем в два раза.

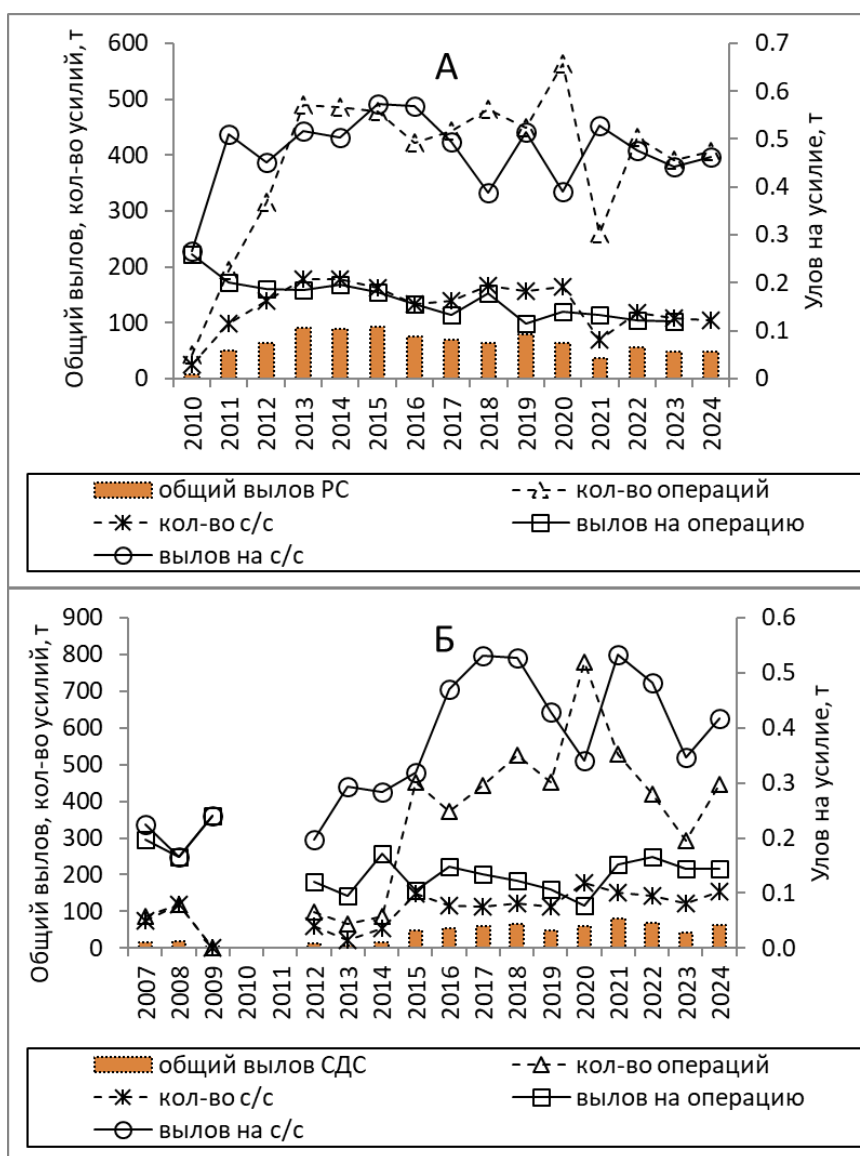


Рис. 38. Динамика основных показателей на промысле шипошека у юго-восточного Сахалина по ОСМ «Росрыболовство», А – судно типа РС, Б – судно типа СДС

В 2021–2023 гг. осуществлялось обновление флота, что вызвало скачки основных показателей промысла. Благодаря интенсификации лова, общий и суточный вылов держался на достаточно высоком уровне. Вылов на судосутки в период с 2010 по 2015–2016 гг. нарастал от 0,266 до 0,574 т. После 2016 г. дальнейшее увеличение количества усилий осуществлялось уже на фоне скачкообразного изменения не только улова на операцию, но и суточного вылова. Общий вылов судов типа РС после 2015–2016 гг. сохранялся на довольно высоком уровне.

У судов типа СДС (среднее добывающее судно) интенсивность промысла нарастала до 2017–2018 гг. На фоне увеличения количества операций и судосуток лова, вылов на судосутки повышался, а вылов на операцию несколько уменьшился. В 2019–2024 гг. вылов на операцию и судосутки претерпевал значительные скачки, при существенной изменчивости количества усилий. Общий вылов судов типа СДС существенно зависел от количества усилий.

В настоящее время относительно высокий уровень годового освоения объекта промысла поддерживается за счет интенсификации лова, что вызывает сильную корреляцию общего вылова с уловами на судосутки, количеством операций и судосуток (коэффициент корреляции 0,68–0,93), при слабой его связи с уловом на операцию.

Шипощеки относятся к долгоживущим видам. Максимальный возраст длинноперого шипощека составляет 32 года. Массовая половозрелость рыб наступает при длине их тела в диапазоне 20–25 см [Коуа et al., 1995], что соответствует примерно 10–13 годам жизни. Основными возрастными группами в промысловом стаде являются 14–18-летки [Ким Сен Ток, Ким, 2020]. Форма размерной кривой по разным годам исследований не претерпевает существенных изменений (рис. 39). В уловах обычно встречаются рыбы с длиной тела от 17 до 42 см. Преобладают рыбы длиной от 26 до 33 см. В последнее пятилетие относительная доля этой группы в уловах находится в пределах от 93 до 95% от общего количества рыб. Средняя длина тела рыб в многолетнем плане характеризуется постоянным положительным приростом. Информация с 2005 г. показывает, что до 2008 г. средняя длина тела рыб находилась в пределах 29–30 см, с 2009 по 2012 г. – в пределах 30–31 см, а в 2016 г., составила уже 31,3, а в 2019 – 31,4 см. Судя по этому показателю, в стаде происходит увеличение доли старшевозрастных особей. На фоне многовозрастной структуры (предельная продолжительность жизни вида до 32 лет), неизбирательности сетного лова, отсутствия промыслового влияния на пополнение (младшевозрастные группы), подобные темпы прироста могут говорить об общем старении промыслового стада.

Сложная возрастная структура стада шипощека приводит к отсутствию сильных колебаний запаса вида в районе, поэтому представляемый прогноз, на наш взгляд, способен отражать допустимую степень эксплуатации местного стада. Неизменное сходство размерного состава рыб, при росте средней длины рыб в стаде в исследуемый период, а также сравнимость

промысловых показателей последних лет, указывают на хорошее состояние популяции длинноперого шипощека у восточного Сахалина. Вместе с тем, информация по динамике промысловых показателей свидетельствует о вероятном снижении ресурсов вида в районе под влиянием как естественных, так и, видимо, антропогенного (промысла) факторов.

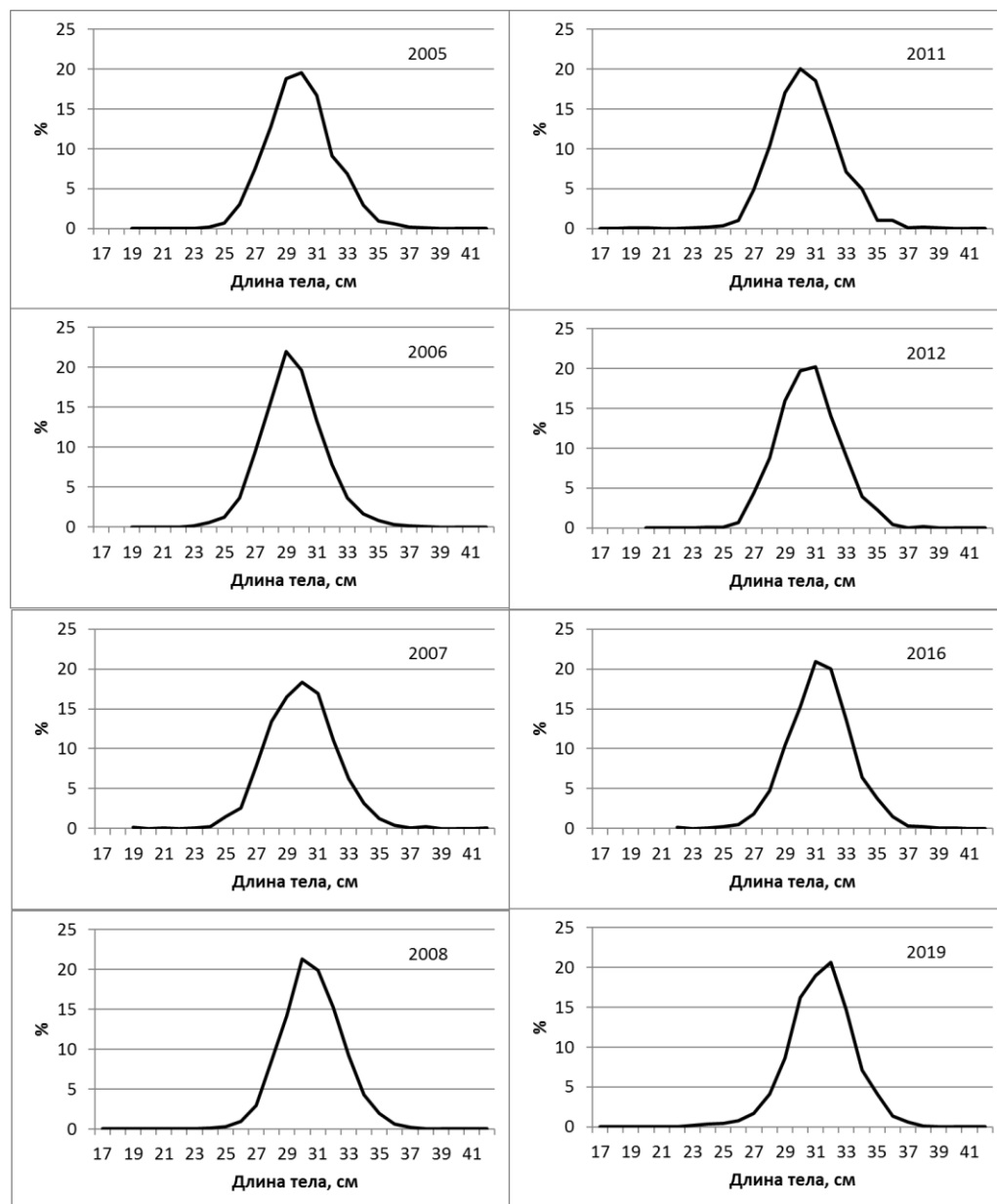


Рис. 39. Размерный состав длинноперого шипощека: 2005 г. – $n=8\,030$ экз., $\bar{x}=29,91$ см, 2006 г. – $n=5\,898$ экз., $\bar{x}=29,03$ см, 2007 г. – $n=7\,550$ экз., $\bar{x}=29,93$ см, 2008 г. – $n=6\,952$ экз., $\bar{x}=30,64$ см, 2011 г. – $n=2\,628$ экз., $\bar{x}=30,38$ см, 2012 г. – $n=959$ экз., $\bar{x}=30,06$ см, 2016 г. – $n=2\,634$ экз., $\bar{x}=31,30$ см, 2019 г. – $n=1\,738$ экз., $\bar{x}=31,36$ см, среднемноголетнее – $n=36\,389$ экз., $\bar{x}=30,33$ см (n – кол-во промеренных особей, \bar{x} – средняя длина по Смитту)

Определение биологических ориентиров

В настоящее время для расчета ориентиров управления промыслом используется динамическая продукционная модель, реализованная специалистами ФГБНУ «ВНИРО» в программе «Комби 4.0», на основе

продукционной модели Пелла-Томлинсона [Pella, Tomlinson, 1969]. Максимальный устойчивый улов оценивается на основе предосторожного подхода в управлении рыболовством, современной интерпретации концепции MSY и выбранной стратегии управления промыслом, с применением формулы $dB/dt = rB (1 - (B/K)^a) - qEB$, где B – текущее значение биомассы запаса, r – мгновенный коэффициент популяционного роста, K – уравновешенная биомасса девственного запаса (емкость среды), q – коэффициент улавливаемости, E – величина промыслового усилия. Необходимые для работы программы данные включают в себя временные ряды промысловых усилий и уловов на единицу усилия (на операции) на сетном промысле судна типа СДС (данные ОСМ «Росрыболовство» 2012–2024 гг.). Коэффициент корреляции указанных параметров достигает –0,75.

Расчет показывает, что максимальный устойчивый улов при заданных параметрах (начальные условия $r=0,115$, $K=2500$, $q=0,000085$) составляет 110,7 т при максимальной уравновешенной биомассе стада, равной 1443,4 т (рис. 40). Правило регулирования промысла при этом основывается на следующих параметрах: целевой ориентир по биомассе – 1443,4 т, граничный ориентир по биомассе – 144,3 т, целевой ориентир по промысловой смертности – 0,08.

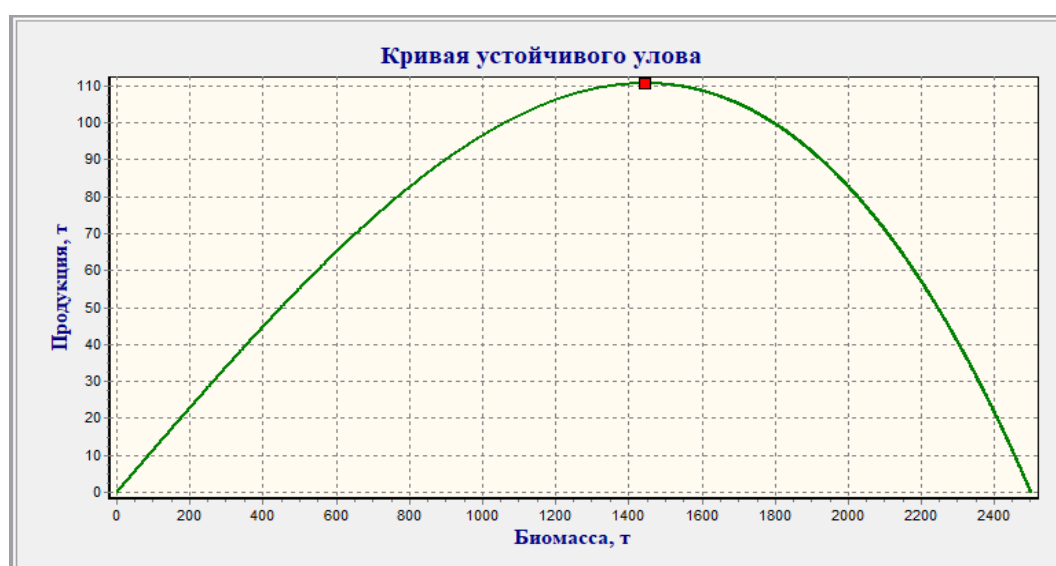


Рис. 40. Расчетная величина максимального устойчивого улова шипошека по ППП «Комби 4»

Обоснование правила регулирования промысла

Выбор ориентиров управления осуществляется с целью обоснования правила регулирования промысла (ПРП). Текущее (последнее по времени) состояние запаса является отправной точкой формирования алгоритма регулирования промысла на год прогнозирования. Функциональная связь между биомассой запаса и интенсивностью промысла регламентируется той версией предосторожного подхода, которая выбрана для оценки ОДУ.

В качестве базовой модели расчета граничных и целевых ориентиров используется динамическая продукционная модель, реализованная ФГБНУ «ВНИРО» в программе «Комби 4.0», на основе продукционной модели Пелла-Томлинсона. Ориентиры управления характеризуются как метки безопасной эксплуатации запаса, обеспечивающие ускоренное его восстановление до целевого уровня и максимально возможную эксплуатацию (рис. 41). Современная численность популяции длинноперого шипощека восточносахалинских вод оценивается на уровне выше целевого ориентира.

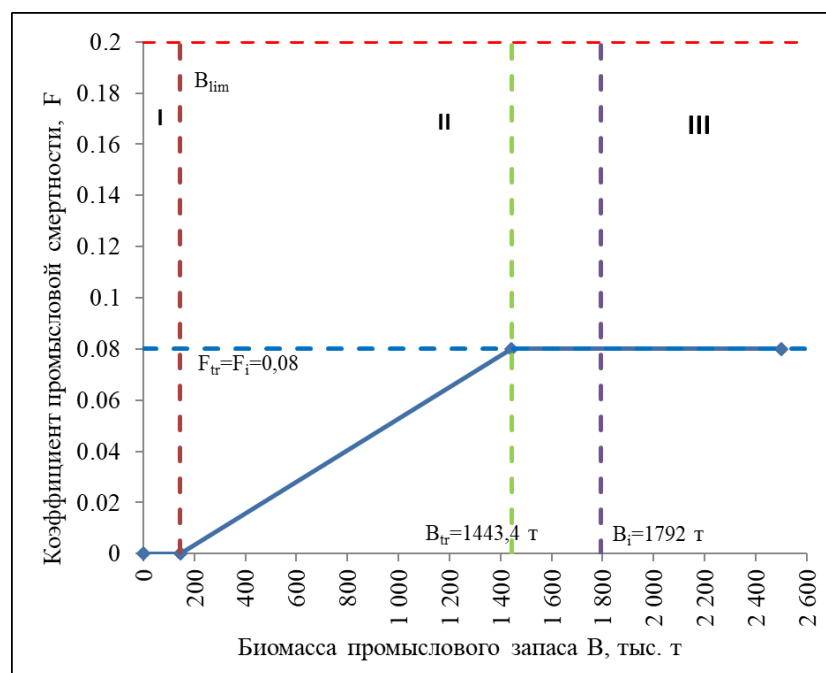


Рис. 41. Правило регулирования промысла (ПРП) для длинноперого шипощека Восточно-Сахалинской подзоны на 2026 г.

Прогнозирование состояния запаса

Максимально возможная величина биомассы промыслового стада получена на основе среднемноголетних оценок плотности концентраций рыб и общей площади распределения стада в районе, суммированной по ряду лет. В начальный период промысла в 1996–2008 гг. ежегодные осредненные величины уловов на усилие находились в пределах 0,9–6,5 кг/судосетесутки. Общие пределы колебания этого параметра в целом составляли 0,02–69,11 кг/судосетесутки. Фактический улов на усилие в декабре в среднем был равен 10,3 кг/судосетесутки. Средний улов на порядок из 40 сетей при этом оказывается равен 412 кг. Максимальные значения улова на порядок за указанный период достигали 3000 кг. Взвешенная плотность концентраций шипощека на вышеуказанной площади моря составляла 1,682 т/милю², при размахе среднегодовых показателей 0,4–4,1 т/милю². При коэффициенте уловистости равном 0,5 [Шунтов и др., 20146], на общей площади 753,71 милю², промысловая биомасса стада достигала 2535 т.

Динамическая продукционная модель по Пелла-Томлинсон позволяет рассчитать многолетнюю динамику запаса, в том числе в рамках требуемого

прогнозного горизонта (рис. 42). На 2026 г. промысловая биомасса стада прогнозируется на уровне 1792 т. Учитывая большие возможности примененной динамической продукционной модели из ППП «Комби 4.0», позволяющей ретроспективно восстанавливать изменения биомассы запаса, а также прогнозировать будущие состояния системы «запас–промысел», имеющей оптимизированные процедуры параметризации, диагностики оценок параметров, предлагается для оценки общего допустимого улова на 2026 г. использовать результаты расчета MSY и уравновешенного запаса по методу Пелла-Томлинсона в среде «Комби 4.0».

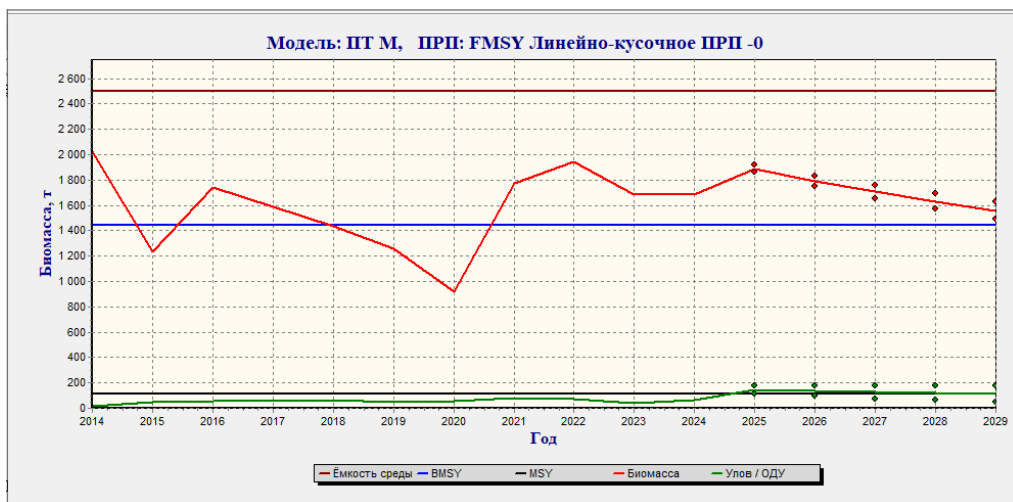


Рис. 42. Многолетняя динамика запаса длинноперого шипощека восточного Сахалина по продукционной модели Пелла-Томлинсона

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Шипощеки относятся к видам с высокой продолжительностью жизни, характеризующимся низкой естественной смертностью и крайней уязвимостью к промыслу. Сложная возрастная структура промыслового стада ограничивает уровень возможного изъятия величиной порядка 10–15% [Тюрин, 1972]. Исходя из расчетных параметров продукционной модели, оптимальная интенсивность промысловой смертности может составить 0,08. При соответствующем коэффициенте промысловой эксплуатации, равном $\phi = 1 - e^{-F} = 0,077\%$, общедопустимый улов может составить $1792 \cdot 0,077 = 138,0$ т в год.

Промысловая статистика в целом является сильно заниженной, учитывая отсутствие в ней данных по рыбам, пойманных сетями, но объединенным хищными беспозвоночными во время продолжительного застоя орудия лова. Иногда их доля, в зависимости от времени застоя, может достигать 70-90% от всего улова [Ким Сен Ток, 2006]. При оптимальных условиях промысла эта величина снижается по приблизительным оценкам до 10–40% и менее. Судя по данным промысла 2019 г., когда проводился полный учет всех объяченных рыб (вплоть до их отдельных скелетов), средняя доля объединенных в уловах рыб была примерно равна 0-3%. Эта величина учитывалась при выполненном выше расчете запаса и ОДУ. Как

показывают наблюдения последнего десятилетия, резкое снижение числа объединенных рыб связано с накоплением промыслового опыта постоянных экипажей на промысловом флоте и оптимизацией промысла, путем снижения доли прилова и, особенно, времени застоя сетей. С учетом минимального снижения улова за счет объединения рыб хищными беспозвоночными, объем **ОДУ шиповца в Восточно-Сахалинской подзоне в 2026 г.** может составить величину равную $138,0 - (138,0 \cdot 0,03) \approx 0,134$ тыс. т. Следует отметить, что данная величина должна осваиваться по всей рыбопромысловой зоне.

Анализ и диагностика полученных результатов

В качестве метода диагностики результатов, используется включенная в ППП «Combi 4.0» процедура анализа параметров правила регулирования промысла и модели, используемых для расчета запаса и допустимого изъятия. Анализ чувствительности позволяет составить представление о влиянии значений параметров модели (r (параметр популяционного роста), K (емкость среды) и q (коэффициент улавливаемости)) на прогнозные оценки биомассы запаса и улова. В области малых приращений параметров чувствительность модели может интерпретироваться как частная производная результирующей переменной по параметрам [Miller, 1974; Страшкраба, Гнаук, 1989]. В расчетной процедуре параметрам задается приращение в диапазоне 10% от исходных значений. Результаты отображаются на диаграммах, на временном интервале, относящемся к прогнозному периоду. Очевидно, что параметры, варьирование которых приводит к наибольшему разбросу результирующих оценок, требуют особого внимания при параметризации модели. Как видно, на рисунках 43-45, разброс данных по всему временному интервалу незначителен, что указывает на достаточную достоверность принятой модели.

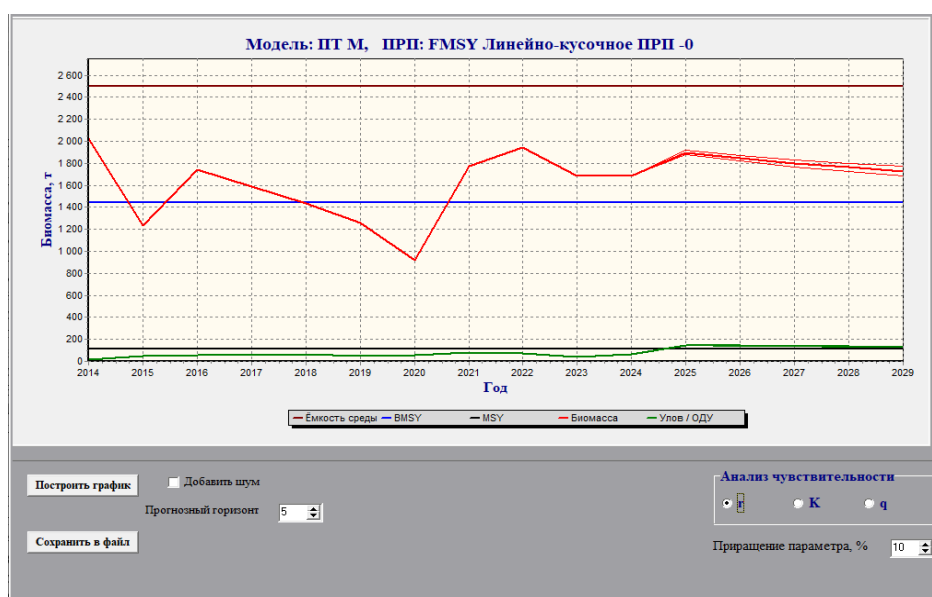


Рис. 43. Результаты анализа чувствительности модели при 10% приращении исходных данных для параметра r

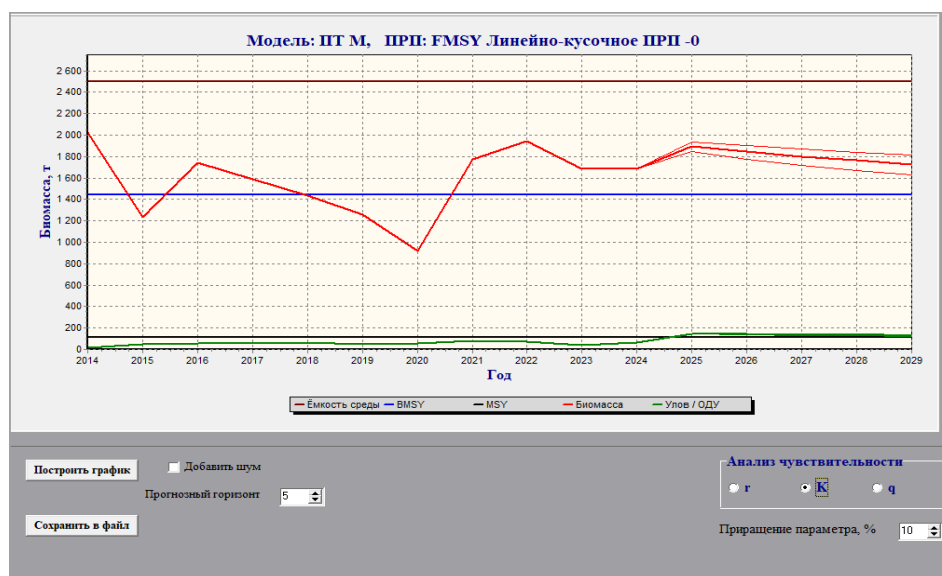


Рис. 44. Результаты анализа чувствительности модели при 10% приращении исходных данных для параметра K

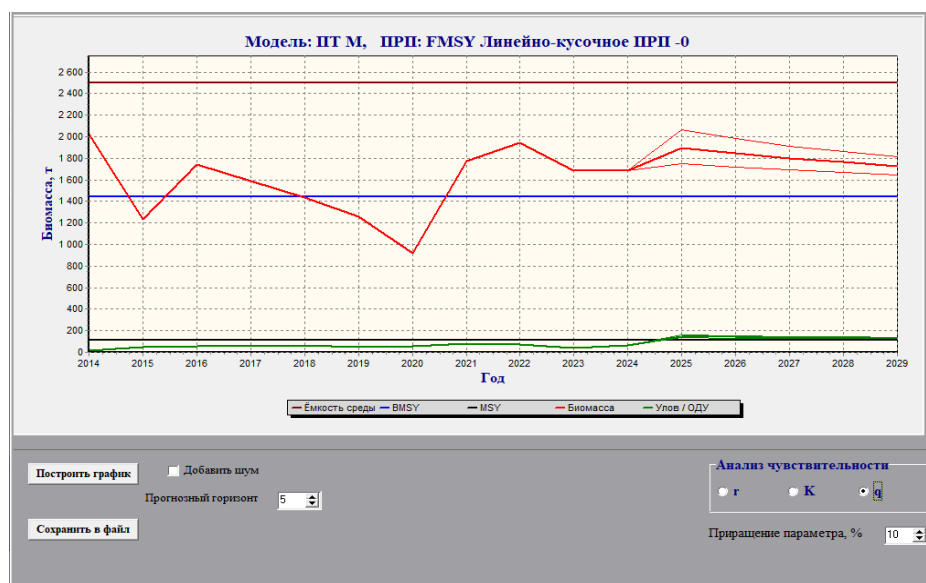


Рис. 45. Результаты анализа чувствительности модели при 10% приращении исходных данных для параметров q

Следует отметить, что оценки параметров, полученные при реализации оптимизационной процедуры модели, являются «наилучшими» лишь в статистическом смысле. Поскольку эмпирические данные обычно зашумлены, оценки параметров могут оказаться смещенными. В этой связи следует обращать внимание на то, чтобы они укладывались в биологически правдоподобные диапазоны. В популяциях рыб различной продуктивности у видов, имеющих среднюю продолжительность жизни 11-30 лет, возраст полового созревания составляет 5-10 лет, скорость линейного роста по Берталанффи $-0,05-0,15$, скорость популяционного роста $-0,05-0,15$ [Musick, 1999]. Эти параметры были приняты за базовые показатели при расчетных оценках запаса.

Тестирование эффективности управления посредством заданного ПРП осуществляется по следующим критериям:

1. Средний улов на прогнозном отрезке времени;
2. Средняя биомасса промыслового запаса на прогнозном горизонте;
3. Средняя вариабельность уловов на прогнозном горизонте;
4. Риск снижения биомассы ниже средней на ретроспективе.

Глубина прогнозного горизонта установлена равной 5 годам.

Как можно видеть (рис. 46), пороговый уровень для промысловой смертности, при которой наблюдается перегиб теоретических кривых изменения улова, его вариабельности, биомассы стада, примерно равен 0,6, что значительно превышает, рассчитанный по продукционной модели, уровень оптимальной интенсивности промысловой смертности (0,09). Риск того, что уровень биомассы стада опустится ниже целевого ориентира при заданных параметрах ПРП минимален.

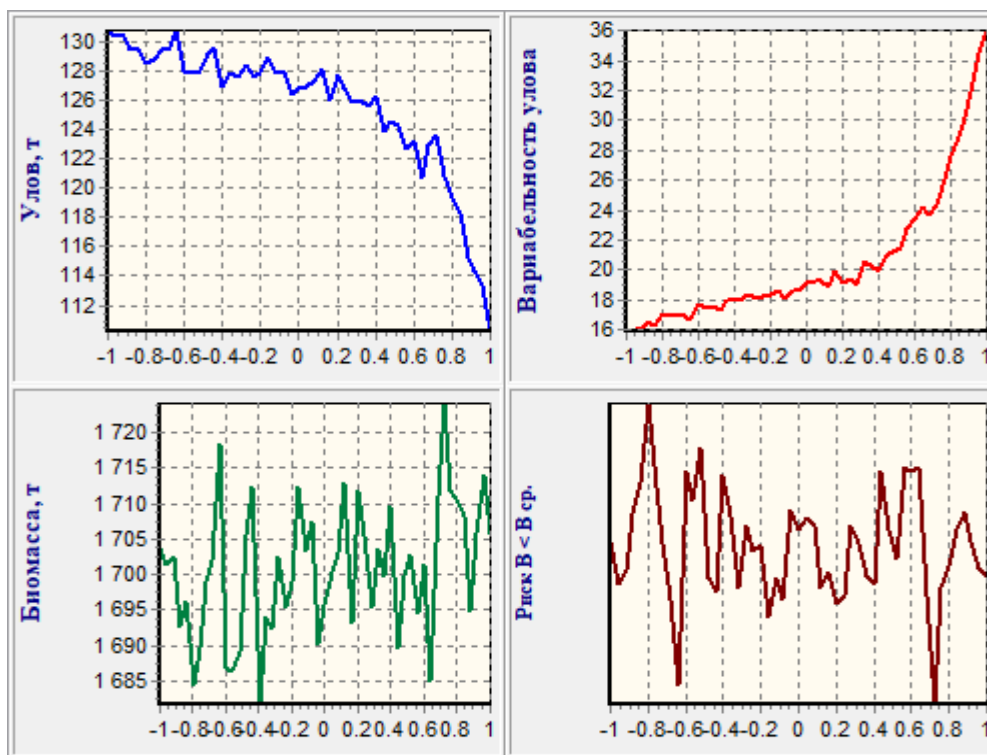


Рис. 46. Анализ эффективности ПРП по улову, вариабельности улова, биомассе запаса на прогнозном горизонте 2025–2029 гг., риск снижения биомассы при заданном ПРП

Выбранная стратегия управления промыслом (ПРП), целью которой является минимизация экологического вреда от эксплуатации и обеспечение максимально возможного изъятия при данном уровне воспроизводства, позволяет, при заданных параметрах промысла, удерживать запас в зоне постоянной эксплуатации в многолетней перспективе.

ТЕРПУГИ (виды рода *Pleurogrammus*)

Северный одноперый терпуг (*Pleurogrammus monopterygius*)

61.01 - Зона Западно-Беринговоморская

Исполнитель: А.О. Золотов («ТИНРО»)

Куратор: Г.Ю. Головатюк (ФГБНУ «ВНИРО»)

Общие комментарии к материалам, обосновывающим ОДУ терпугов Западно-Беринговоморской зоны

В основу обоснования положены представления о популяционной структуре северного одноперого терпуга (*Pleurogrammus monopterygius*) в Северной Пацифике. Известно, что это – полупелагический вид, обладающий сложным жизненным циклом. Последний – включает длительную пелагическую стадию в ходе раннего онтогенеза, с последующим оседанием и переходом к донному образу жизни в районе подводных поднятий, прилегающих к многочисленным мысам и островным дугам, широко распространенным в Северной Пацифике.

Отсюда, впоследствии, по мере созревания, осуществляются миграции взрослых особей к местам размножения в пределах ареала.

По современным представлениям в Северной Пацифике обитают две крупные популяции северного одноперого терпуга: в западной и восточной ее частях [Золотов, 1986; Lowe S.A., Van Doornik D.M. et. al., 1998]. Репродуктивный ареал восточной Алеутской популяции значительно вытянут в широтном направлении: от зал. Аляска, вдоль Алеутской гряды и вплоть до Командорских о-вов включительно. Основные районы размножения расположены у Алеутских о-вов и в юго-восточной части Берингова моря, откуда особи на ранних стадиях онтогенеза широко разносятся системой беринговоморских течений на окраины ареала, в западную и юго-западную части моря.

Таким образом, основные районы формирования скоплений северного одноперого терпуга Алеутской популяции в российских водах Берингова моря являются периферией ее ареала, и приурочены к зонам оседания пелагической молоди на участках шельфа у далеко выдающихся в море мысов: у северо-восточной оконечности м. Африка; юго-восточной оконечности м. Говена; к востоку и западу от м. Олюторский с прилегающим участком шельфа и материкового склона на хребте Ширшова; у юго-восточной оконечности м. Наварин. Судя по отсутствию промысловых скоплений севернее м. Наварин, следует предположить, что условия обитания и размножения для данного вида, в этом районе, являются критическими и здесь проходит граница его распространения.

Хотя существование собственного воспроизводства в перечисленных выше районах трудно поставить под сомнение, промысловое значение этих

периферийных участков носит весьма ограниченный характер и до середины 1990-х гг. эксплуатация запасов терпуга в западной части Берингова моря практически не осуществлялась.

Ситуация кардинально изменилась в начале 2000-х гг., с ростом запасов терпуга Алеутской популяции в основной части репродуктивного ареала, с одной стороны, и интенсификацией промысла терпуга в пределах дальневосточных российских вод – с другой. Появление ряда урожайных поколений существенно повысило уровень выноса пелагической молоди терпуга Алеутской популяции на периферийные участки, что в свою очередь выразилось в резком росте промысловых показателей в районе у м. Африка (где облавливаются смешанные скопления с особями Курило-Камчатской популяции), а также у м. Олюторский, на границе Западно-Берингоморской зоны и Карагинской подзоны.

Как показал анализ промысла в 1993-2020 гг., вылов терпуга в Западно-Берингоморской зоне декларировался только на участке к востоку и западу от мыса Олюторский с прилегающим участком шельфа и материкового склона на хребте Ширшова (рис. 1, 2), причем, суда, осуществлявшие его лов, производили «переходящие» траления из Карагинской подзоны в Западно-Берингоморскую зону, или в обратном направлении [Золотов и др., 2020].

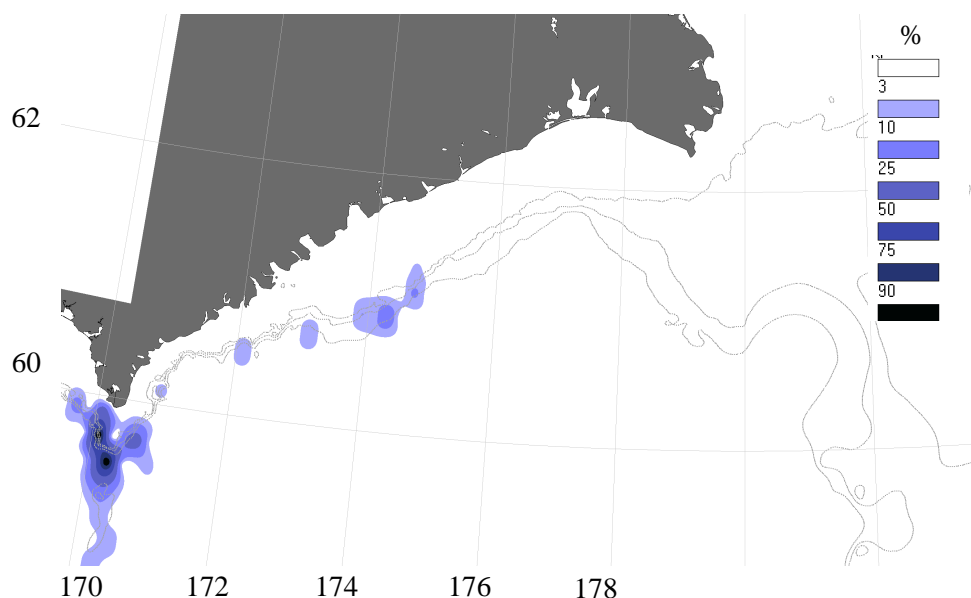


Рис. 1. Осредненное распределение уловов терпуга при специализированном промысле донными травами в Западно-Берингоморской зоне, % от максимальной плотности. По данным ИСР «Рыболовство» за 2010–2020 гг.

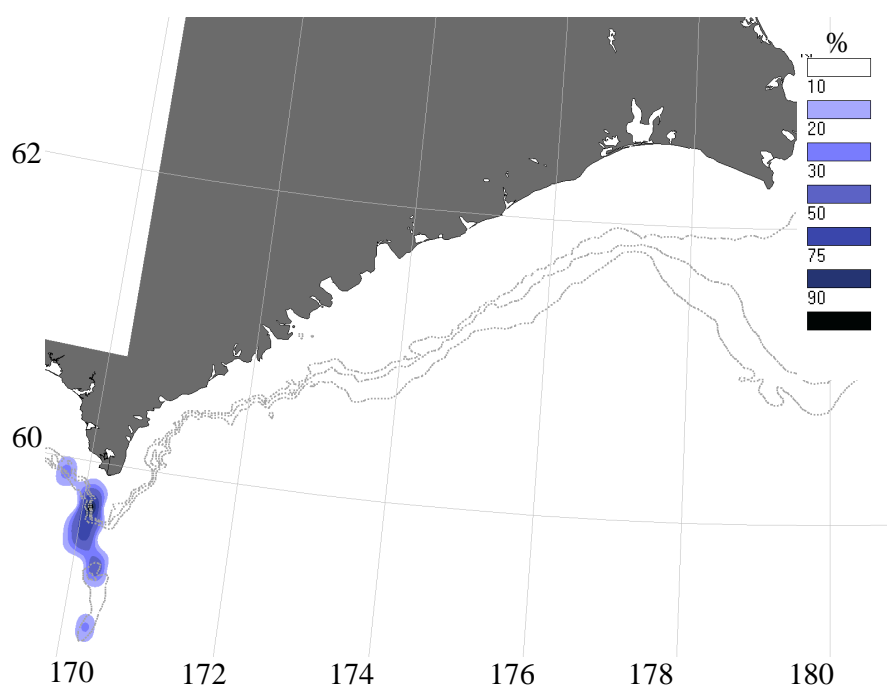


Рис. 2. Осредненное распределение уловов трепуга при специализированном промысле пелагическими травами в Западно-Беринговоморской зоне, % от максимальной плотности. По данным ИСР «Рыболовство» за 2010–2020 гг.

Возможно, в данном случае, имеет значение ограниченный набор пригодных для траления участков дна, при этом, суда, осуществляющие промысел, как правило, принадлежат компаниям, обладающим квотами на промысел трепуга в обеих промысловых зонах и, вероятно, «показывают» суточный вылов в ССД так, как им удобно на текущий момент, что существенным образом затрудняет получение объективных промысловых данных, необходимых, например, при продукционных оценках запасов.

В сложившейся ситуации, наиболее приемлемым подходом к оценке состояния запасов и определения ОДУ северного одноперого трепуга в Западно-Беринговоморской зоне, представляется оценка промысловой и нерестовой биомассы для его локальной группировки, обитающей у м. Олюторский, на основе когортного анализа, с последующей разработкой правила регулирования промысла (ПРП) и определением допустимых объемов изъятия с использованием методик, регламентированных приказом Росрыболовства от 06.02.2015 г. №104 «О предоставлении материалов, обосновывающих общие допустимые уловы ВБР...» (далее – Приказ №104)

Поскольку группировка обитает на акватории, распространяющейся на два рыбопромысловых района, последующее разделение допустимых объемов изъятия трепуга между Карагинской подзоной и Западно-Беринговоморской зоной, можно производить на основании среднесуточных данных ССД о его фактическом вылове на участке от 168°00' до 174°00' в.д. Сформулированный выше подход используется при подготовке обоснований ОДУ начиная с 2021 г.

Таким образом, ниже, по тексту обоснования, рассматривается запас и промысел северного одноперого терпуга на локальном участке от 168°00' в Олюторском заливе, до 174°00' в.д. – в Олюторско-Наваринском районе («участок, прилегающий к м. Олюторский»).

Анализ доступного информационного обеспечения

Исходным материалом для разработки обоснования послужили биостатистические данные из уловов донными и пелагическими тралами и снюрреводами в период научно-исследовательских рейсов на шельфе и материковом склоне Олюторском заливе и Олюторско-Наваринском районе, вплоть до м. Наварин, в 1999–2024 гг. Материалы были собраны сотрудниками научно-исследовательских институтов подведомственных Росрыболовству (ФГБНУ «ВНИРО», «КамчатНИРО», «ТИНРО»), как из уловов промысловых судов, так и при работе в период донных траловых съемок. В 2024 г. использованы результаты сборов специалистов «КамчатНИРО» на промысловом траулере «Гермес».

Кроме того, в отдельные годы, в качестве дополнительной информации, из открытых источников были привлечены данные по размерной структуре промысловых уловов терпуга у Алеутских о-вов [<http://www.afsc.noaa.gov/refm/stocks/assessments.htm>, 2019], при этом был выбран район промысла наиболее близкорасположенный к Олюторско-Наваринскому району. В отдельных случаях, пробелы в рядах данных по возрастному составу уловов были заполнены среднемноголетними оценками по пятилетиям.

Для определения особенностей распределения терпуга в Олюторском заливе и анализа трендов в многолетней динамике его учитываемой биомассы, в работе использованы архивные данные «КамчатНИРО» за период 1959–2012 гг., которые ранее легли в основу исследований по многолетним изменениям запасов донных рыб Карагинского и Олюторского заливов [Золотов, 2009]. Для аналогичного анализа в Западно-Беринговоморской зоне привлечены материалы донных траловых съемок «ТИНРО»–в 2005–2019 гг. Оценку биомассы по данным съемок выполняли с использованием ГИС «КартМастер» [Бизиков, и др., 2007].

Возрастной состав промысловых уловов пересчитан с помощью размерно-возрастного ключа, составленного специалистами «КамчатНИРО» по результатам исследований 2007–2010 гг., на основании определений возраста терпуга по отолитам (всего 1070 экз.). В промысловый запас включены рыбы длиной более 32 см по АС.

Информация по вылову северного одноперого терпуга в 1994–2024 гг. в Западно-Беринговоморской зоне, а также в Карагинской подзоне восточнее 168°00 в.д., получена по данным Отраслевой системы мониторинга (ОСМ) Росрыболовства (ранее – информационная система «Рыболовство»).

Поскольку основной промысел в данном районе осуществляют суда японской постройки (т.н. «хокутены»), значительно отличающиеся от российских по мощности двигателя и судовому вооружению и не

подходящие под общепринятую классификацию, не стали прибегать к оценке вылова в зависимости от водоизмещения судов, и приводим краткий анализ изменений промысловых показателей суммарно для всех типов судов, но отдельно для уловов донными и пелагическими тралами.

В целом, с учетом сделанных выше ремарок относительно данных о возрастном составе уловов, информационную обеспеченность прогноза, согласно критериям, определенным Приказом № 104, можно признать удовлетворительной, близкой к I уровню. Имеющиеся многолетние данные по возрастному составу уловов, годовому вылову, скорости полового созревания, коэффициентам естественной смертности, позволяют производить оценку запасов с помощью аналитических моделей.

Результаты исследований позволяют выделить промысловые и биологические ориентиры управления промыслом, сформировать правило его регулирования (ПРП) на основе «принципа предосторожности» [Бабаян, 2000], определить ОДУ и оценить риски для запаса при использовании выбранной стратегии его эксплуатации.

Обоснование выбора методов оценки запаса

Поскольку информационная обеспеченность данного прогноза соответствует I уровню, оценку численности и биомассы северного одноперого терпуга осуществляли на основе когортной модели.

Расчеты выполнены методом виртуально-популяционного анализа (ВПА) с помощью программного пакета «VPA version 3.1» [Darby, Flatman, 1994]. Мгновенные коэффициенты естественной смертности, определяли методом Тюрина [1972], с помощью программного обеспечения разработанного специалистами «КамчатНИРО».

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Промысел. Первые сведения о возможности организации промысла северного одноперого терпуга в западной части Берингова моря были получены еще в феврале-апреле 1982 г., когда во время научно-промысловых работ специалистов «КамчатНИРО» на БМРТ «Ключевской» на участке шельфа и верхней части материкового склона хребта Ширшова, примыкающего с юга к м. Олюторский тралами несколько раз облавливались промысловые скопления данного вида. Уловы варьировали от штучных до 10 т. К сожалению, этот опыт следует признать единичным.

В советских/российских водах, после активной эксплуатации терпуга Курило-Камчатской популяции в 1970-х гг., и последующей стагнации промысла в связи с резким снижением его ресурсов, северный одноперый терпуг долго оставался лишь «потенциально перспективным» объектом для рыбной промышленности, и целевым способом не осваивался. В том числе и в западной части Берингова моря.

Современный этап развития промысла терпуга в дальневосточных водах РФ ведет свое начало, примерно с 1992 г., и он, в первую очередь, был сопряжен с резким ростом запасов у юго-восточного побережья Камчатки и

северных Курильских о-вов. К 2010 г. суммарные среднегодовые уловы в этих районах превышали 48 тыс. т [Золотов и др., 2015; Золотов, Курбанов, 2023].

С ростом интереса к добыче данного объекта, расширилась и география потенциально перспективных участков для организации его промысла. Сначала на заливы восточной Камчатки: Кроноцкий и Камчатский, а затем – на акваторию Олюторско-Наваринского района [Золотов и др., 2020]. К этому же периоду относятся сведения о начале освоения запасов терпуга на участке, примыкающем к м. Олюторский (рис. 3).

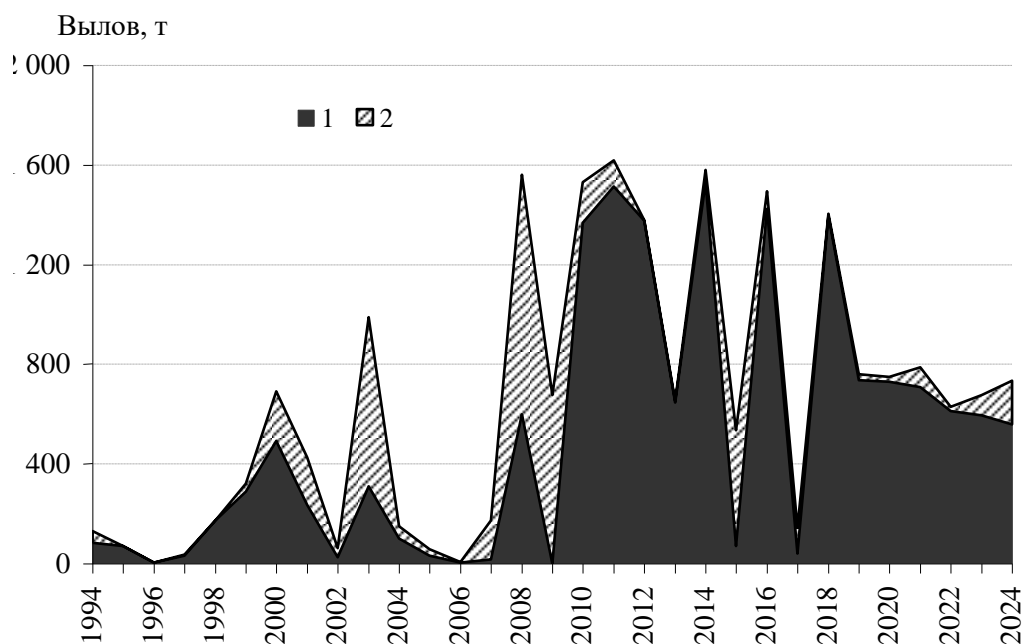


Рис. 3. Многолетняя динамика годовых уловов терпуга на участке, прилегающем к мысу Олюторский. 1 – Западно-Беринговоморская зона к западу от 174°00' в.д., 2 – Карагинская подзона к востоку от 168°00' в.д. В 2024 г. вылов по состоянию на 20 ноября

Как можно видеть на начальном этапе развития промысла годовые уловы были невелики. В среднем, до 1995 г. в год вылавливали не более 0,100 тыс. т, в 1996–2000 гг. – около 0,25 тыс. т, в 2001–2005 гг. – 0,34 тыс. т северного одноперого терпуга.

Ситуация резко изменилась в середине 2000-х гг., по мере вступления в промысловый запас особей нескольких урожайных поколений, о чем подробнее будет сказано несколько ниже. В 2006–2010 гг. среднегодовые уловы возросли до 0,79 тыс. т, в 2011–2015 гг. – до 1,15, а в 2016–2021 гг., на фоне обозначившегося снижения промысловых ресурсов, уменьшились до уровня 0,84 тыс. т.

Пик наибольшего развития промысла пришелся на 2010-2014 гг., когда годовые уловы (за исключением 2013 г.) не опускались ниже 1,4 тыс. т, а максимум был зафиксирован в 2011 г. и составил 1,62 тыс. т. Для сравнения, максимальные уловы терпуга Алеутской популяции в юго-восточной части Берингова моря в 1996 г. достигал 104 тыс. т, а в среднем, за период 1977–

2017 гг. составили 46 тыс. т. Среднегодовой вылов терпуга на участке, прилегающем к м. Олюторский, за период 1994–2019 гг., составил лишь 0,64 тыс. т, или, не более 1,4% от вылова в основных районах воспроизводства.

Если, в пределах выделенной акватории от 168°00' до 174°00' в.д., рассмотреть соотношение уловов между участками промысловых зон/подзон, то в среднем, за весь период исследований около 76% годовых уловов приходилось на Западно-Берингоморскую зону и 24% – на Карагинскую подзону. Если же рассмотреть этот же аспект, начиная с 2009 г., после того как за предприятиями были закреплены доли квот, предназначенные для осуществления промышленного и прибрежного рыболовства, то этот дисбаланс будет еще более выражен: 91 и 9%. Иными словами, большая часть уловов на данном участке в последнее десятилетие относилась к Западно-Берингоморской зоне.

Объяснение данному факту представляется довольно простым. Основным районом промысла северного одноперого терпуга в Карагинской подзоне является участок, примыкающий с юга к Петропавловско-Командорской подзоне, в районе м. Африка, около 56°00' с.ш. В этом районе Северной Пацифики облов смешанных скоплений терпуга Алеутской и Курило-Камчатской популяции наиболее вероятен, и здесь, в основном, и достигается освоение ОДУ терпуга Карагинской подзоны. Поэтому промышленным предприятиям нет особой необходимости эксплуатировать скопления терпуга в Олюторском заливе ради освоения ОДУ, и они смещаются на данный участок Карагинской подзоны только в моменты резкого улучшения промысловой обстановки. Как это было в 2007–2012 гг.

Напротив, шельфовая зона от м. Олюторский – до 174° с.ш. основной район промысла терпуга в Западно-Берингоморской зоне, поэтому и основные годовые уловы на данном участке декларируются именно здесь.

Обращает на себя внимание выраженный «пилообразный» характер межгодовой динамики уловов терпуга в 2008–2018 гг. (рис. 3), связанный, по всей видимости, не столько с флуктуациями промысловых ресурсов или временным оттоком особей из основных районов облова, а, в большей мере, с особенностями нормативных обременений предприятий, наделенных долями квот для промышленного и прибрежного рыболовства.

До вступления в 2019 г. изменений в Федеральный закон от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов», статьей 13 данного нормативного документа была предусмотрена возможность принудительного расторжения права на вылов вида водных биоресурсов, в том случае, если его добыча осуществлялась в течение двух лет подряд в объеме менее пятидесяти процентов промышленных квот и прибрежных квот.

По всей вероятности, такой «пилообразный» характер межгодовой динамики годовых уловов является проявлением тактики промысловой отчетности отдельных крупных предприятий, при которой в один год промыслу не уделялось должного внимания вообще, а в следующий освоение

квот осуществлялось по максимуму, чтобы избежать 50%-ого недоосвоения в течение двух лет подряд.

Аналогичный пилообразный характер явно проявлялся и в динамике уловов на усилие донными тралами, особенно в последние годы (рис. 4). Также можно заметить, что период резкого увеличения траловых уловов на судосутки в 2006–2011 гг. сменился трендом к их постепенному снижению.

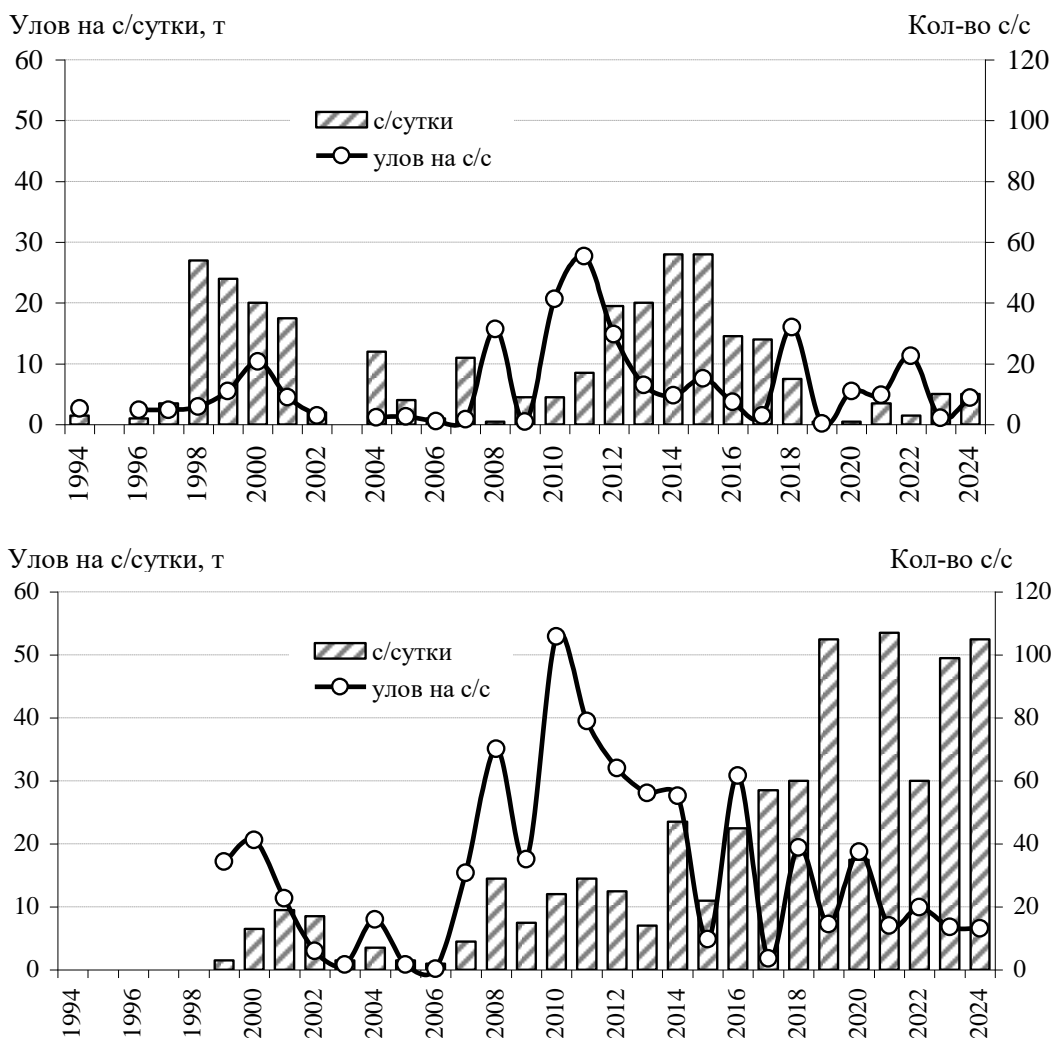


Рис.4. Многолетняя динамика количества судосуток промысла и уловов терпуга на с/сутки промысла на участке, прилегающем к м. Олиторский, разноглубинными (вверху) и донными тралами (внизу)

При этом, при промысле донными тралами в период с 2008 до 2021 гг. наблюдалась тенденция к увеличению числа судосуток промысла. При лове терпуга пелагическими тралами, аналогичный процесс наблюдался лишь до 2015 г., после чего число судосуток и улов на судосутки постепенно сокращались. Коротко обобщая эти факты, можно заключить, что, до 2011–2014 гг., видимо, наблюдался резкий рост запасов северного одноперого терпуга на участке, прилегающем к м. Олиторский, что выразилось в существенном росте уловов на усилие и годового вылова, а после 2013–

2014 гг. – обозначилась устойчивая тенденция к снижению его промысловых ресурсов.

Анализируя промысел терпуга у м. Олюторский, можно заключить, что он, практически полностью осуществляется специализированно донными и пелагическими тралами. В последние годы, на долю этих двух видов промысла приходилось около 92% годовых уловов терпуга (рис. 5). В прилове терпуг облавливался, в основном, при промысле минтая пелагическими тралами (3,5%), а также донном траловом лове трески и камбал (2,0 и 1,3%, соответственно).

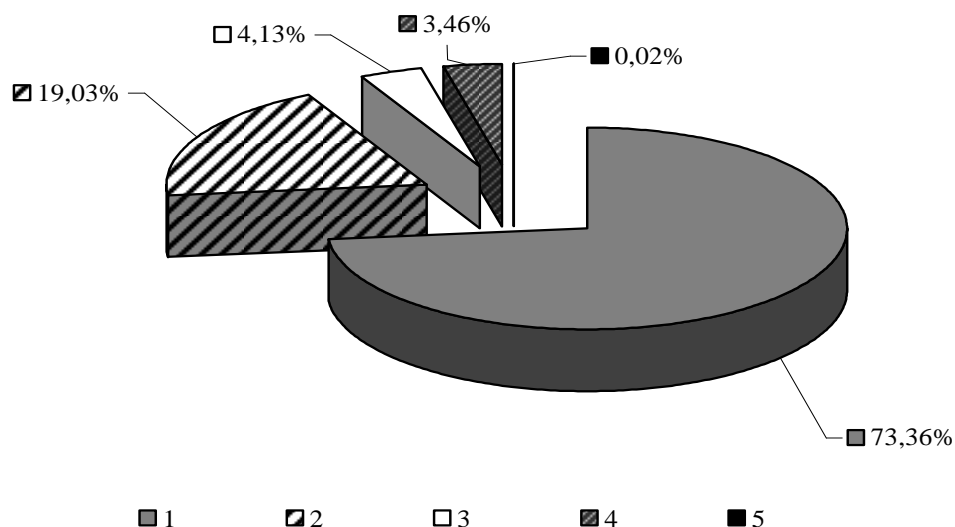


Рис. 5. Структура годовых уловов северного одноперого терпуга на участке, прилегающем к м. Олюторский. 1 – вылов при специализированном промысле донными тралами; 2 – вылов при специализированном промысле пелагическими тралами; 3 – прилов при промысле других видов ВБР пелагическими тралами; 4 – прилов при промысле других видов ВБР донными тралами; 5 – прилов при промысле других видов ВБР снюрреводами

Согласно сезонной динамике уловов, наиболее продуктивным периодом для лова терпуга донными и пелагическими тралами является время образования им преднерестовых скоплений – с января по март, а также начало осенне-зимнего сезона, когда половозрелые особи после нереста смещаются на шельф для нагула – с августа по декабрь (рис. 6). Как можно видеть, с мая по июль, в связи с периодом размножения, промысел практически прекращается. Глубины ведения промысла в течение года меняются в соответствии с миграциями скоплений: от максимальных, на уровне 500–700 м, в феврале-марте, до минимальных, 100–200 м, в июне-августе.

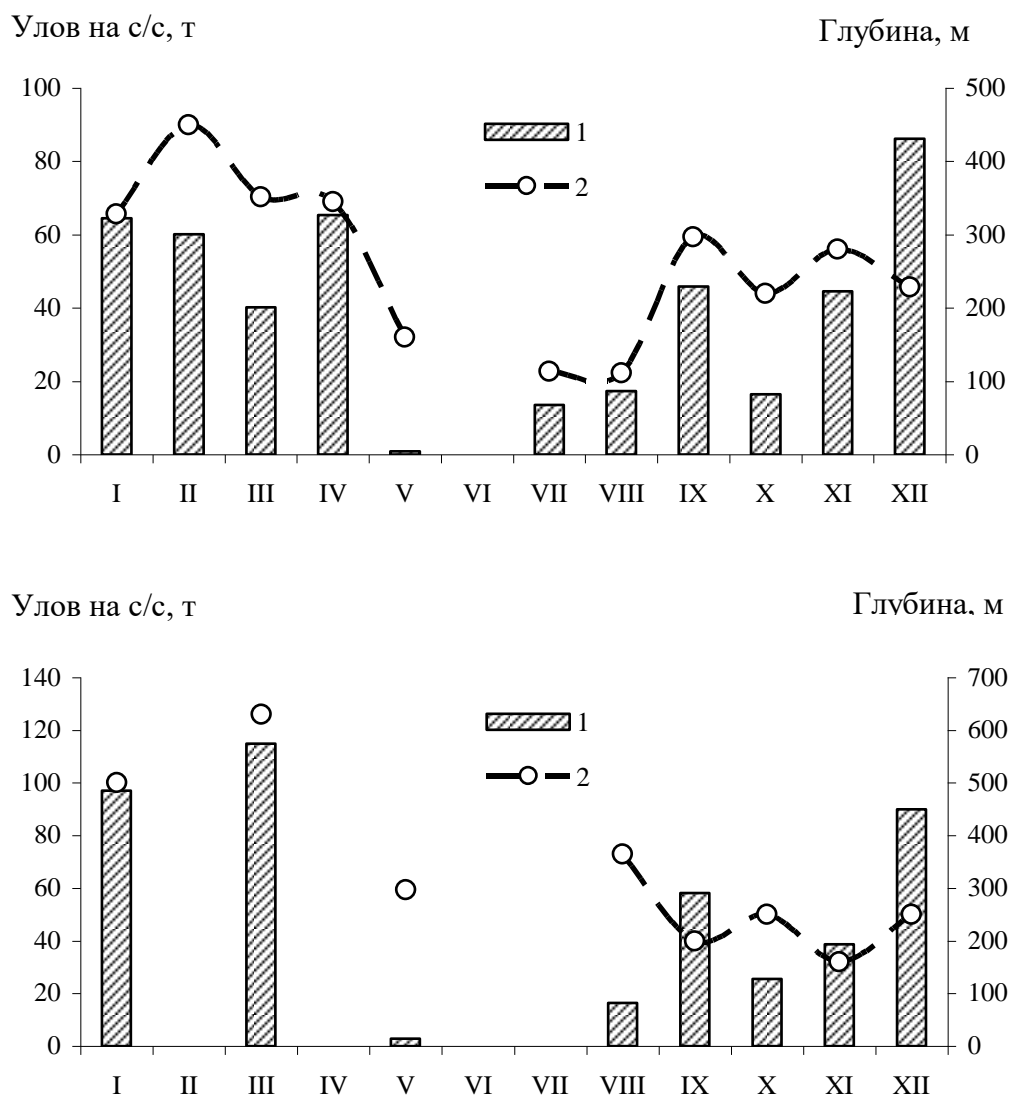


Рис. 6. Сезонная динамика уловов на судосутки промысла (диаграмма) северного одноперого терпуга на участке, прилегающем к м. Олюторский, и осредненная глубина ведения лова (линия). Вверху – донные тралы, внизу – пелагические

Причем, если обратиться к сезонному вкладу в годовой вылов терпуга, при разных видах промысла, то донными тралами, как специализированно, так и в прилове при промысле трески и камбал, его, в основном, добывают в период формирования зимовальных и преднерестовых скоплений: с декабря по апрель (рис. 7). Напротив, пелагическими тралами, в том числе в прилове при промысле минтая, его преимущественно облавливают с августа по ноябрь.

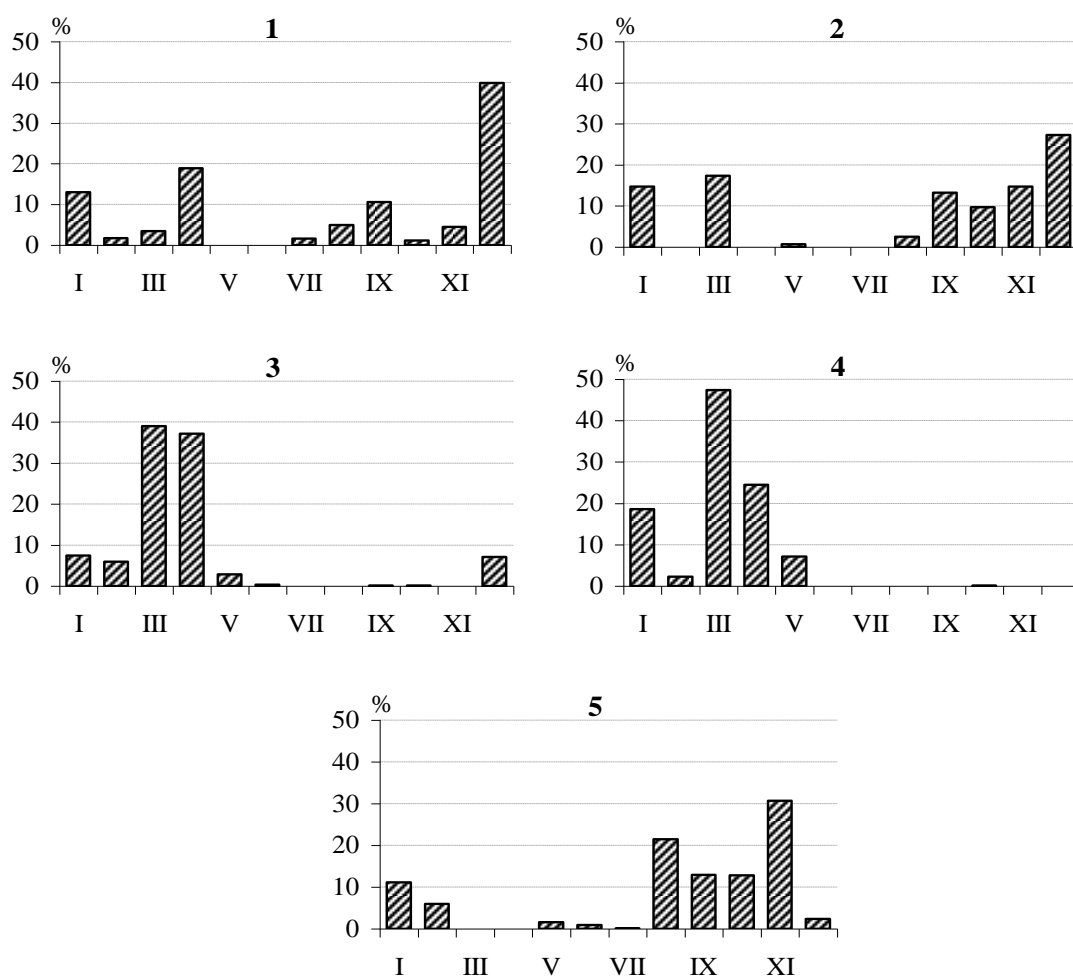


Рис. 7. Сезонный вклад в годовые уловы терпуга на участке, прилегающем к м. Олюторский. 1 – специализированный промысел донными травами; 2 – специализированный промысел пелагическими травами; 3 – прилов при промысле трески донными травами, 4 – прилов при промысле камбал донными травами; 5 – прилов при промысле минтая пелагическими травами

Вероятное объяснение данным фактам – в совпадении участков концентрации преднерестовых скоплений при целевом весеннем промысле терпуга, трески и двухлинейной камбалы у м. Олюторский, и нагульных – при промысле минтая пелагическими травами в осенний сезон.

Резюмируя, целевой промысел терпуга в западной части Берингова моря можно признать высокоспециализированным (рис. 8). В среднем, по данным ССД, его доля в уловах донным тралом составляла около 91%, а основными видами прилова были: камбалы – 4,1%, треска – 2,8%, минтай – 0,8% и морские окуни – 0,7%.

При промысле терпуга пелагическими травами его вклад был несколько меньшим и достигал 85%, а основную долю прилова обеспечивал минтай – 10,6%, треска – 1,3% и морские окуни – 0,9%.

В заключение, поскольку, с формальной точки зрения, настоящее обоснование посвящено оценке ОДУ терпуга Западно-Берингоморской зоны, коротко охарактеризуем освоение допустимых объемов его изъятия в

последние годы (табл. 1). В отличие от других районов дальневосточных морей, в Западно-Беринговоморской зоне, ни по имеющимся запасам, ни по вкладу в годовые уловы ВБР, северный одноперый терпуг заметной роли не играет.

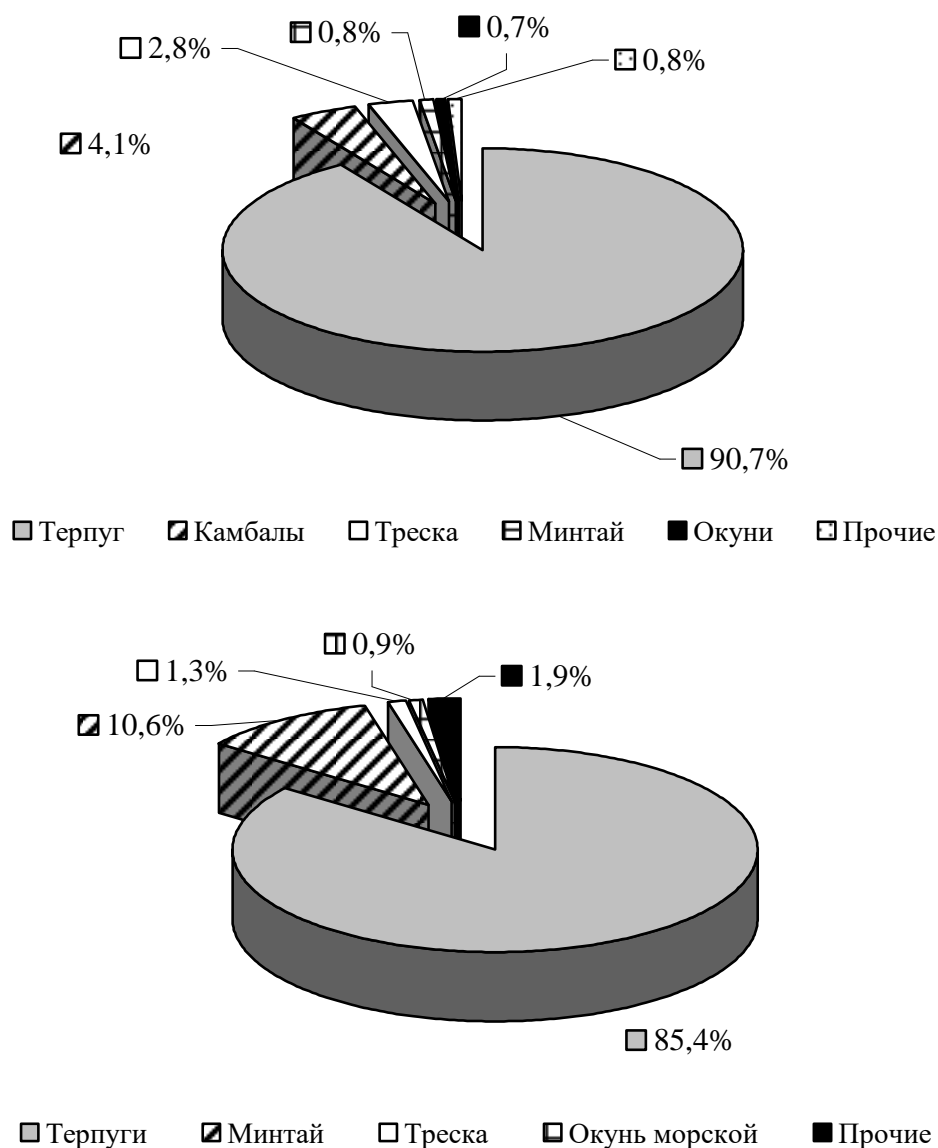


Рис. 8. Видовой состав уловов при специализированном промысле терпуга донными (вверху) и пелагическими травами (внизу) на участке, прилегающем к м. Олюторский, по данным официальной статистики

Даже до 2013 г., в период, когда его запасы, для своего уровня, были относительно высоки, освоение ОДУ ни разу не превысило 60%, а после 2012 г., в тенденциях освоения допустимых объемов начал проявляться, уже выявленный ранее при анализе межгодовых изменений вылова, пилообразный характер динамики.

Таблица 1

ОДУ, вылов и освоение терпуга в Западно-Беринговоморской зоне в 2011–2024 гг. (по материалам ОСМ)

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение, %
2011	2,70	1,515	56,1
2012	2,70	1,377	51,0
2013	2,70	0,647	24,0
2014	2,70	1,530	56,7
2015	2,70	0,071	2,6
2016	2,70	1,425	52,8
2017	2,70	0,042	1,6
2018	1,40	1,397	99,8
2019	0,74	0,738	99,7
2020	0,74	0,730	98,6
2021	0,718	0,708	98,6
2022	0,633	0,613	96,8
2023	0,610	0,595	97,5
2024*	0,600	0,559	93,2

* – по состоянию на 20.11.2024 г.

В 2015 и 2017 гг. уровень освоения был около 2% от допустимого, тогда как в смежные годы был чуть больше 50%. Начиная с 2018 г. уровень изъятия допустимых объемов повысился почти до 100% и, можно предположить, что это не было связано с динамикой запаса, а целиком обусловлено нормативным ужесточением санкций к собственникам квот, согласно которым освоение ниже уровня в 70% в течение двух лет может повлечь принудительное расторжение договоров на право их использования.

По состоянию на 20.11.2024 г. вылов северного одноперого терпуга в Западно-Беринговоморской зоне составил 559 т, освоение – 93,2% от ОДУ.

Ретроспективная динамика запаса. Методы прямого учета. Известно, что характерной особенностью экологии северного одноперого терпуга является его выраженная стенобионтность по отношению открытым морским участкам дна с активной динамикой вод, сильной расчлененностью рельефа дна, с изобилием участков с резкими перепадами глубин и крутыми изломами, каменистыми или скалистыми грунтами.

Последнее не позволяет в полной мере использовать «классические» донные траловые съемки для оценки запасов этого вида. Например, при проведении донных траловых специалистами «ТИНРО» в Западно-Беринговоморской зоне, практически неохваченным остается участок между 170°30' – 172°30' в.д., именно по причине наличия в данном районе большого числа участков дна со скалистыми задевисными грунтами, не позволяющими осуществлять траления без риска потери орудий лова.

В этой связи, использование результатов донных траловых съемок целесообразно, скорее, не для прямых оценок запаса и ОДУ, а для выявления тенденций в многолетней динамике и анализа распределения, с целью выделения наиболее перспективных для промысла участков (рис. 9, 10).

В отношении северного одноперого терпуга, наиболее длительный ряд наблюдений накоплен специалистами «КамчатНИРО», которые осуществляют донные траловые исследования в Карагинском и Олюторском заливах с 1960-х гг. [Золотов, 2009]. Масштабные «экосистемные» исследования в Западно-Беринговоморской зоне были начаты «ТИНРО» несколько позднее: в конце 1990-х – начале 2000-х гг.

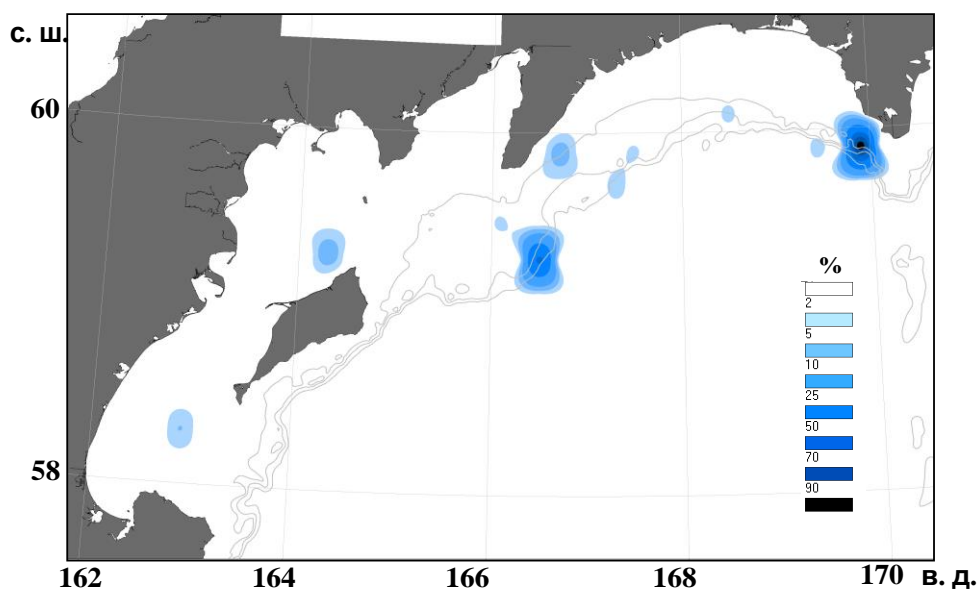


Рис. 9. Осредненное распределение уловов северного одноперого терпуга в Карагинском и Олюторском заливах по данным донных траловых съемок (в % от максимальной плотности)

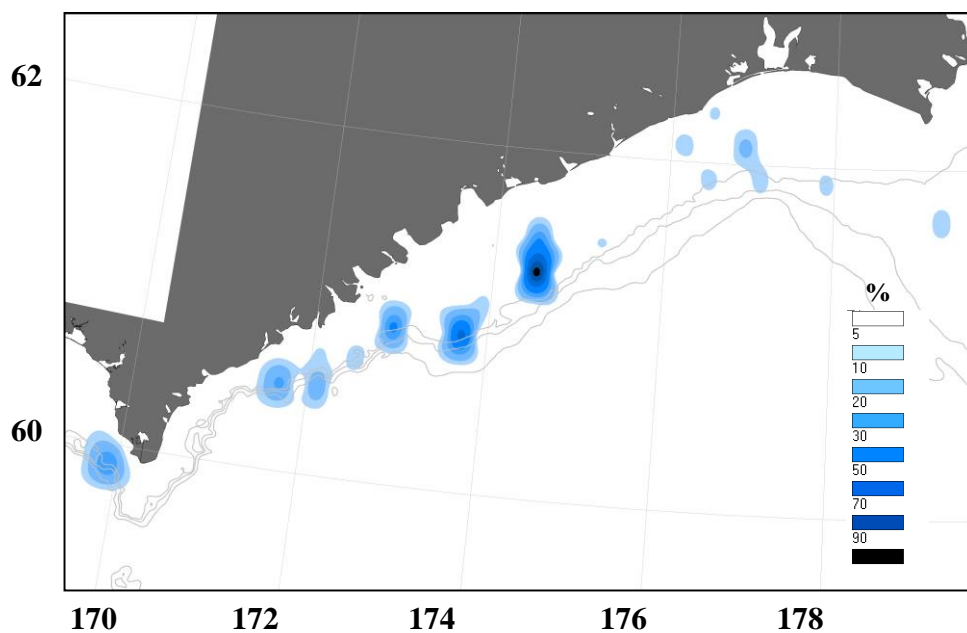


Рис.10. Осредненное распределение уловов северного одноперого терпуга в Олюторско-Наваринском районе по данным донных траловых съемок, % от максимальной плотности

Как следует из многолетней динамики учтенной биомассы терпуга, для наглядности осредненной по пятилетиям (рис. 11), уровень его промысловых ресурсов с 1960-х до середины 1990-х гг., видимо, был невысоким. В среднем, при проведении исследований, учитывалось от 0,5 до 1,0 тыс. т общей биомассы, без заметных периодов увеличения его запасов.

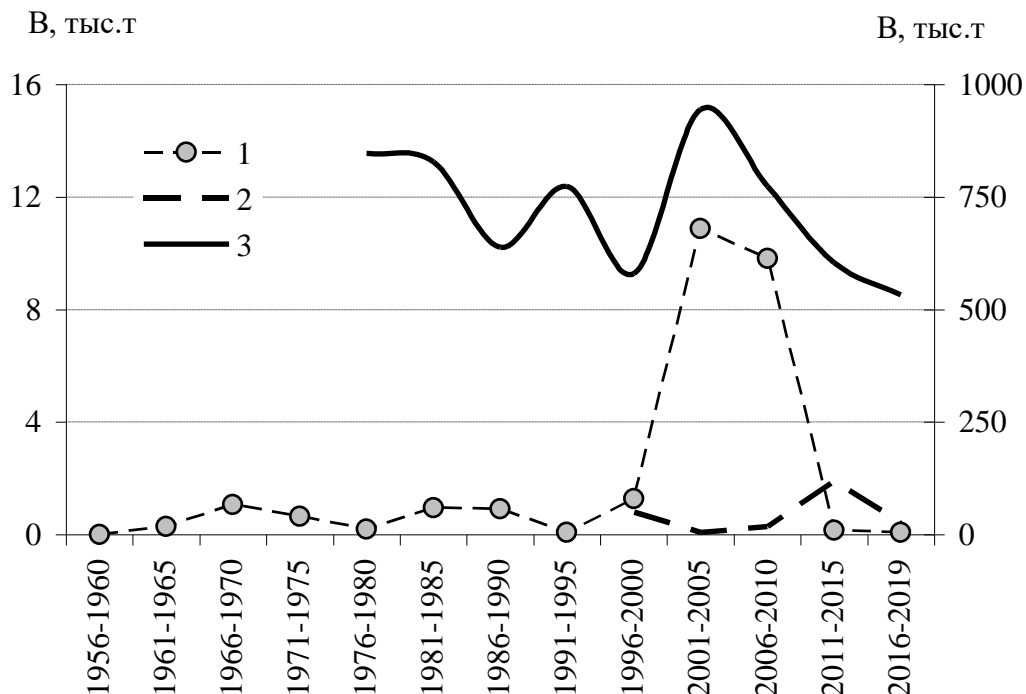


Рис. 11. Многолетняя динамика общей биомассы северного одноперого терпуга Алеутской популяции, осредненная по пятилетиям. 1 – учетные донные траловые съемки в Карагинском и Олюторском заливах; 2 – учетные траловые съемки в Олюторско-Наваринском районе; 3 – оценки по когортной модели в юго-восточной части Берингова моря и у Алеутской гряды [<http://www.afsc.noaa.gov/refm/stocks/assessments.htm>, 2019]

Ситуация значительно изменилась в начале 2000-х гг., в 2001-2005 гг. средний уровень учтенной биомассы возрос до 10,9 тыс. т, а в 2006-2010 гг. сохранился почти на той же отметке – 9,8 тыс. т, после чего оценки резко пошли на убыль. По результатам донных траловых съемок 2020 г., оценка общей биомассы северного одноперого терпуга в Карагинской подзоне составила лишь 109 т, а в Западно-Беринговоморской зоне – 573 т.

По времени, период «резкого» скачка совпал с интервалом появления в Алеутской популяции терпуга нескольких урожайных поколений (рис. 12): в 1999–2001 гг. появились генераций, каждая из которых в 1,9–2,9 раза превышала среднемноголетний уровень в 609°млн экз. [<https://www.npfmc.org/wp-content/PDFdocuments/SAFE/2024/BSAIatka.pdf>, 2024].

Вероятно, одной из причин резкого увеличения запасов северного одноперого терпуга в западной части Берингова моря, в том числе и у м. Олюторский, мог быть повышенный вынос пелагической молоди урожайных поколений от основных мест его размножения у Алеутских о-вов

в западную часть Берингова моря, с ее последующим оседанием на доступных участках шельфа. В подтверждение данного предположения можно привести результаты донных траловых съемок в Карагинском и Олюторском заливах в 2002 и 2007 гг.

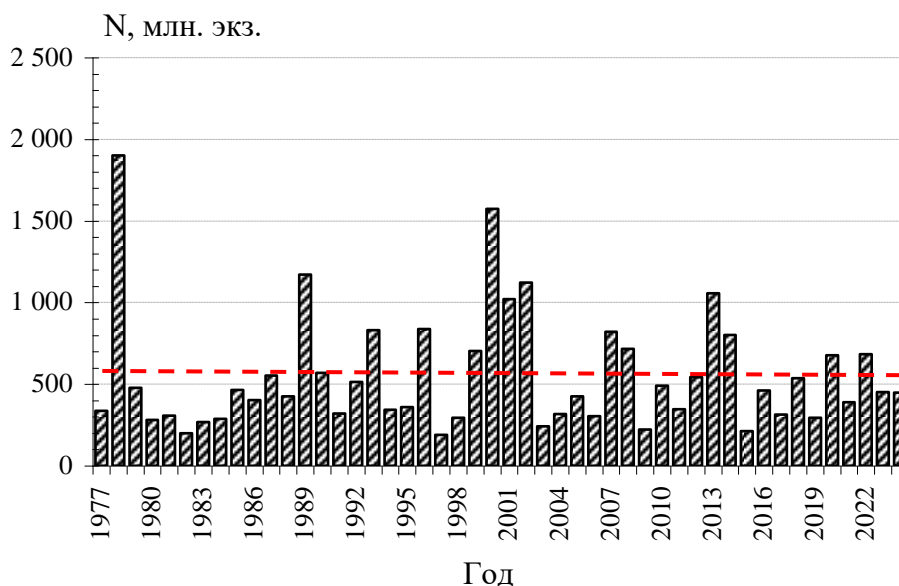


Рис. 12. Численность поколений северного одноперого терпуга (млн экз.) в юго-восточной части Берингова моря и у Алеутской гряды по данным когортного моделирования [https://www.npfmc.org/wp-content/PDFdocuments/SAFE/2024/BSA1atka.pdf, 2024]. Штриховой линией показан среднемноголетний уровень пополнения $R1$

В 2002 г., при проведении исследований на РК-МРТ «Фортуна», было учтено 40,3 тыс. т северного одноперого терпуга, причем лишь 4% из данного объема приходилось на особей промысловой длины (рис. 13). Основную массу уловов формировали рыбы длиной 24–30 см и возрастом 3+ года, которые представляли собой генерацию 1999 г. рождения.

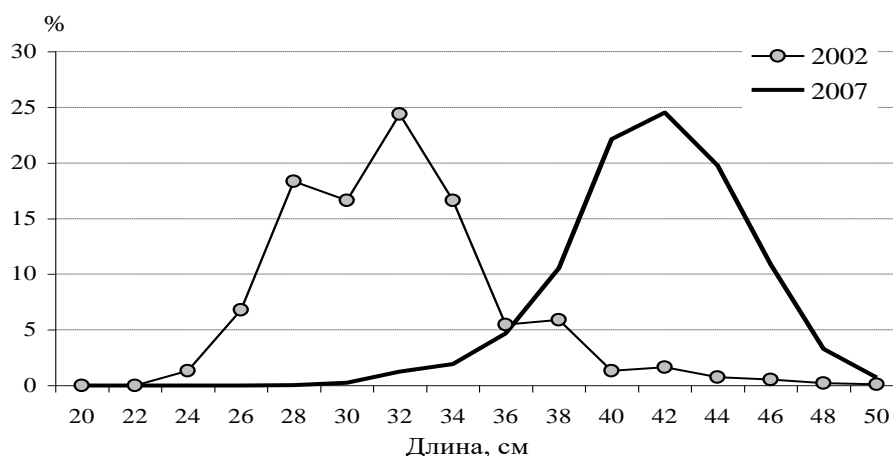


Рис. 13. Размерный состав уловов северного одноперого терпуга при проведении донной траловой съемки в 2002 г. в Карагинском и Олюторском заливах и при осуществлении промысла у м. Олюторский в 2007 г.

Впоследствии рыбы этого поколения, длиной 34–38 см, составляли основу промысловых уловов в осенний период 2007 г. при обловах скоплений терпуга к западу от м. Олюторский на СРТМ «Солбог».

В том же, 2007 г., на РТМС «Василий Каленов» специалистами ФГБНУ «ВНИРО» была выполнена донная траловая съемка в Олюторском заливе. Учетная общая биомасса северного одноперого терпуга оценивалась на уровне 26,6 тыс. т, причем, исходя из размерного состава уловов, этот объем мог быть целиком ассоциирован с промысловым запасом. Хотя, довольно неожиданным являлся тот факт, что почти вся эта биомасса была учтена не в традиционном районе у м. Олюторский, а в западной части залива, у юго-восточной оконечности м. Говена. Тем не менее, указанные результаты дают вполне определенное представление об уровне запасов терпуга в западной части Берингова моря в 2001-2010 гг. и причинах его роста.

Как можно видеть из диаграммы многолетней динамики общей биомассы (рис. 11), начиная с 2010 г., все оценки запаса, полученные тремя разными методами (донные траловые съемки в двух районах и когортная модель в юго-восточной части Берингова моря) свидетельствуют о начале снижения промысловых ресурсов северного одноперого терпуга Алеутской популяции, как в целом, в пределах ареала, так и на участках его облова в дальневосточных водах РФ.

Методы, основанные на промысловых данных. Основным способом добычи северного одноперого терпуга на участке, прилегающем к м. Олюторский является его специализированный лов донными и пелагическими травами, причем донными травами, суммарно, с учетом прилова, добывается около 77% годовых уловов. Таким образом, для корректного формирования матрицы уловов по возрастам можно воспользоваться накопленными данными по размерно-возрастному составу промысловых уловов донными травами.

Размерно-возрастные составы терпуга в траловых уловах в 2016-2023 гг. представлены на рисунках 14-15. До 2014 г., когда запас находился на относительно высоком уровне, основу уловов составляли рыбы длиной 38-44 см длиной и возрастом 6–8 лет, на долю которых приходилось от 65 до 82% по численности.

В 2016-2017, в 2019 и в 2023-2024 гг. траловые уловы терпуга на 61-77% были сформированы рыбами возрастом от 4 до 6 полных лет. В 2018 и в 2020-2022 гг. основу траловых уловов составляли 6-8 годовики длиной от 38 до 44 см, на долю которых приходилось от 51 до 82% по численности.

Как уже было отмечено выше, оценка численности и биомассы терпуга на исследуемой акватории осуществлялась когортными методами. Формирование исходной для расчетов матрицы уловов по возрастам осуществляли на основе информации о возрастном составе донных траловых уловов. В расчеты включены возрастные групп от 3 до 13 полных лет и ряд наблюдений от 1994 до 2023 г. включительно.

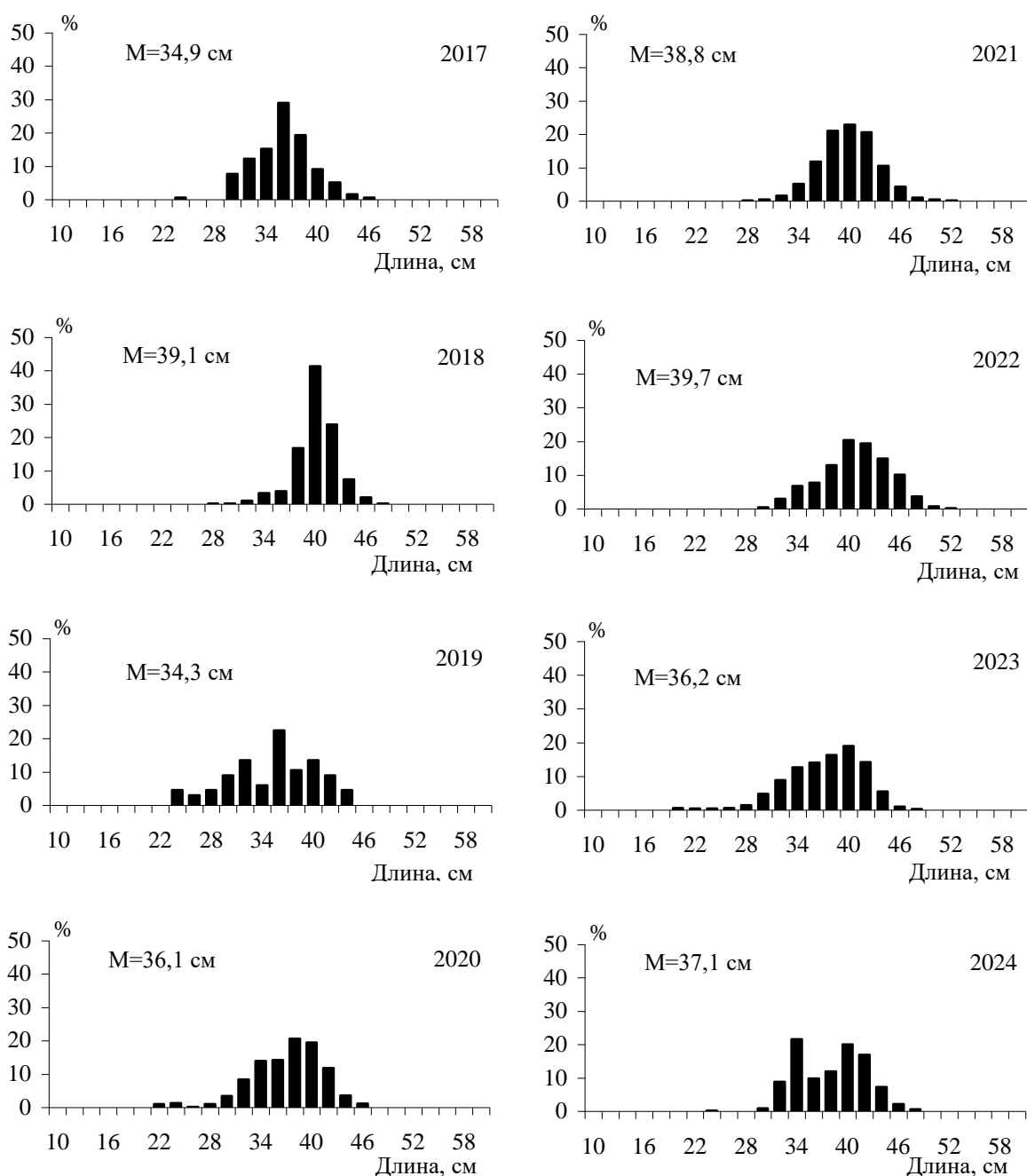


Рис. 14. Размерный состав промысловых уловов северного одноперого терпуга в 2017-2024 гг.

Кроме того, в качестве исходной информации использованы:

- среднегодовые значения массы (рис. 16), доли половозрелых рыб и доли рыб промыслового размера по возрастам, рассчитанных по данным полных биологических анализов (ПБА);
- мгновенные коэффициенты естественной смертности по возрастным группам, с учетом предельной наблюдаемой продолжительности жизни (15 полных лет).

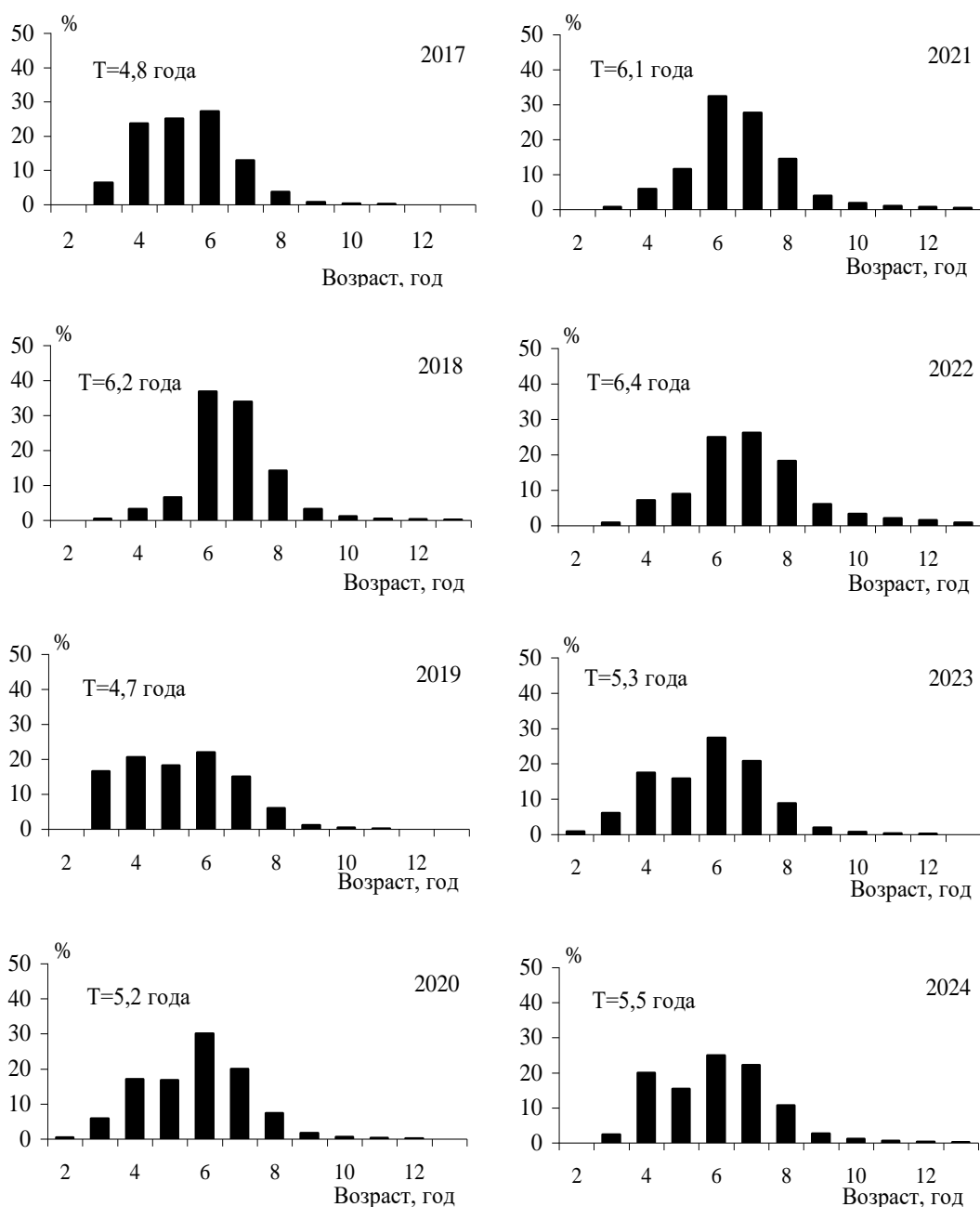


Рис. 15. Возрастной состав промысловых уловов северного одноперого терпуга в 2017-2024 гг.

Многолетняя ретроспективная динамика нерестовой (*SSB*) и промысловой (*FSB*) биомассы группировки терпуга, обитающего на участке, прилегающем к м. Олюторский и северной части хребта Широшова, от 168°00' до 174°00' в.д., по оценкам методом ВПА представлена на рисунках 17, 18. Как можно видеть, после периода низкого уровня запасов в середине 1990-х гг., произошло резкое увеличение численности с выходом на максимум к 2006-2008 гг. В этот период нерестовая биомасса оценивалась на уровне 9,0, а промысловая – 12,0-13,0 тыс. т.

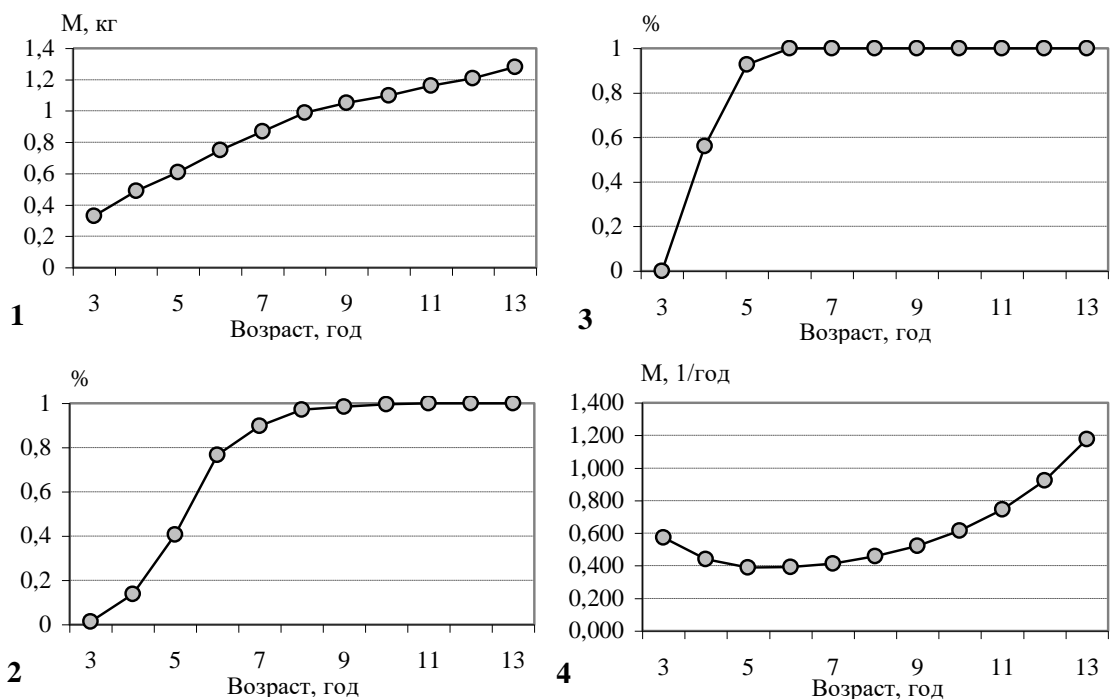


Рис. 16. Параметры, используемые при ретроспективной оценке биомассы северного одноперого терпуга западной части Берингова моря по ВПА. 1 – масса рыб по возрастным группам, 2 – доля половозрелых рыб, 3 – доля рыб, достигших промыслового размера (более 32 см по АС, или более 30 см по АД), 4 – мгновенные коэффициенты естественной смертности

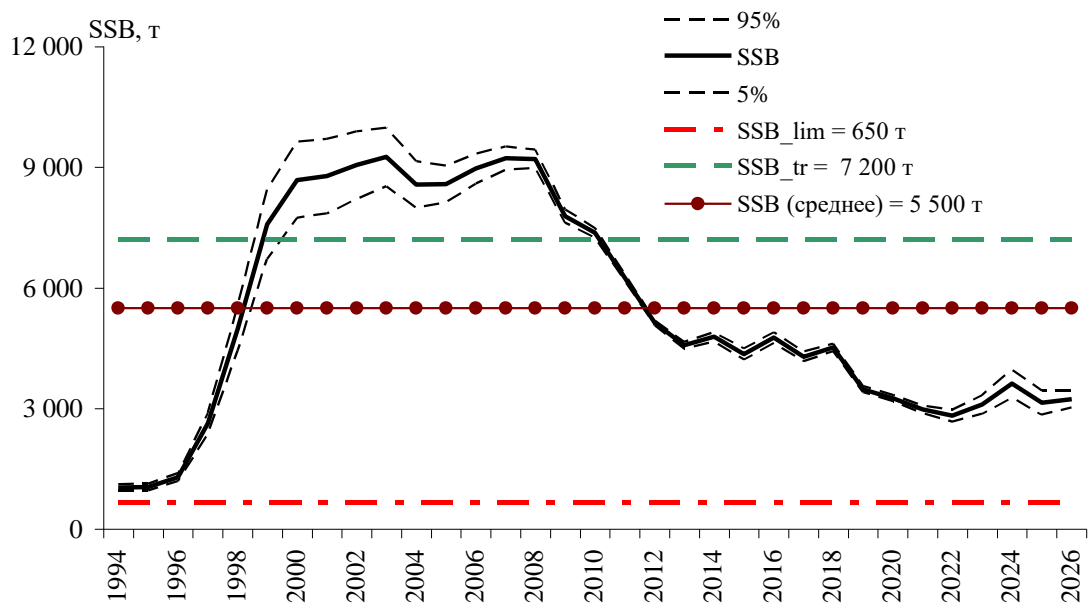


Рис. 17. Многолетняя динамика нерестовой биомассы северного одноперого терпуга, обитающего у м. Олюторский, по результатам ВПА. На 2025-2026 гг. указаны прогнозные значения. Приведены целевой и граничный ориентиры по нерестовой биомассе

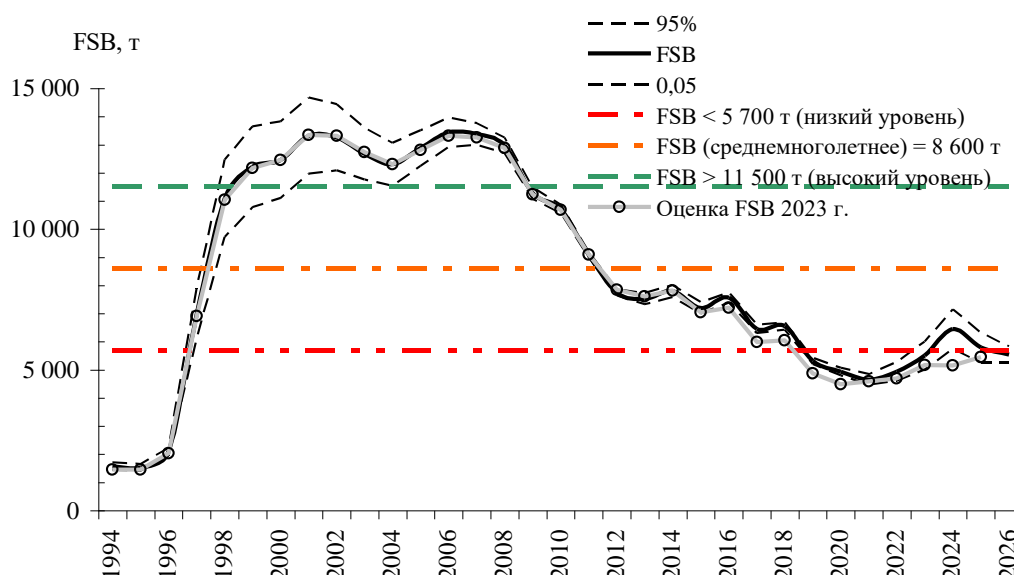


Рис. 18. Многолетняя динамика промысловой биомассы северного одноперого терпуга, обитающего у м. Олюторский, по результатам ВПА. На 2025-2026 гг. указаны прогнозные значения. Приведена оценка предыдущего (2023) года

После 2008 г. обозначились тенденции к снижению численности группировки северного одноперого терпуга, обитающего у м. Олюторский, и к 2018 г. нерестовая биомасса достигла низкого уровня. В 2019-2024 гг. ее значения флуктуировали около условной границы между средним и низким уровнем в пределах 2,8-3,6 тыс. т. Для промысловой биомассы это диапазон составил – 4,8-6,2 тыс. т.

Полученные результаты хорошо коррелируют с данными по динамике запасов Алеутской популяции северного одноперого терпуга в юго-восточной части Берингова моря и у Алеутских о-вов, т.е. в центре репродуктивного ареала [<https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2021-assessment-atka-mackerel-stock-bering-sea-and-aleutian-islands>, 2022]. Как можно видеть (рис. 19), основные элементы динамики промысловой биомассы группировки, обитающей у м. Олюторский, и у «основного» запаса, в 1994-2022 гг. были сходными: резкий рост численности на интервале от середины 1990-х до середины 2000-х гг., с последующим снижением до настоящего времени. Особенности динамики численности, видимо, связаны с динамикой пополнения в основной части репродуктивного ареала (рис. 12). По всей видимости, долговременная тенденция на снижение урожайности пополнения в последние несколько лет продолжилась.

Оценки нерестовой и промысловой биомассы северного одноперого терпуга, обитающего у м. Олюторский на 2024 г., полученные по данным ВПА, и используемые в дальнейших расчетах, составили 3,6 и 6,4 тыс. т, соответственно. Эти величины используются при прогнозе состояния запаса и оценке ОДУ на 2026 г.

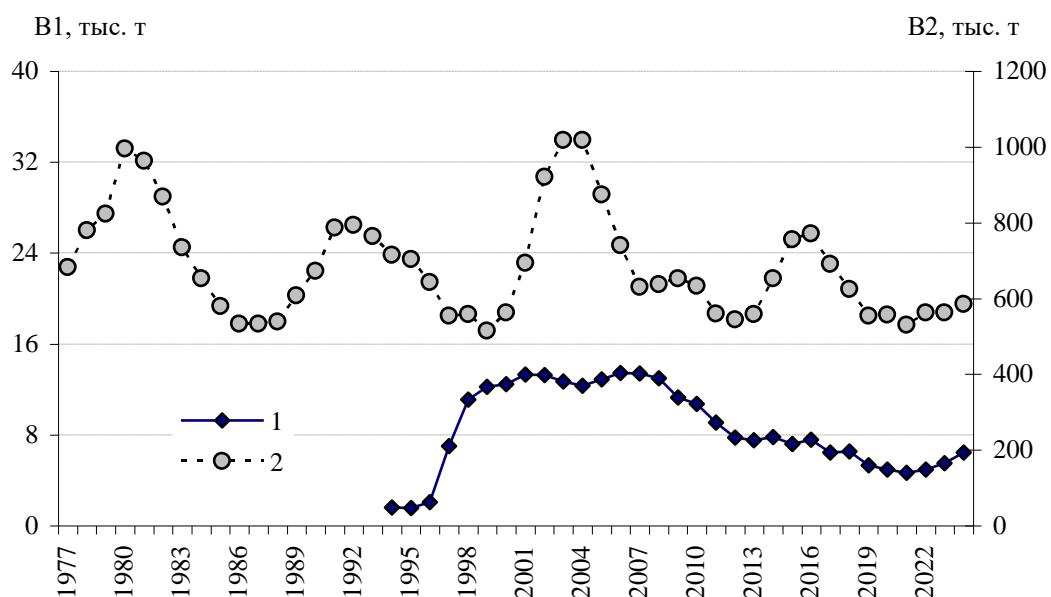


Рис. 19. Многолетняя динамика промысловой биомассы северного одноперого терпуга Алеутской популяции. 1 – локальный запас у м. Олюторский в российских водах (шкала слева), 2 – запас в юго-восточной части Берингова моря и у Алеутских о-вов в американских водах (шкала справа)

Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла

Оценка ОДУ группировки терпуга, обитающей в Беринговом море у м. Олюторский выполнена в рамках «предосторожного подхода» к управлению промыслом рыб [Бабаян, 2000], который предполагает дифференцированный выбор уровня эксплуатации в зависимости от текущего состояния их запасов.

Основным этапом реализации данного подхода является выбор целевых и граничных ориентиров управления промыслом, относительно которых впоследствии выносятся суждения о текущем состоянии запаса и делаются рекомендации об оптимальном уровне эксплуатации. Текущие значения ориентиров управления обоснованы по результатам расчетов в 2020 г. и в рамках настоящего обоснования не пересматривались, предполагается, что их плановая ревизия будет произведена по результатам оценки запасов в следующем году.

В качестве граничного ориентира по нерестовой биомассе SSB_{lim} принято ее минимальное расчетное значение на имеющемся интервале наблюдений в 1994-2020 гг. С учетом верхней границы 95%-доверительного интервала эта величина составляет 0,65 тыс. т. При снижении биомассы производителей ниже этого уровня, необходимо ограничивать промысел до минимума.

При выборе данного ориентира управления, необходимо обратить внимание на то обстоятельство, что величина «собственной» нерестовой биомассы терпуга является не единственным фактором, регулирующим динамику численности данного вида в Олюторско-Наваринском районе.

В немалой степени, рост и снижение промысловых ресурсов взаимосвязано с масштабами выноса пелагической молодежи от основных нерестилищ у Алеутских о-вов. Т.е. контролируются малопредсказуемыми факторами. Поэтому, за неимением другой информации, предлагается использовать минимальные оценки нерестовой биомассы в качестве граничного ориентира, хотя абсолютно не обязательно, что для данного запаса этот уровень является критическим.

В случае снижения нерестовой биомассы ниже граничного ориентира, для сбора научной и промысловой биостатистики, допустимый уровень изъятия, был оценен величиной 10% от целевого ориентира по промысловой смертности.

В качестве граничного ориентира по промысловой смертности F_{lim} , определяющего рубеж, за которым возрастает риск перелова по росту, был взят параметр $F_{01_{msy}} = 1,01$, определенный по кривой улова на рекрута (рис. 20), или в терминах коэффициента эксплуатации $U = 63,6\% \approx 64\%$. Данный подход допустим [Бабаян, 2000].

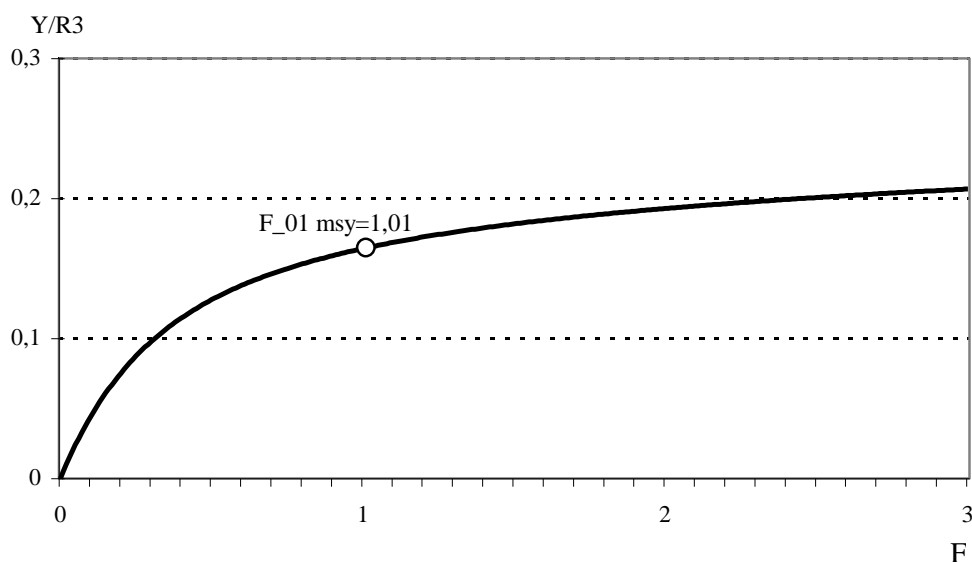


Рис. 20. Зависимость улова на рекрута Y/R (кг/экз.) для группировки терпуга, обитающей у м. Олюторский от промысловой смертности F

Целевой ориентир по промысловой смертности F_{tr} оценили на уровне параметра F_{med} – мгновенного коэффициента промысловой смертности, при котором относительный прирост биомассы нерестового запаса за счет пополнения в половине наблюдаемых случаев компенсирует его убыль от естественных причин и промысла. Этот параметр оценивается по углу наклона прямой линии разделяющих облако точек «запас–пополнение» пополам и равновесным зависимостям SSB/R (рис. 21) от промысловой смертности F [Бабаян, 2000].

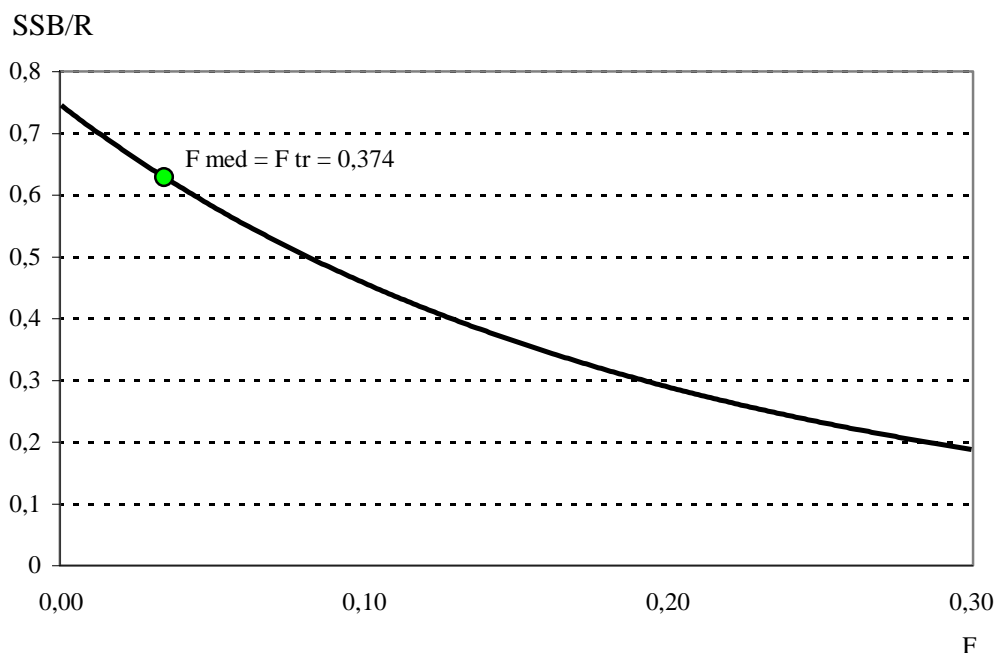


Рис. 21. Зависимость нерестовой биомассы на рекрута SSB/R (кг/экз.) для терпуга, обитающего у м. Олюторский, от промысловой смертности F

Согласно расчетам, величина F_{med} для северного одноперого терпуга западной части Берингова моря составляет 0,374 1/год. Или, в терминах коэффициента эксплуатации, $U_{tr} = 31,2\% \approx 31\%$. Тогда величина, резервируемая для НИР при снижении нерестовой биомассы ниже граничного ориентира, составляет $U_0 = 0,1 \times 31,2\% \approx 3\%$.

Целевой ориентир по нерестовой биомассе SSB_{tr} , при превышении которого возможно максимальное изъятие, определили, как произведение значения $SSB/R = 0,634$, соответствующего целевому ориентиру по промысловой смертности F_{med} , на среднегодовую величину пополнения в возрасте 3 года – 11,4 млн экз.

Иными словами, предлагается устанавливать максимальный уровень изъятия только при такой численности производителей, которая обеспечивает 50%-ую вероятность возобновления потерь запаса за счет рекрутов. Таким образом, $SSB_{tr} = 0,634 \times 11,4 \approx 7,2$ тыс. т.

Уровень изъятия промыслом из локального запаса северного одноперого терпуга, обитающего у м. Олюторский, в области между граничным и целевым ориентиром по нерестовой биомассе задается линией $y=k*x+b$ в явном виде. Итоговая схема регулирования промысла, в терминах коэффициента эксплуатации представлена на рисунке 22.

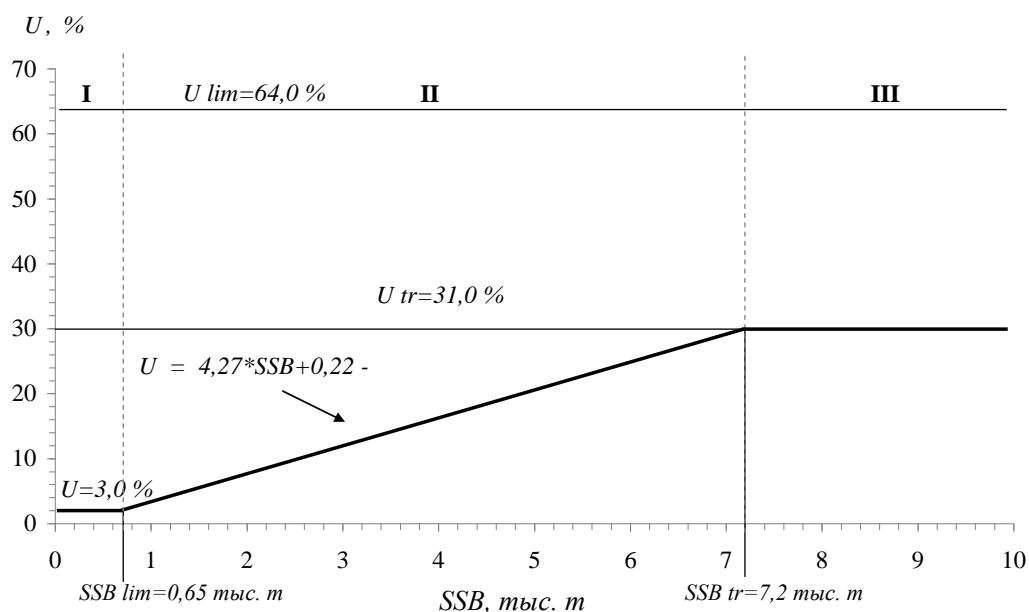


Рис. 22. Схема регулирования промысла северного одноперого терпуга, обитающего у м. Олюторский. **I** – зона «подорванного» запаса, максимальное ограничение промысла, **II** – зона восстановления запаса, **III** – зона максимальной интенсивности промысла

В аналитической форме правило регулирования промысла (ПРП) имеет вид:

$$\left. \begin{aligned} u &= 3,0\%, \text{ при } SSB \leq 0,65 \text{ тыс. т} \\ u &= 4,27 \cdot SSB + 0,22, \text{ при } 0,65 \text{ тыс. т} < SSB \leq 7,2 \text{ тыс. т} \\ u &= 31,0\% \text{ при } SSB > 7,2 \text{ тыс. т} \end{aligned} \right\}$$

где SSB – нерестовая биомасса, u – коэффициент эксплуатации.

Прогнозирование состояния запаса

Ключевую роль при прогнозировании состояния запасов промысловых объектов с некоторой заблаговременностью играет оценка пополнения. Довольно часто для этих целей используются «запас-пополнение» в формулировке Рикера или Бивертон-Холта [Рикер, 1979]. Однако, для северного одноперого терпуга, у которого урожайность смежных поколений, при сходных величинах нерестового запаса, может отличаться в несколько раз [Золотов, и др., 2015], данный метод малоэффективен.

Альтернативным способом оценки возможного пополнения могло бы быть построение марковской матрицы вероятности [Хилборн, Уолтерс, 2001]. Для этого, обычно, результаты расчетов в парах «нерестовый запас-пополнение» разбивают на интервалы с высоким, средним и низким уровнем и рассчитываются доли по времени нахождения нерестового запаса и продуцируемого пополнения в каждом из интервалов. Однако имеющийся ряд, используемый для оценки запасов терпуга у м. Олюторский короток, и для анализа можно использовать не более 23 пар « $SSB-R$ », чего явно недостаточно для полноценного анализа.

В настоящем обосновании для оценки состояния запаса на 2025-2026 гг. использовали просто осредненную оценку пополнения в возрасте $R3$ по данным ретроспективных модельных расчетов за период наблюдений с 1994 по 2014 гг. (для исключения влияния настройки модели в терминальный год).

С учетом нижней границы 95%-ого интервала доверительной вероятности: $R3 = 9,93$ млн экз. Эта оценка и заложена в прогноз для оценки пополнения в 2025-2026 гг.

Изъятие терпуга в ходе тралового промысла у м. Олюторский в 2025 г. заложено на уровне расчетной величины допустимого изъятия для данной группировки из обоснования предыдущего года - 780 т. Расчет промыслового изъятия в 2025 г. по возрастным группам проводили с учетом коэффициентов возрастной селективности, рассчитанных по результатам ретроспективных оценок ВПА.

Окончательная оценка численности и биомассы северного одноперого терпуга на 2025-2026 гг. выполнена с помощью обращенной вперед когортной процедуры, с учетом предположений, описанных выше, и коэффициентов естественной смертности, представленных на рисунке 16.

Как можно видеть (табл. 2), ожидается, что к 2026 г. промысловая биомасса терпуга составит 5,54 тыс. т, нерестовая – 3,54 тыс. т, что соответствует низкому уровню запаса. Эти величины используются при последующих оценках ОДУ на 2026 г.

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ

Согласно расчетам, прогнозируемый уровень нерестовой биомассы северного одноперого терпуга Берингова моря, обитающего у м. Олюторский, на 2026 г. составляет 3,54 тыс. т, что соответствует области восстановления запаса.

Таблица 2

Прогноз численности и промысловой биомассы северного одноперого терпуга западной части Берингова моря в 2026 г.

	Возраст на начало года											Вылов, т
2024	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Численность на 01.01.2024, ВПА, тыс. экз.	3005	6778	3043	2225	819	324	80	35	17	11	4	775
Мгновенный коэффициент естественной смертности M , 1/год	0,573	0,440	0,388	0,391	0,415	0,458	0,523	0,616	0,744	0,922	1,178	
Мгновенный коэффициент промысловой смертности F , 1/год	0,0091	0,038	0,071	0,257	0,492	0,641	0,380	0,470	0,501	0,820	0,820	
Годовой коэффициент выживания с учетом промысла	0,559	0,620	0,631	0,523	0,404	0,333	0,405	0,337	0,288	0,175	0,136	
2025												
Численность на 01.01.2025, ВПА, тыс. экз.	9933	1679	4203	1921	1163	331	108	32	12	5	2	780
Мгновенный коэффициент естественной смертности M , 1/год	0,573	0,440	0,388	0,391	0,415	0,458	0,523	0,616	0,744	0,922	1,178	
Мгновенный коэффициент промысловой смертности F , 1/год	0,0102	0,042	0,080	0,288	0,552	0,718	0,426	0,527	0,561	0,919	0,919	
Годовой коэффициент выживания с учетом промысла	0,558	0,617	0,626	0,507	0,381	0,309	0,387	0,319	0,271	0,159	0,123	
2026												Суммарно:
Численность на 01.01.2026, ВПА, тыс. экз.	9933	5543	1036	2631	973	442	102	42	10	3	1	20716
Средняя масса, кг	0,330	0,490	0,610	0,750	0,870	0,990	1,050	1,100	1,160	1,210	1,280	
Доля промысловых рыб, %	0,000	0,561	0,928	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Промысловая биомасса, т	0	1525	586	1973	847	438	107	46	12	4	1	5539
Доля половозрелых рыб, %	0,014	0,138	0,406	0,766	0,898	0,972	0,984	0,995	1,000	1,000	1,000	
Нерестовая биомасса, т	46	375	257	1511	760	426	105	46	12	4	1	3543

Исходя из принятого ПРП рекомендуемый уровень промыслового изъятия на 2026 г. составит $u=4,27 \times 3,54 + 0,22 = 15,34\%$.

При прогнозируемой величине промысловой биомассы северного одноперого терпуга на **2026 г.**, равной 5,54 тыс. т, рекомендованный общий объем изъятия данного вида у м. Олюторский составляет $5,54 \times 0,1534 \approx$ **0,850 тыс. т.**

Учитывая, что величину изъятия терпуга восточнее м. Олюторский сложно контролировать, и, с формальной стороны, она ограничена лишь объемом ОДУ терпуга Карагинской подзоны, в целях снижения вероятности превышения рекомендованного объема изъятия терпуга, обитающего у м. Олюторский, предлагается уменьшить величину в 0,850 тыс. т на среднюю долю от суммарного вылова терпуга на участке к востоку от 168°00' в.д. до м. Олюторский, которая составляет $\sim 10\%$: $850 \times 0,1 = 85$ т.

Таким образом, величина ОДУ терпугов в Западно-Беринговоморской зоне в 2026 г. рекомендованная к изъятию 0,765 тыс. т.

Анализ и диагностика полученных результатов

Для тестирования выбранной стратегии управления промыслом, целью которой является минимизация экологического вреда от эксплуатации и обеспечение максимально возможного изъятия при данном уровне воспроизводства, провели анализ применения выбранного ПРП на перспективу, методами сценарного моделирования (рис. 23).

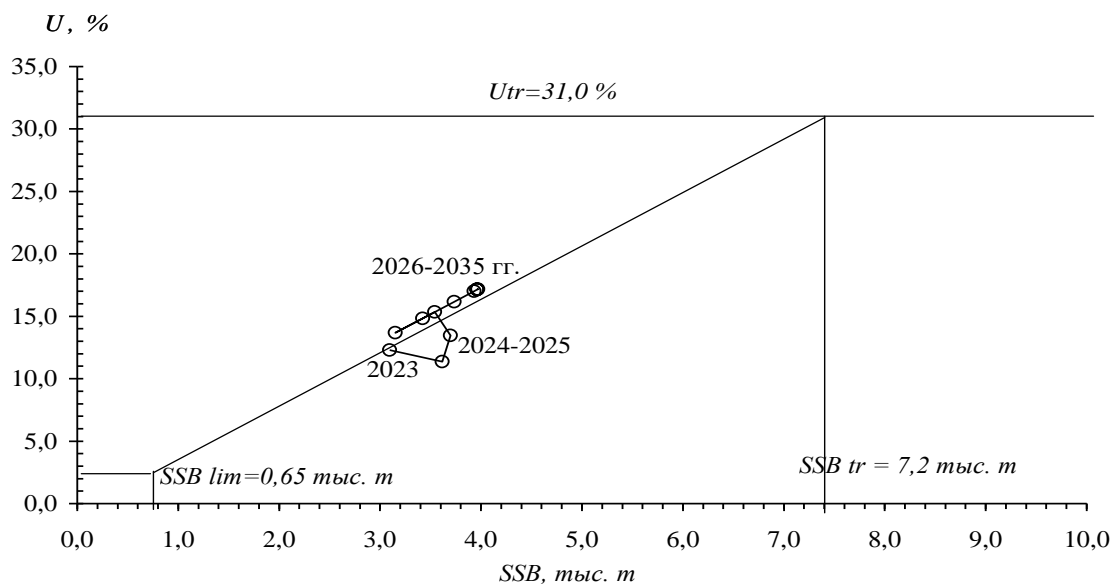


Рис. 23. Результаты тестирования выбранного ПРП северного одноперого терпуга, обитающего у м. Олюторский, на 2026-2036 гг.

При расчетах поведения запаса полагали, что до 2036 г. величина пополнения промыслового запаса R_3 не будет ниже среднеегоголетнего уровня (1994-2020 гг.) и, с учетом нижней границы доверительного интервала составит 9,93 млн экз.

Для такого вида, как северный одноперый терпуг, у которого численность смежных поколений может сильно отличаться, и, кроме того, вполне вероятен приток рекрутов из районов основных нерестилищ у Алеутских о-вов, подобная ситуация со стабильным пополнением маловероятна. Тем не менее, подобный анализ дает некоторое представление о том, каким образом будет складываться ситуация при отсутствии в группировке ближайшие годы высокочисленного пополнения.

Вылов определяли исходя из сформулированного ПРП. Результаты тестирования представлены на рисунке 23. Как можно видеть, выбранное ПРП, даже при довольно неблагоприятных предположениях о величине пополнения, должно удерживать запас в зоне восстановления, и не дать ему опуститься ниже SSB_{lim} .

Также, в рамках оценки вероятности наступления неблагоприятных последствий для запаса на прогнозный период, связанных с его эксплуатацией, проведен анализ рисков снижения нерестовой биомассы терпуга, обитающего у м. Олюторский, ниже граничного ориентира (рис. 24) и превышения параметром F граничного ориентира F_{lim} , что иногда ассоциируется с переломом по росту [Бабаян, 2000].

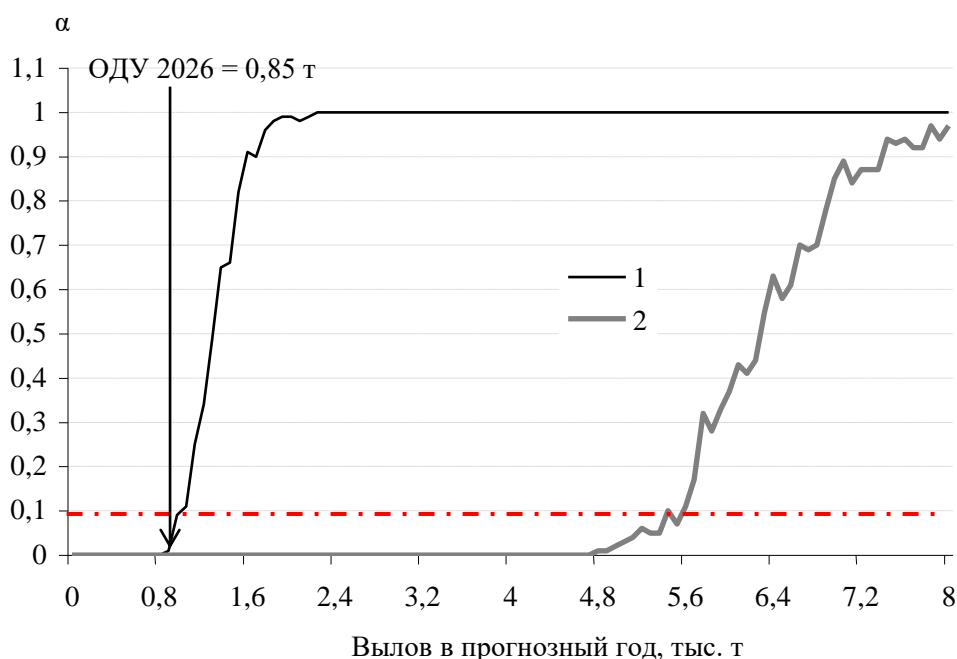


Рис. 24. Вероятность (α) превышения параметром F граничного ориентира F_{lim} (1) и снижения нерестовой биомассы группировки терпуга, обитающего у м. Олюторский, ниже граничного ориентира SSB_{lim} (2) на прогнозный 2026 г., при соблюдении следующих условий: вылов в 2025 г. равен — 0,78 тыс. т, пополнение в прогнозные годы — 9,93 млн экз.

Согласно полученным результатам (рис. 24) вероятность превышения параметром F граничного ориентира F_{lim} (1) и снижения нерестовой биомассы ниже граничного ориентира SSB_{lim} (2) на прогнозный 2026 г. не превышает рекомендованного уровня [Бабаян, 2000].

Также были оценены риски снижения нерестовой биомассы ниже граничного ориентира на ближайшее десятилетие, при различных уровнях годовой промысловой смертности. Выяснено, что в среднесрочной перспективе риск снижения нерестовой биомассы ниже граничного ориентира также минимален, и, при изъятии на рекомендованном уровне, не превышает допустимых значений.

Таким образом, следует заключить, что тренд на постепенное снижение численности северного одноперого терпуга Алеутской популяции в западной части Берингова моря на прогнозный период сохранится. При этом запас не был переловлен, в настоящий момент не перелавливается, и риски перелова, при соблюдении разработанного режима регулирования промысла, в ближайшее время отсутствуют.

Исходя из выше изложенного, предлагается установить ОДУ терпугов в Западно-Беринговоморской зоне в 2026 г. на уровне 0,765 тыс. т.

61.02 - Зона Восточно-Камчатская

61.02.1 - Карагинская подзона

61.02.2 - Петропавловско-Командорская подзона

61.03 - Зона Северо-Курильская

61.04 - Зона Южно-Курильская

Исполнители: Д.А. Терентьев, О.И. Ильин («КамчатНИРО»)

Куратор: Г.Ю. Головатюк (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

В основу материалов, обосновывающих ОДУ терпугов в Карагинской, Петропавловско-Командорской подзонах, Северо-Курильской и Южно-Курильской зонах в 2026 г., положены:

— сведения, собранные в 2024 г. сотрудниками ФГБНУ «ВНИРО» в марте во время специализированного донного тралового промысла на СРТМ «Геркулес» в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах, апреле–мае — у Курильских о-вов; на РТМ «Камлайн» в Карагинской подзоне в феврале, в Петропавловско-Командорской подзоне в марте–апреле и в Северо-Курильской зоне в апреле, а также мониторинга снюрреводного лова различных видов рыб на рыбоперерабатывающем заводе АО «БСФ» (г. Северо-Курильск) в июне (общее количество массовых промеров — 14456 экз.);

— многолетние данные биологической статистики с 1968 г.;

— данные судовых суточных донесений (ССД) из отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за

деятельностью промысловых судов (ОСМ). Для доступа к ОСМ и первичной обработки данных применяли программу «FMS analyst» [Vasilets, 2015].

Сведения об общем вылове терпуга в 2012–2023 гг., полученные ранее по данным из ОСМ, уточняли по сведениям из форм статистической отчетности 1-П (рыба), размещенным на сайте Росрыболовства.

В соответствии с приказом Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, минимальными требованиями к составу информации для I уровня являются: сведения о вылове по возрастным или функциональным группам и годам промысла, данные о средней массе, относительном количестве половозрелых рыб, мгновенных коэффициентах естественной смертности по возрастным группам. Результаты учетных съемок, данные промысловой статистики об уловах на единицу промыслового усилия и/или промысловых усилиях, стандартизованные с помощью статистических методов, представляют собой дополнительную информацию для настройки модели.

Для терпуга курило-камчатской популяции в настоящее время есть данные о вылове рыб по возрастным группам, начиная с 1968 г., сведения о среднемноголетней массе, доле половозрелых особей, мгновенных коэффициентах естественной смертности по возрастным группам, уловы на единицу усилия с 2003 г.

Таким образом, информационное обеспечение прогноза соответствует I уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

Согласно вышеупомянутому приказу «доступная информация обеспечивает проведение всестороннего аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ с использованием структурированных моделей эксплуатируемого запаса».

Решением рабочей группы по методам математического моделирования (РГМ), принятом в 2015 г., в перечень моделей этого типа для использования в процедуре оценки запасов и ОДУ, наряду с моделями XSA, TISVPA и др., уже прошедшими тестирование и многолетнюю апробацию в рамках ИКЕС и других научных рыбохозяйственных организаций, включена модель «Синтез» [Ильин и др., 2014]. Наряду с другими известными моделями, с 2019 г. она рекомендована для оценки запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов [Методические рекомендации, 2018].

Эта модель для данного запаса используется с 2017 г. Она относится к числу сравнительно простых статистических когортных моделей с сепарабельным представлением промысловой смертности, учитывает специфику рыбопромысловой статистики и позволяет получить детальное описание динамики возрастной структуры оцениваемого запаса. Имеет значительные сходства с такими общеизвестными моделями, как «CAGEAN» [Deriso et al, 1985], «ICA» [Patterson, 1994] и др. [Quinn and Deriso, 1999]. Алгоритм модели реализован в одноименной компьютерной программе, разработанной в «КамчатНИРО».

Исходные данные для неё следующие:

— матрица вылова (млн экз.) северного одноперого терпуга по возрастам (3–13 лет) и годам (1968–2024 гг.) промысла в Карагинской, Петропавловско-Командорской подзонах, Северо-Курильской и Южно-Курильской зонах; возрастной состав рассчитан по многолетнему (1996–2021 гг.) размерно-возрастному ключу, составленному по отолитным определениям возраста [Chilton, Bemish, 1982];

— среднемноголетняя средняя масса ($W_{\text{ср.}}$) рыб по возрастам (табл. 3);

— среднемноголетнее относительное количество половозрелых рыб по возрастным группам (Mo), рассчитанное по результатам полных биологических анализов. Фактические данные сглаживали посредством логистической функции;

— среднемноголетние мгновенные коэффициенты естественной смертности ($MKES$) по возрастам, которые были оценены несколькими из наиболее известных методов [Тюрин, 1972; Alverson, Carney, 1975; Рихтер, Ефанов, 1977; Pauly, 1980; Зыков, Слепокуров, 1982; Зыкова, Зыков, 1989; Hoenig, 1983; Peterson, Wroblewski, 1984; Gunderson, Dygert, 1988; Chen, Watanabe, 1989; Lorenzen, 1996; Jensen, 1996]. В дальнейших расчетах использованы средние значения (табл. 3).

Таблица 3

Исходные данные для модельных расчетов

Возраст	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$W_{\text{ср.}}$, кг	0,212	0,401	0,547	0,667	0,768	0,856	0,933	1,002	1,065	1,122	1,174
Mo	0,0912	0,3055	0,6585	0,8942	0,9737	0,9939	0,9986	0,9997	1	1	1
$MKES$, 1/год	0,377	0,345	0,332	0,326	0,325	0,328	0,335	0,347	0,363	0,387	0,422

Вид функций селективности был выбран логистический (рис. 25):

$$s_a = \frac{1}{(1 + \exp(\alpha(a_0 - a)))},$$

где α , a_0 — оцениваемые коэффициенты модели. Двумя периодами селективности попытались учесть имеющиеся, начиная примерно с 2018 г., изменения в возрастном составе уловов.

В качестве настроечных индексов для модели использовали уловы на единицу промыслового усилия (т/судосутки) в 2003–2024 гг., стандартизованные по модели GLM относительно судов типа СРТМ, ведущих промысел донным тралом в мае в Северо-Курильской зоне (рис. 26). В качестве предикторов выбраны факторы года, месяца, тип промыслового судна, тип орудия лова и фактор рыбопромысловой зоны/подзоны. Учитывались только ССД со значениями улова терпуга в интервале от 1 кг до 200 т. Стандартизация по модели GLM осуществлялась средствами статистического пакета R.

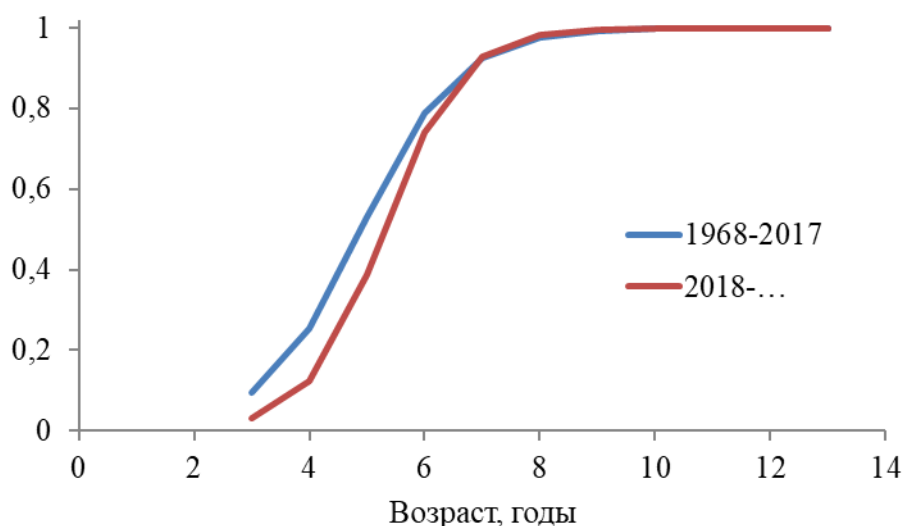


Рис. 25. Возрастные коэффициенты селективности терпуга курило-камчатской популяции

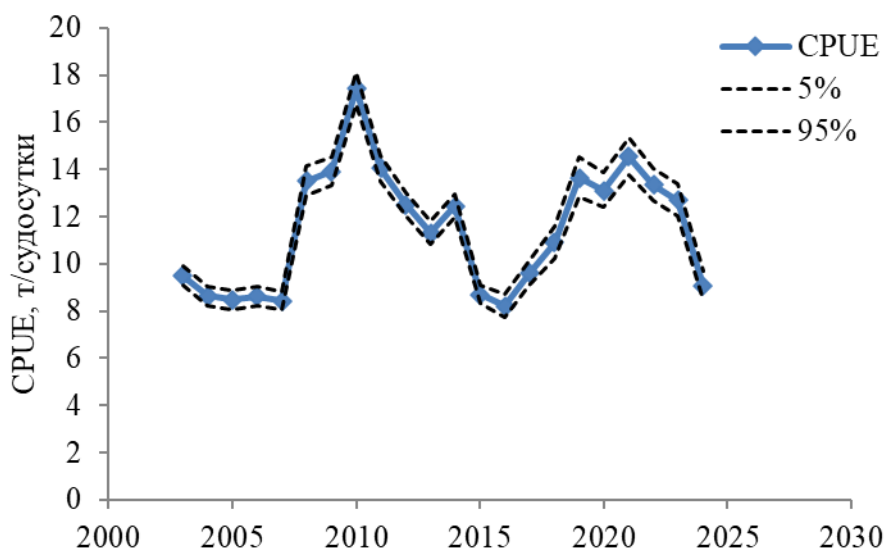


Рис. 26. Межгодовая динамика стандартизованных уловов на единицу промыслового усилия

При подготовке материалов, обосновывающих корректировку ОДУ терпуга на 2024 г., а также материалов ОДУ на 2025 г. была использована продукционная модель Шефера [Schaefer, 1954]. Поэтому в настоящем обосновании дополнительно оценили запас и ОДУ терпуга с помощью продукционной модели Шефера с обобщенным фильтром Калмана:

$$\ln(B_{t+1}) = \ln \left(B_t + r_t \left(\frac{K - B_t}{K} \right) B_t - C_t \right) + \varepsilon_{t1},$$

$$\ln(r_{t+1}) = \ln(r_t),$$

$$\ln(U_t) = \ln(qB_t) + \varepsilon_{t2},$$

$$\ln(I_t) = \ln(B_t) + \varepsilon_{t3},$$

которая описывает темп изменения биомассы B со временем. Здесь t — время, K — емкость среды, r — параметр роста, $\varepsilon_{t1}, \varepsilon_{t2}, \varepsilon_{t3}$ —

некоррелированные во времени гауссовские шумы процесса и наблюдения. C_t — вылов в год t , q — оцениваемый коэффициент пропорциональности, I_t — индекс биомассы запаса по данным учетных съемок, U_t — стандартизованные уловы на единицу промыслового усилия в год t . Оцениваемыми параметрами являются q , K и параметры шумов.

В качестве входной информации использовали:

- вылов по годам промысла (2007–2024 гг.);
- стандартизованные уловы на единицу промыслового усилия.

При настройке продукционной модели также использована информация из прогноза «СахНИРО» 2014 г. В 2008 г. специалистами «КамчатНИРО» выполнены относительно подробные учетные работы, «когда тралениями были охвачены три участка прикурильских вод от о-ва Симушир до о-ва Ушишир. Рассчитанная промысловая биомасса рыб в возрасте 4 года и старше (с применением коэффициента уловистости 0,3) составила 203,1 тыс. т. Учитывая, что данный район в тот период обеспечивал вклад не более 40,3% в общий вылов терпуга, можно предположить, что в ходе исследований микросъемками было охвачено не более половины промыслового запаса». Исходя из этого, значение индекса наблюдаемой биомассы терпуга в 2008 г. было принято равным 400 тыс. т с коэффициентом вариации 0,1.

Априорная оценка вектора состояния учитывает предыдущие оценки запаса:

$$\hat{X}_0 = E(X_0) = [\ln(\hat{B}_{2007}), \ln(\hat{r})] = [\ln(400,0), \ln(0,25)],$$

а априорную ковариационную матрицу ошибки оценивания задали в виде диагональной матрицы:

$$R_0 = \text{diag}[1; 1].$$

Современная добыча терпуга охватывает значительную часть ареала курило-камчатской популяции. Учитывая, что на протяжении нескольких лет наиболее результативный промысел ведётся на одних и тех же участках, то его динамика рассмотрена по отдельности для каждого рыбопромыслового района.

Обычно в качестве индекса состояния запаса для настройки модели используются результаты учетных работ. Одним из основных методов учета запасов донных видов рыб являются донные траловые съемки.

В Карагинской подзоне за последние годы было выполнено всего 10 донных траловых съемок. В 2012–2014 и 2016–2017 гг. они проходили только на шельфе, по укороченной сетке станций и в различные сроки. В сентябре 2018 г. в западной части Берингова моря сотрудниками «ТИНРО» на НИС «Профессор Леванидов» проведено лишь 17 глубоководных тралений. Терпуг учтен не был. В июле 2019 г. на том же судне в рамках экспедиционных исследований в Беринговом море выполнено 80 учетных тралений на глубинах 20–300 м, по результатам которых биомасса этого вида составила всего около 76 т. В сентябре–начале октября 2020 г. на НИС «Дмитрий Песков» проведена очередная донная траловая съёмка на шельфе северо-восточной Камчатки. Согласно полученным результатам, на

стандартном полигоне биомасса терпуга была оценена в несколько раз меньше — 13,2 т. В 2021 г. проведены очередные учётные работы донным тралом. Однако они были ориентированы на промысловых беспозвоночных, а материалы по рыбам оказались нерепрезентативны и для оценки запасов не применимы. В 2022–2023 гг. учётные работы не проводили. По данным учетной съемки, выполненной в августе–сентябре 2024 г. на НИС «Дмитрий Песков», биомасса северного одноперого терпуга оценена в 104,4 т.

Следует отметить, что траловые съемки в Карагинской подзоне никогда целиком не охватывали районы обитания и промысла терпуга (у м. Африка, м. Говена и м. Олюторский), имеющие сложный рельеф дна и не позволяющие проводить работы учётным донным тралом. Поэтому они не дают представления о величине и состоянии его запаса. Максимальная учетная биомасса терпуга (2014 г.) составила всего 285 т, а, например, в 2013 г. в уловах данный вид вообще не зафиксирован.

Полноценные донные траловые съемки в Петропавловско-Командорской подзоне были выполнены в 1984, 1999, 2002 гг. В 2010–2014 гг. проводили снюрреводные съемки. Из-за отсутствия сведений об уловистости учётного орудия лова результаты этих исследований практического применения не получили. С 2016 г. «КамчатНИРО» возобновил подобные работы, но уже с применением донного трала на собственных научно-исследовательских судах. Однако их малая автономность, не позволяющая обследовать Камчатский залив, «сложные» грунты и резкий свал глубин, препятствующие выполнению обловов у мысов, наличие запретных для проведения учетных тралений районов (особенно в Авачинском заливе) и частое закрытие значительных по площади акваторий из-за военных учений не позволяют охватить исследованиями весь шельф Петропавловско-Командорской подзоны, не говоря уже о материковом склоне.

На современном этапе в районе северных Курильских о-вов полноценные траловые съёмки проводили с 2000 г. также нерегулярно и с частотой один раз в 2–3 года, а количество станций значительно варьировало — от 53 до 116. При этом работами была охвачена не только шельфовая зона, но и прилегающие районы материкового склона. В 2021 г. на НИС «Дмитрий Песков» проведена очередная траловая съёмка, которая по ряду причин не охватывала участки основных мест обитания терпуга, в особенности подводное поднятие, расположенное юго-восточнее о-ва Шиадок. В 2022–2024 гг., также, как и в Карагинской подзоне, подобные работы не проводили.

Основными причинами невозможности оценить запас терпуга в Курило-Камчатском районе методами прямого учёта являются особенности его биологии: основные скопления приурочены к локальным участкам дна со скально-каменистыми грунтами и сильно расчлененным рельефом, где учетные траления, как правило, не проводятся. В этой связи полученные оценки по результатам донных траловых съёмок заведомо занижены и не отражают реальную картину динамики запаса данного вида.

Более перспективным, на наш взгляд, является проведение регулярных локальных «микросъемок» на участках, где ведется наиболее интенсивный промысел терпуга. Такие съемки за последние 10 лет осуществляли при работе судов в промысловом режиме в 2014, 2016 и 2018–2021 гг. Однако по объективным причинам выполнение «микросъемок» происходит не ежегодно. Охватить все участки массовых концентраций терпуга даже в пределах одной рыбопромысловой подзоны не всегда удаётся, либо они проводятся в не самый благоприятный для учета сезон. В 2022–2024 гг. подобные работы также выполнить не удалось.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Промысловым видом семейства терпуговых на акваториях Карагинской и Петропавловско-Командорской подзон, а также Северо-Курильской зоны является северный одноперый терпуг *Pleurogrammus monopterygius* (далее в тексте — терпуг). Именно по нему и представлено настоящее обоснование. В Южно-Курильской зоне к западу от 149°30' в.д. обитает близкородственный южный одноперый терпуг *P. azonus*.

По современным представлениям терпуг в водах юго-восточной Камчатки и Курильских о-вов представлен единой популяцией [Золотов, Орлов, 2009; Золотов, 2013; Золотов и др., 2015]. Репродуктивная часть ареала расположена в водах Средних Курил. Именно через этот район проходят миграционные пути половозрелых особей к местам нереста, а также существует постоянный приток рекрутов из района гайота, вступающих в нерестовый и промысловый запас. Кроме того, на данной акватории происходит оседание на дно пелагической молоди терпуга, развивающейся в выростной зоне в прилегающих водах Охотского моря [Дудник, Золотов, 2000; Золотов и др., 2015].

Карагинский и Олюторский заливы являются периферией ареала вида в Северо-Западной Пацифике, где происходит смешение двух популяций: курило-камчатской и алеутской. При этом терпуг, облавливаемый южнее зал. Озёрный (в районе м. Африка) считается частью запаса первой из перечисленных [Золотов, Орлов, 2009; Золотов и др., 2020]. В отношении особей, обитающих у м. Олюторский (от 168° в.д.), существует мнение [Мельников, Ефимкин, 2003; Золотов и др., 2020], что пополнение запаса в этом районе происходит за счет миграции молоди многочисленных поколений от его нереста у Командорских и Алеутских о-вов.

В связи с вышеизложенным, как и в прошлые годы, запасы терпуга оценены для всей курило-камчатской популяции, а рекомендованный вылов, исходя из сведений о распределении рыб и особенностей промысла, разделен на 4 части: ОДУ в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах, а также в Северо- и Южно-Курильской зонах.

Состояние запаса. По модели «Синтез» общий запас северного одноперого терпуга курило-камчатской популяции в возрасте 3–13 лет на начало 2024 г. составил 144,5, а нерестовый — 104,9 тыс. т (рис. 27). Отметим, что длительный период роста биомассы, как общего, так и

нерестового запаса в 2010 г. сменился снижением. Исходя из результатов моделирования, можно предположить, что величина ОДУ после 2009 г. систематически завышалась. В 2009–2014 гг. промысловая смертность была выше рекомендованной (F_{tr}) (рис. 28). По последним данным, поколения 2013–2014 гг. являются высокочисленными, а 2015–2016 гг. — немногим выше среднемноголетнего уровня. Численность поколений 2017–2021 гг. пока оценивается ниже среднемноголетнего уровня (рис. 29). После минимума в 2015 г., в последующие 5 лет нерестовый запас терпуга увеличивался, главным образом, из-за вступления в него рыб поколений 2013–2014 гг. По оценкам, кратковременный рост биомассы нерестового запаса после 2020 г. сменился снижением из-за появления после 2017 г. ряда неурожайных поколений.

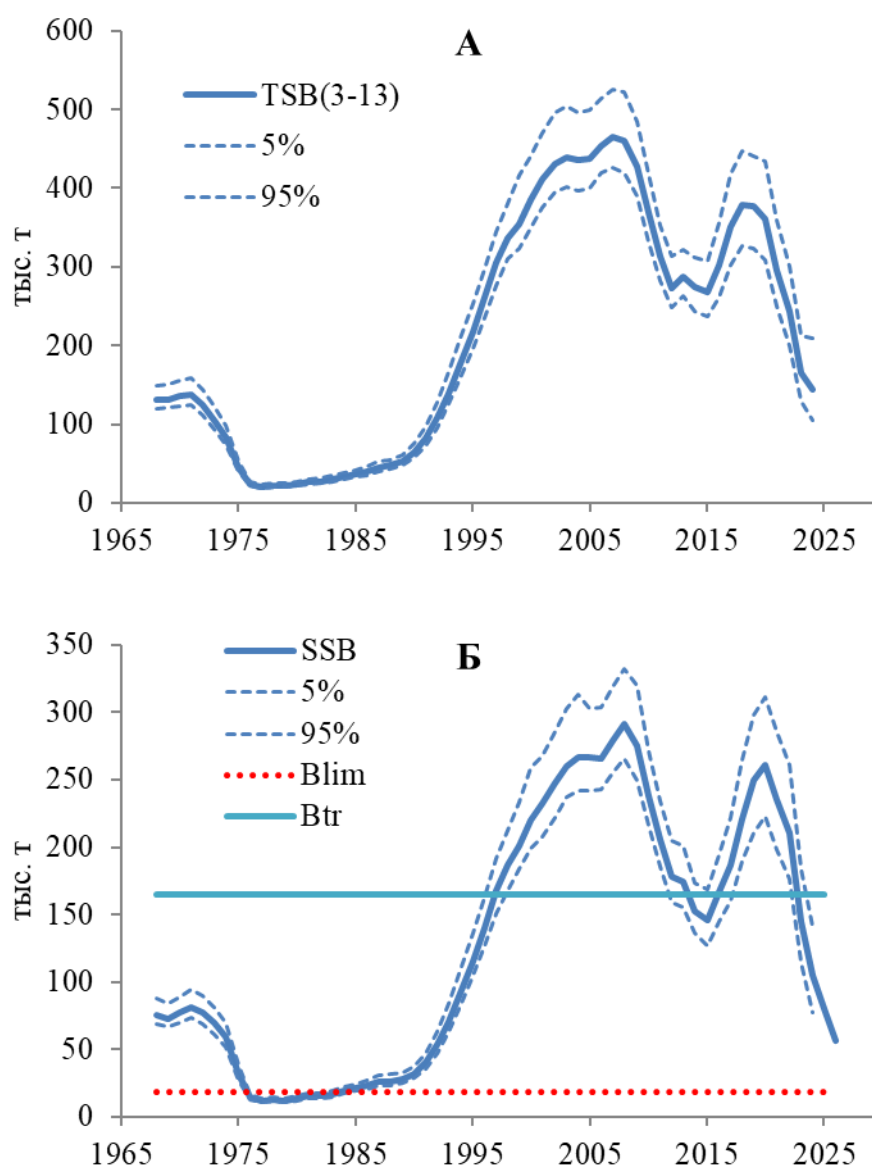


Рис. 27. Межгодовая динамика биомассы общего (А) и нерестового (Б) запаса северного одноперого терпуга курило-камчатской популяции и проценти́ли бутстреп-распределения ее оценок

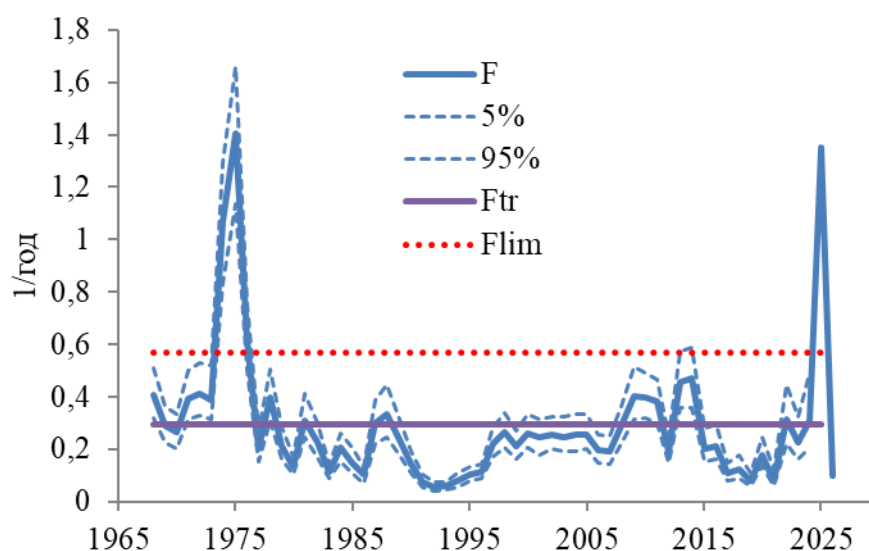


Рис. 28. Межгодовая динамика коэффициентов промысловой смертности и процентиля бутстреп-распределения их оценок

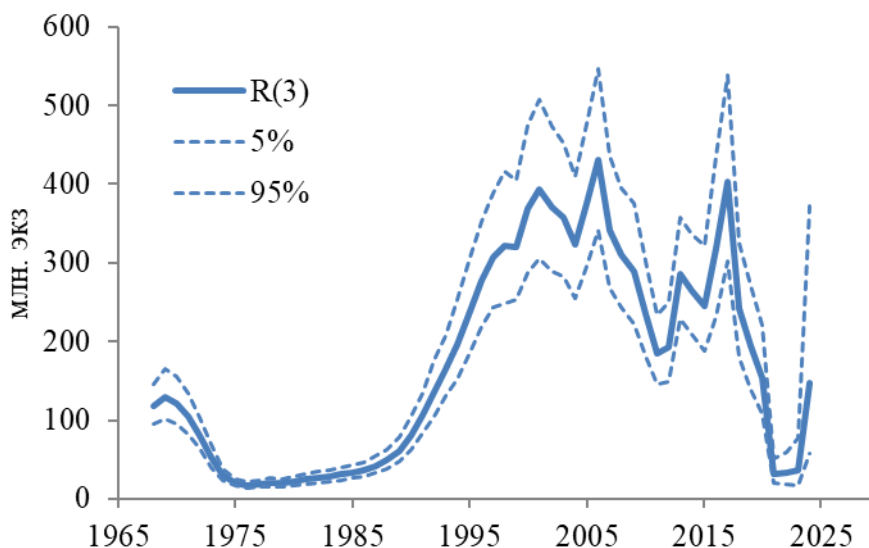


Рис. 29. Межгодовая динамика численности пополнения и процентиля бутстреп-распределения ее оценок

Результаты ретроспективного анализа оценок нерестовой биомассы для терпуга представлены на рисунке 30. Значение показателя Мона ρ [Mohn, 1999] для ретроспективных оценок нерестовой биомассы составило 25%. В работе Hurtado-Ferro et al., [2015] были предложены верхние пороговые значения показателя Мона ρ для долгоживущих видов рыб 20%, для рыб с малой продолжительностью жизни — 30%. Терпуг относится к видам со средней продолжительностью жизни. Таким образом, расчеты свидетельствуют о ретроспективной смещенности модельных оценок нерестовой биомассы на уровне пороговых значений.

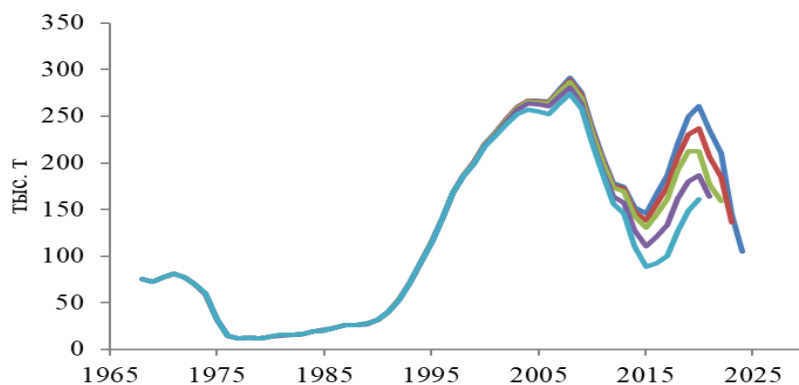


Рис. 30. Результаты ретроспективного анализа оценок биомассы нерестового запаса

Оценка параметра K по продукционной модели с фильтром Калмана составила 651,7 тыс. т с $CV=0,09$, а терминальное значение коэффициента роста r — 0,204. Графики модельной динамики биомассы и коэффициента роста приведены на рисунке 31, сравнение модельных и наблюдаемых уловов на усилие — на рисунке 32. Оценка биомассы северного одноперого терпуга курило-камчатской популяции по продукционной модели на начало 2024 г. составила 282,0 тыс. т.

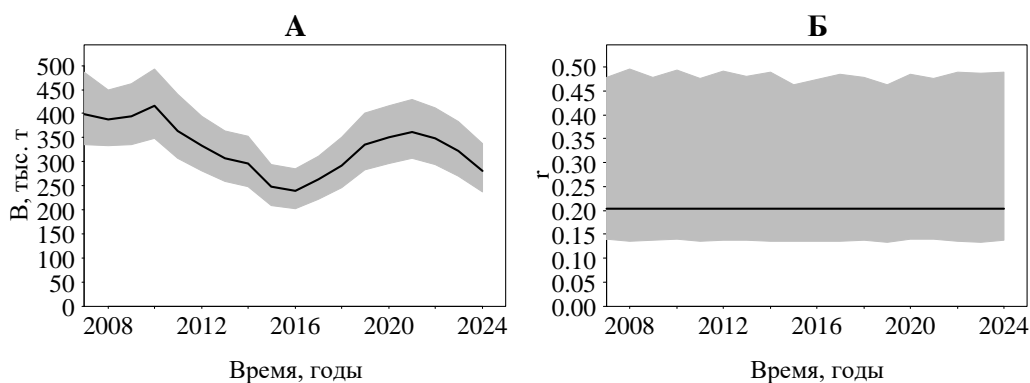


Рис. 31. Межгодовая динамика биомассы (А) и оценка коэффициента роста (Б) по продукционной модели. Серым цветом выделены 90% доверительные интервалы

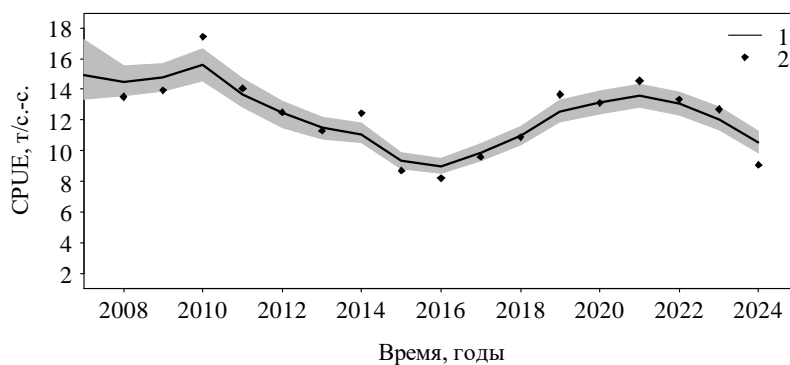


Рис. 32. Динамика индекса улова на единицу усилия (2) в сравнении с его модельным аналогом (1) по продукционной модели

Результаты ретроспективного анализа оценок биомассы терпуга по продукционной модели с фильтром Калмана представлены на рисунке 33. Значение показателя Мона ρ для ретроспективных оценок нерестовой биомассы составило 2,7%. Таким образом, расчеты свидетельствуют об отсутствии значимой ретроспективной смещенности модельных оценок биомассы продукционной модели.

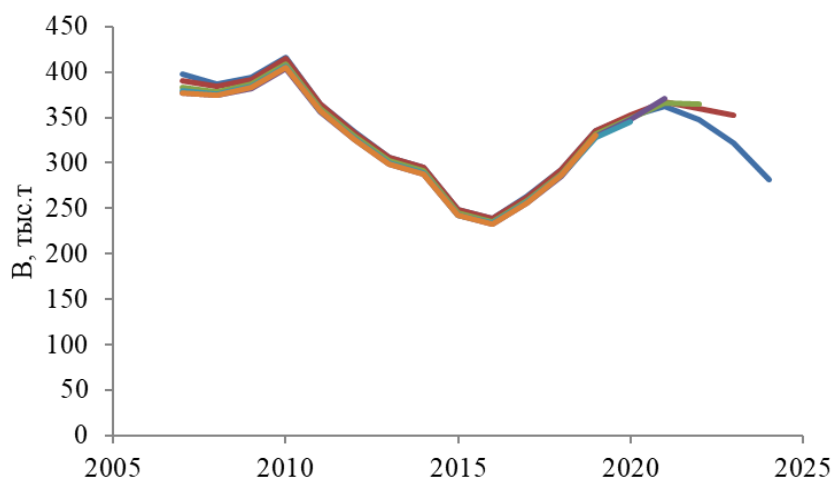


Рис. 33. Результаты ретроспективного анализа оценок биомассы запаса по продукционной модели

Изменение биомассы северного одноперого терпуга в ретроспективе по двум моделям представлено на рисунке 34. Обе модели демонстрируют качественно схожую динамику, однако, когортная модель дает существенно более низкую оценку запаса в терминальный год.

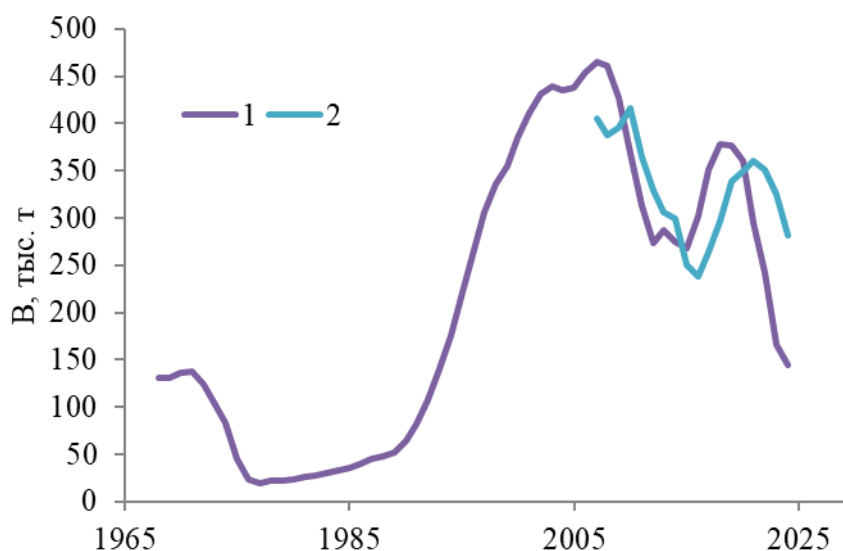


Рис. 34. Ретроспективная динамика биомассы запаса по когортной модели «Синтез» (1) и продукционной модели Шефера с фильтром Калмана (2)

Промысел. Промысловое освоение запасов терпуга было начато с обнаружением его скоплений у южной оконечности о-ва Парамушир весной 1968 г. Примерно в это же время значительные концентрации терпуга были локализованы в Авачинском заливе. Несколько позднее районы лова распространились на тихоокеанский шельф о-вов Парамушир и Онекотан, а затем и юго-восточной Камчатки. Основным способом лова был донный траловый.

Довольно значительные величины годового вылова на начальном этапе развития промысла у берегов Камчатки (около 1,2 тыс. т) и Северных Курил (18,0 тыс. т) резко пошли на убыль после 1975 г. (рис. 35). Затем, вплоть до начала 1990-х гг., их величина в первом не превышала 0,2 тыс. т, а во втором — 2,4 тыс. т.

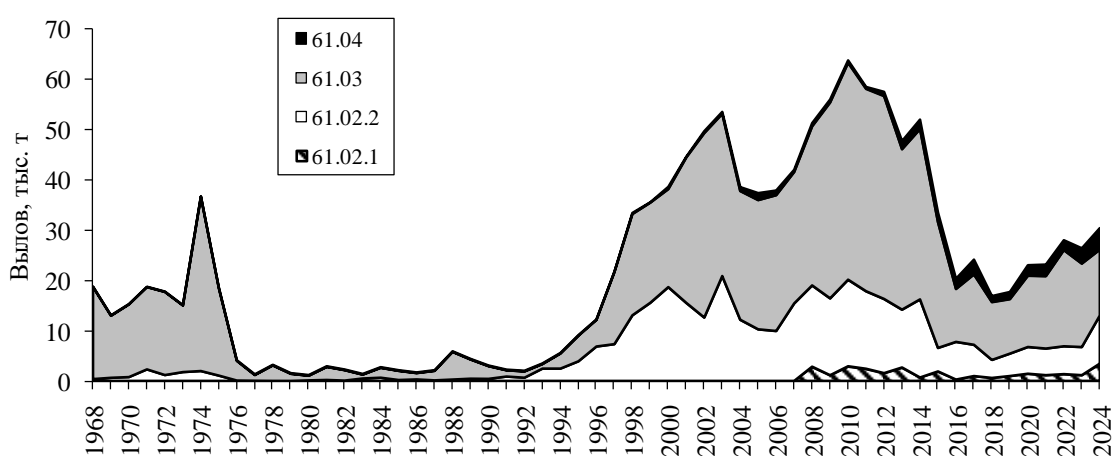


Рис. 35. Многолетняя динамика годовых уловов северного одноперого терпуга курило-камчатской популяции в водах тихоокеанского побережья Камчатки и Курильских о-вов

Современный этап развития промысла терпуга в тихоокеанских водах Камчатки и северных Курильских о-вов берёт свое начало примерно с 1992 г. Если во второй половине 1990-х гг. у побережья Камчатки добывали в среднем 2,0 тыс. т, а у Северных Курил — 2,4 тыс. т, то с 1996 г. эти показатели стали возрастать, достигнув в 2006–2010 гг. 14,8 и 33,4 тыс. т, соответственно. Пик добычи пришелся на 2010 г., когда совокупный вылов по всем районам составил 63,6 тыс. т, после чего уловы постепенно пошли на убыль.

В период развития промысла отмечены изменения, связанные как с его структурой, так и с освоением новых локальных участков, пригодных для облова скоплений терпуга. В середине 1990-х гг. в Авачинском и Кроноцком заливах интенсифицировался снюрреводный промысел терпуга, его доля в отдельные годы превышала половину от годового вылова по этому району.

Начиная с 1993 г., получил развитие японский траловый лов терпуга у Северных Курил и юго-восточной Камчатки в рамках межправительственных соглашений. Впоследствии, технику глубоководного промысла терпуга по примеру японских рыбаков на аналогичных траулерах переняли некоторые

российские предприятия, которые теперь являются наиболее успешными в данном сегменте. Именно такими судами с 2002 г. была налажена добыча этого вида на самом северном участке Петропавловско-Командорской подзоны (на траверзе м. Камчатский), а затем и в юго-западной части Берингова моря.

Примерно с 2004 г. имеется статистика по уловам северного одноперого терпуга в Южно-Курильской зоне. Это довольно локальный участок, прилежащий с запада к прол. Буссоль, включающий в себя узкий участок шельфа и сваловую область вокруг о-вов Черные Братья, Броутона и северо-восточную оконечность о-ва Уруп. Предположительно, формирование промысловых скоплений терпуга в этом районе было обусловлено расширением нагульного и нерестового ареала, произошедшего в связи с ростом запасов в 2000-е гг. Ранее этот район промыслового значения не имел, хотя участок, прилегающий к о-ву Симушир, расположенный через прол. Буссоль напротив о-ва Уруп, является традиционным местом добычи данного вида.

Таким образом, следует заключить, что современный промысел терпуга протекает на обширной акватории и, очевидно, основан на разных функциональных частях ареала популяции.

За последнее десятилетие максимальный общий вылов в Курило-Камчатском районе отмечен в 2015 г., а минимальный — в 2018 г. (табл. 4). Общий вылов в 2023 г. составил 26,570 тыс. т при ОДУ, равном 26,18 тыс. т. Превышение совокупной рекомендованной величины (на 1,5%) произошло вследствие перелома таковой, установленной для Южно-Курильской зоны более чем в 1,5 раза. Предполагаем, что подобное явление обусловлено единым значением ОДУ для северного и южного терпугов в целом по данному району. В связи с этим промысел первого вида беспрепятственно могли вести за счёт установленной величины для второго, которая на 2023 г. составляла 2,0 тыс. т. В 2024 г. в Курило-Камчатском районе при ОДУ равном 48,96 тыс. т добыто 30,401 тыс. т или 62,1%. При этом обращает на себя внимание низкое освоение ОДУ в Северо-Курильской зоне (51,2%).

Хорошо известно, что добыча основных промысловых видов рыб подвержена сезонной динамике, вследствие особенностей распределения особей в течение года, гидрометеорологических условий в районе добычи и т.д. В этом отношении терпуг не является исключением. В Карагинской подзоне в 2024 г. пик промысла пришелся на ноябрь, а наиболее результативный лов отмечался также в марте и декабре (рис. 36). В Петропавловско-Командорской подзоне наибольшая интенсивность промысла наблюдалась в феврале–марте и ноябре–декабре с пиком в марте. Следует заметить, что сезонность промысла не всегда постоянна. Так, в Петропавловско-Командорской подзоне в 2020 г. пик добычи приходился на апрель и август, а в 2021 г. — январь.

Таблица 4

**Межгодовая динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ северного одноперого терпуга
курило-камчатской популяции**

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение, %
1	2	3	4
Карагинская подзона*			
2015	5,00	1,895	37,9
2016	3,00	0,270	9,0
2017	3,00	0,969	32,3
2018	0,60	0,596	99,3
2019	1,00	0,977	97,7
2020	1,50	1,434	95,6
2021	1,20	1,156	96,3
2022	1,39	1,355	97,5
2023	1,18	1,147	97,2
2024	4,76	3,455	72,6
Петропавловско-Командорская подзона			
2015	18,00	4,674	26,0
2016	17,05	7,932	46,5
2017	11,40	6,896	60,5
2018	4,20	3,817	90,9
2019	5,10	4,877	95,6
2020	6,40	6,102	95,3
2021	6,20	5,785	93,3
2022	6,40	5,993	93,6
2023	6,50	5,875	90,4
2024	11,70	9,563	81,7
Северо-Курильская зона			
2015	42,00	25,018	59,6
2016	37,75	10,591	28,1
2017	25,30	15,098	59,7
2018	14,50	12,231	84,4
2019	12,80	11,609	90,7
2020	15,40	14,379	93,4
2021	15,40	14,783	96,0
2022	21,60	19,210	88,9
2023	16,70	16,305	97,6
2024	25,60	13,110	51,2
Южно-Курильская зона**			
2015	—	2,252	—
2016	4,00	2,486	62,2
2017	4,00	3,155	78,9
2018	1,00	1,275	127,5
2019	1,80	1,519	84,4
2020	1,90	2,358	124,1
2021	2,20	2,648	120,4
2022	2,00	2,218	110,9
2023	1,80	3,243	180,2
2024	6,90	4,273	61,9

1	2	3	4
Все районы			
2015	65,00	33,839	52,1
2016	61,80	21,279	34,4
2017	43,70	26,118	59,8
2018	20,30	17,919	88,3
2019	20,70	18,982	91,7
2020	25,20	24,273	96,3
2021	25,00	24,372	97,5
2022	31,39	28,776	91,7
2023	26,18	26,570	101,5
2024	48,96	30,401	62,1

* – включая вылов у м. Олюторский в пределах подзоны 61.02.1; ** – вылов у о-ва Уруп в Южно-Курильской зоне до 2016 г. в прогнозах ОДУ северного одноперого терпуга для данного района отдельно не определяли

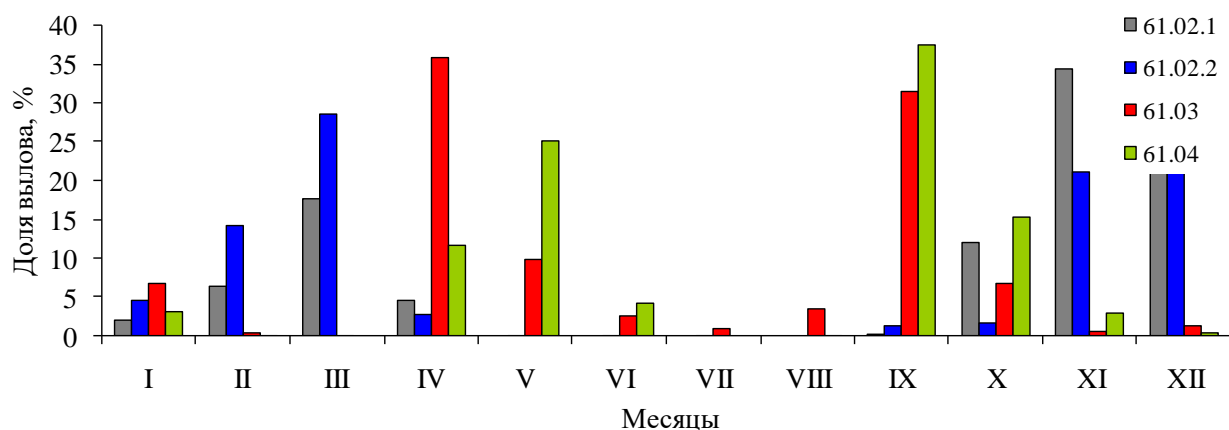


Рис. 36. Сезонная динамика вылова северного одноперого терпуга у побережья Камчатки и Курильских о-вов в 2024 г.

В Северо-Курильской зоне в 2024 г. основной промысел терпуга был приурочен к апрелю–маю и сентябрю. Пик наблюдался в апреле. В достаточно близкие сроки специализированный лов вели и в Южно-Курильской зоне (рис. 36). Вместе с тем высокие показатели уловов осенью несколько не вписываются в традиционные периоды ведения промысла терпуга. В это время обычно происходит спад интенсивности лова в связи с нерестом рыб на мелководье, который длится с июня по сентябрь [Золотов, 1984; Золотов и др., 2015]. Наличие существенных уловов у Курильских о-вов в сентябре, вероятно, указывает на то, что окончание икрометания у этого вида в терминальном году происходило в более раннее время, как это наблюдалось и в 2023 г.

Как отмечалось выше, одной из характерных особенностей биологии северного одноперого терпуга является его выраженная стенобионтность по

отношению к открытым морским участкам дна с активной динамикой вод, сильной расчлененностью рельефа, резкими перепадами глубин и скально-каменистыми грунтами. В связи с этим, основные места промысла приурочены либо к далеко выступающим мысам у восточного побережья Камчатки, либо к многочисленным проливам Курильской островной дуги [Золотов и др., 2015] (рис. 37).

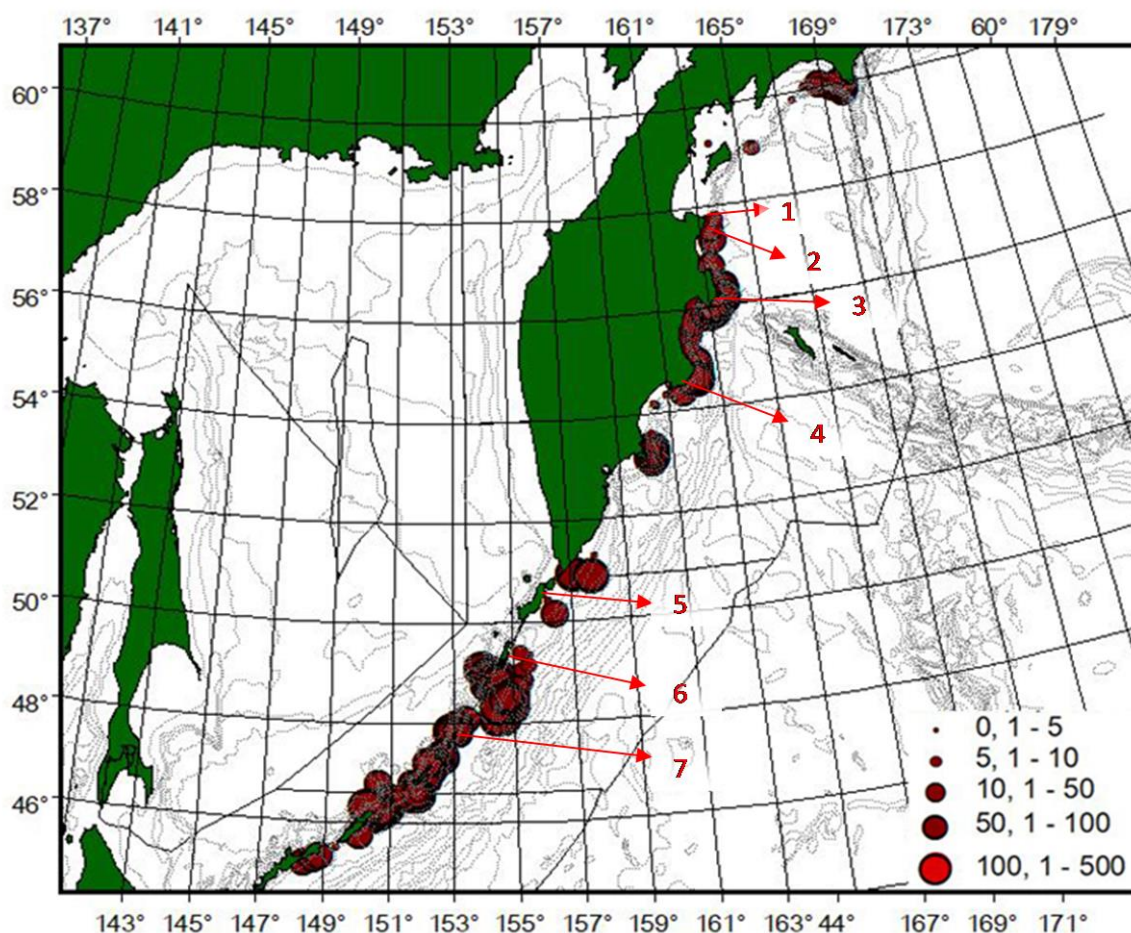


Рис. 37. Пространственное распределение промысловых уловов за промысловую операцию (т) северного однопёрого терпуга в 2024 г.: 1 - м. Африка, 2 - м. Камчатский, 3 - м. Кроноцкий, 4 - м. Шипунский, 5 – о-в Парамушир, 6 – о-в Онекотан, 7 – о-в Расшуа

В 2024 г. во всех рыбопромысловых районах, как и в прошлые годы, доминировал траловый промысел, преимущественно донный (табл. 5). Это объясняется как описанными выше особенностями биологии терпуга, так и отсутствием близкорасположенных пунктов сдачи и переработки уловов. В результате, промысел ведут в основном среднетоннажные суда различной автономности.

Важнейшими характеристиками промысла облавливаемых популяций гидробионтов являются улов на единицу усилия (*CPUE*) и их количество у судов, обеспечивающих основной вылов. Предполагается, что динамика этих показателей косвенно характеризует состояние запасов. Не случайно эти сведения нередко используют для настройки в математических моделях.

Таблица 5

Доли вылова терпуга по рыбопромысловым районам и орудиям лова в 2024 г.

Подзона/зона	Донный трал	Снюрревод	Р/гл. трал	Прочие	Вклад района в общий вылов, %
Карагинская подзона	98,8	1,2	0,0	0,0	11,4
Петропавловско-Командорская подзона	89,1	1,8	9,0	0,0	31,0
Зона Северо-Курильская	98,8	0,5	0,6	0,2	43,4
Зона Южно-Курильская	98,1	0,6	1,2	0,1	14,1

В последнее десятилетие одними из основных добытчиков при ведении специализированного донно-тралового промысла терпуга в Северо-Курильской зоне были суда японской постройки типа «Хокутэн-сэн», которые согласно ОСМ классифицируются как СРТМ несерийные. Из данных, представленных в таблице 6, видно, что вышеупомянутые параметры весьма существенно варьировали по годам. Обращает на себя внимание, что в 2020–2024 гг. средний улов на судосутки судов типа СРТМ был примерно на одном уровне (27,2–31,0 т/судосутки), при этом в 2020 г. средний улов на траление с 21,4 т к 2024 г. снизился до 14,6 т, т.е. почти в 1,5 раза. В то же время количество тралений в 2024 г. по сравнению с 2020 г. возросло в 1,9 раза. Таким образом, и среднесуточный вылов, и общий вылов на фоне снижения уловов на траление поддерживался только за счет увеличения количества промысловых операций, что косвенно свидетельствует о снижении запасов.

Таблица 6

Межгодовая динамика основных промысловых показателей судов СРТМ несер. при ведении специализированного лова терпуга донным тралом в Северо-Курильской зоне

Год	Вылов, т	Кол-во судосуток	Кол-во тралений	Ср. улов, т/судосутки	Ср. улов, т/траление
2015	6222	529	946	11,8	6,6
2016	1336	215	378	6,2	3,5
2017	3523	247	318	14,3	11,1
2018	5159	214	297	24,1	17,4
2019	4161	174	197	23,9	21,1
2020	6069	214	284	28,4	21,4
2021	5791	187	308	31,0	18,8
2022	9062	299	587	30,3	15,4
2023	7725	251	432	30,8	17,9
2024	7869	289	540	27,2	14,6
Среднее	5692	262	429	22,8	14,8

В 2024 г. размерно-возрастной состав терпуга в промысловых уловах донного трала в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах, а также в Северо-Курильской зоне был достаточно сходен. Основу уловов

составляли 4–8-годовалые рыбы длиной от 33 до 41 см. В Южно-Курильской зоне преобладали особи 7–11 лет размерами 41–46 см (рис. 38).

По ограниченным данным (промерено 84 экз.), в уловах снюрревода у Северных Курил доминировал терпуг размерами 36–40 см (54,8%). Возраст рыб модальной группы варьировал от 5 до 8 лет (рис. 39).

Итоговый возрастной состав терпуга в 2024 г., как и в прошлые годы, получили путем суммирования возрастных составов по районам с учетом вылова в количественном выражении (рис. 40).

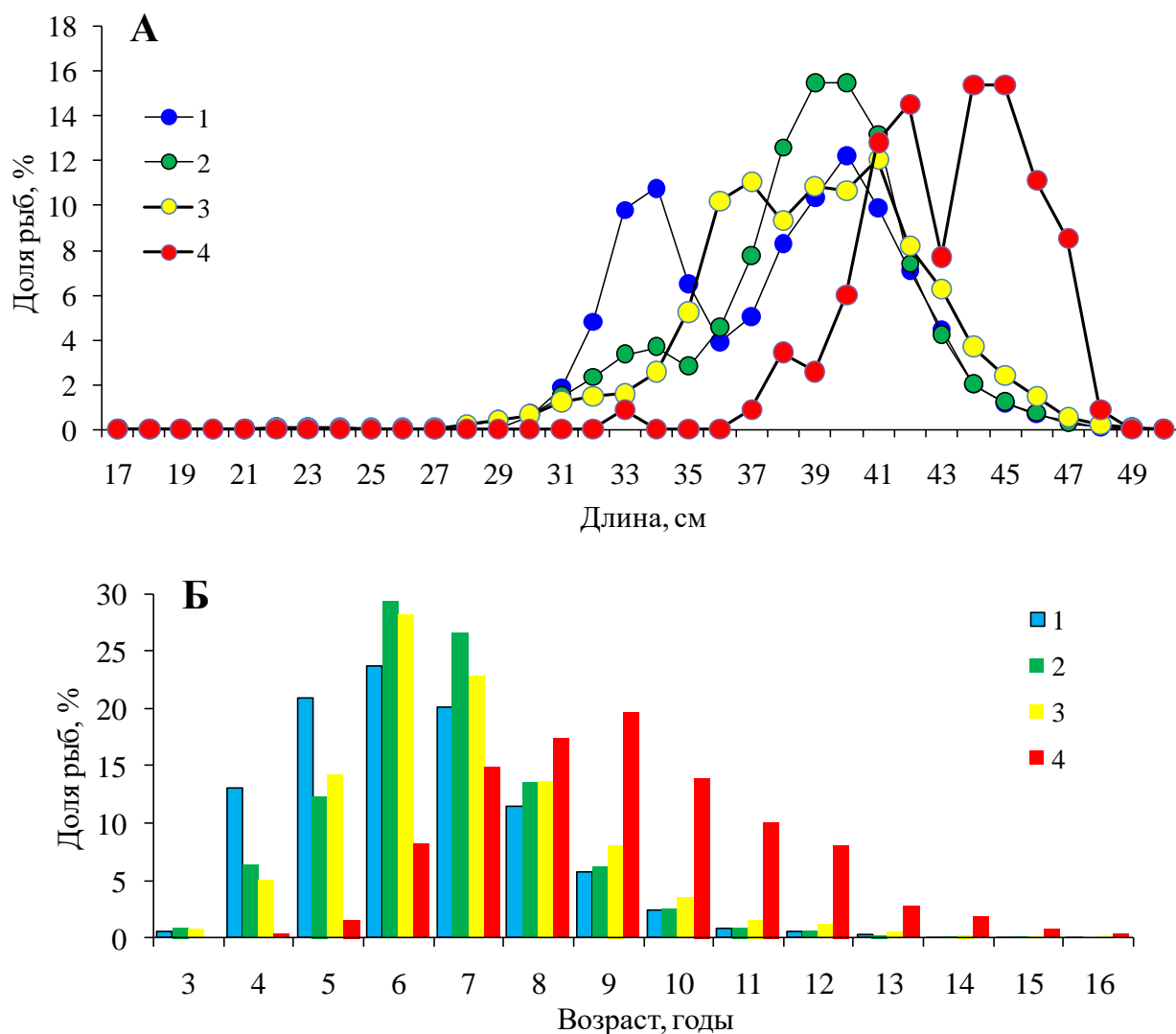


Рис. 38. Размерный (А) и возрастной (Б) состав терпуга в уловах донного трала в 2024 г.: 1 — Карагинская подзона ($n = 2155$ экз.; $M = 37,2$ см и 5,8 лет), 2 — Петропавловско-Командорская подзона ($n = 3774$ экз.; $M = 38,2$ см и 6,2 лет), 3 — Северо-Курильская зона ($n = 7108$ экз.; $M = 38,4$ см и 6,3 лет); 4 — Южно-Курильская зона ($n = 117$ экз.; $M = 42,7$ см и 8,6 лет)

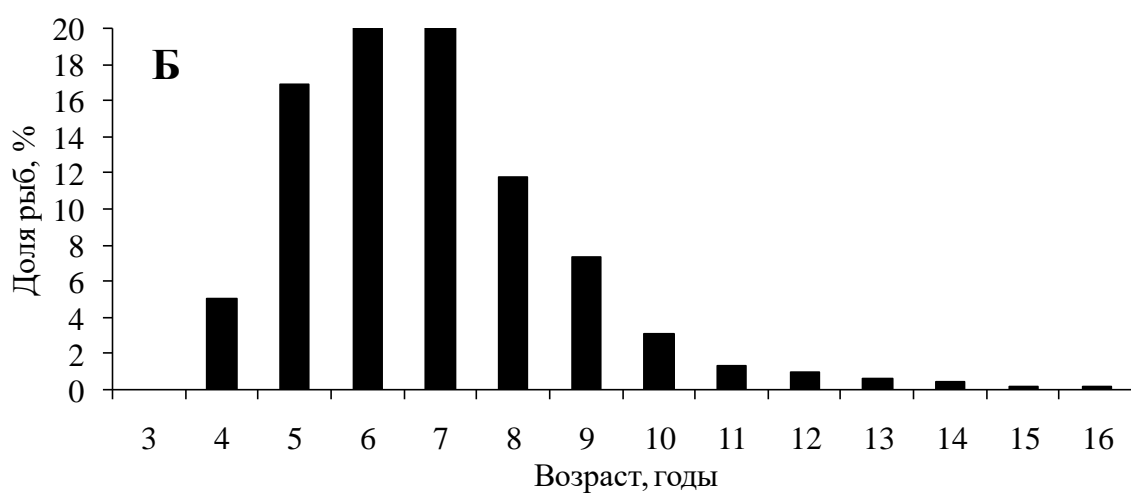
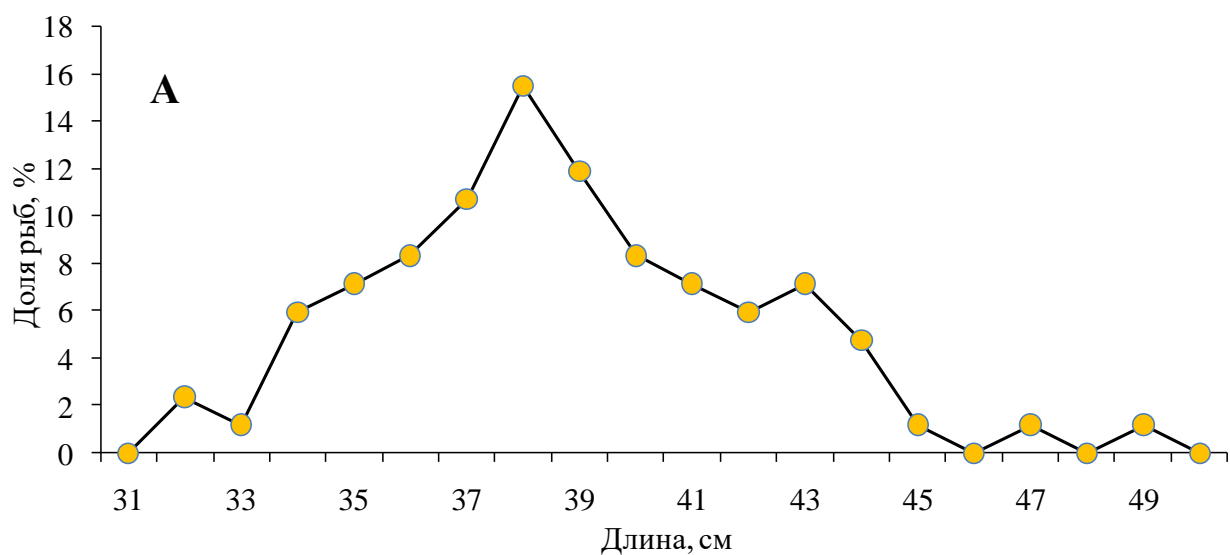


Рис. 39. Размерный (А) и возрастной (Б) состав терпуга в уловах снюрревода в Северо-Курильская зоне в 2024 г. ($n = 84$ экз.; $M = 38,3$ см и 6,3 лет)

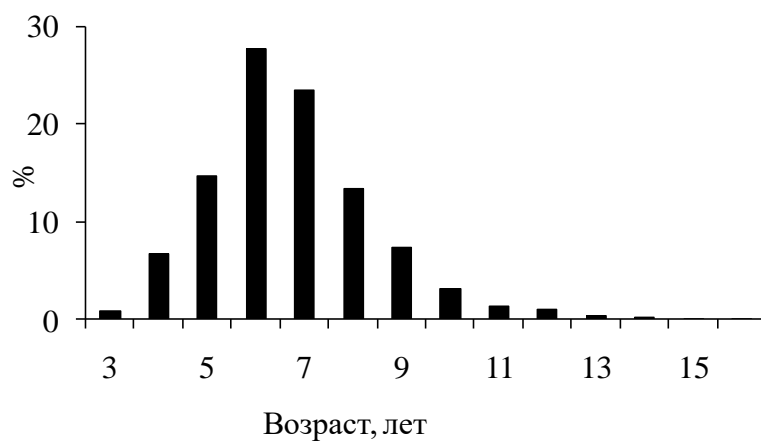


Рис. 40. Итоговый возрастной состав терпуга курило-камчатской популяции в промысловых уловах в 2024 г.

В целом основу промысловых уловов в период с 2015 по 2024 гг., как правило, составляли 6-годовалые особи (рис. 41).

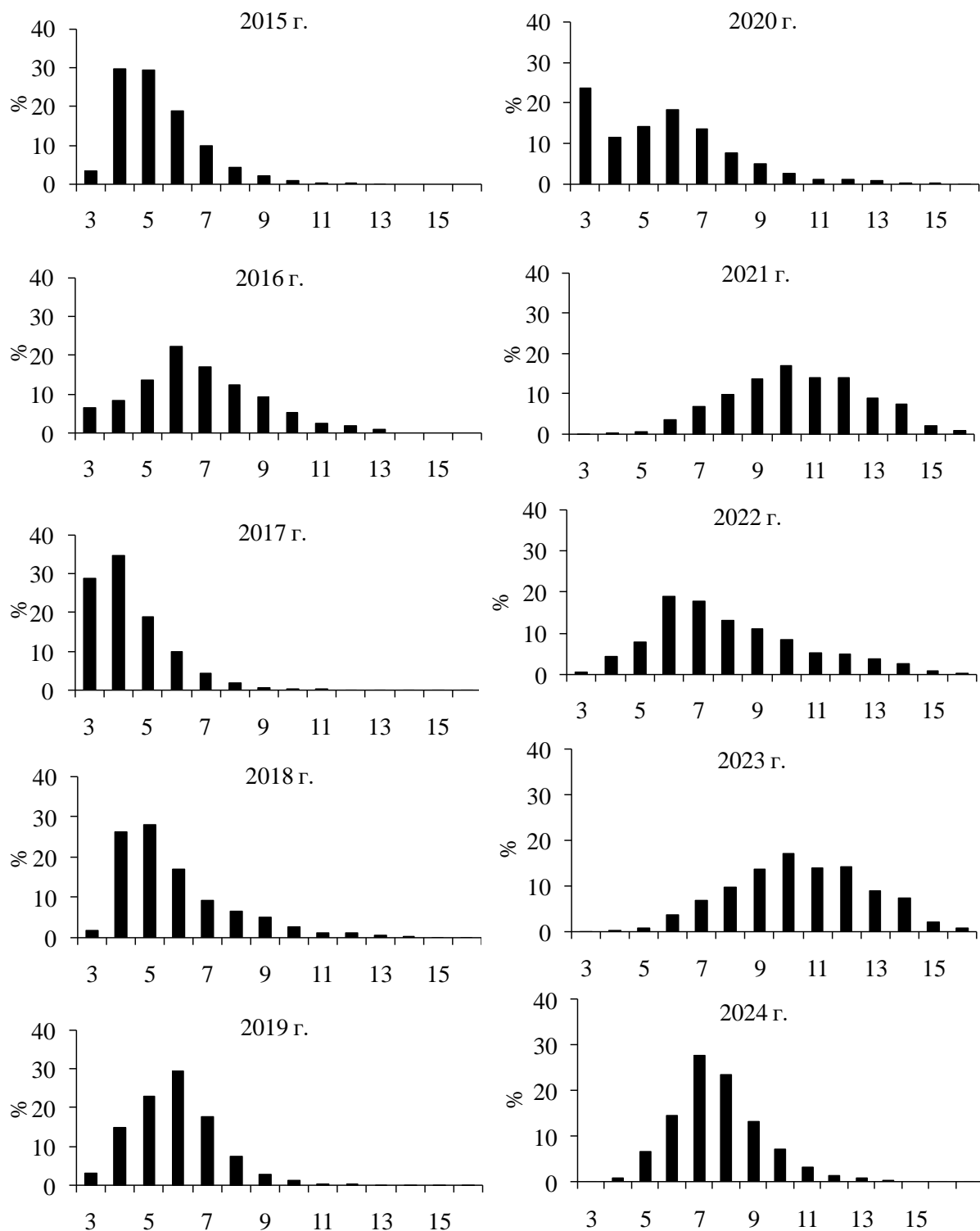


Рис. 41. Межгодовая динамика возрастного состава терпуга курило-камчатской популяции в промысловых уловах

Такая ситуация была характерна для 2016, 2019 и 2021–2022 гг. В 2015–2016 гг. промысел основывался на особях генераций 2010 и 2011 гг. В дальнейшем рыбы этих поколений элиминировали и перестали играть

существенную роль в добыче терпуга. Стоит отметить, что именно в это время регистрировался низкий приток 3-годовиков, доля которых варьировала от 3,5 до 6,5% (рис. 41).

Весьма необычным оказался возрастной состав терпуга в промысловых уловах в 2017 г. Основу составляли рыбы в возрасте 4 года (34,8%), а на втором месте были 3-годовалые особи (28,8%). Это объясняется тем, что происходило смещение рыболовного флота к репродуктивной части ареала, расположенной в водах Средних Курил.

Как в 2018, так и в 2019 гг. промысел этого вида базировался на рыбах тех же поколений 2013–2014 гг.: 4–5 (54,3%) и 5–6 лет (52,2%), соответственно. Однако в 2020 г. наблюдалась несколько иная картина. Помимо терпуга этих поколений, существенной численности в промысловых уловах достигали особи генерации 2017 г. возрастом 3-х лет (23,6%). Подобное явление объясняется тем, что промысловые суда продолжали наиболее активно облавливать терпуга в его репродуктивной части ареала — на подводном поднятии северного звена внешнего хребта Курильской гряды (т.н. «плато») и его свальной области, а также на траверзе о-вов Кетой и Симушир.

В 2021–2022 гг. промыслом изымались рыбы практически одних и тех же поколений возрастом 6–9 и 6–10 лет (78,1 и 60,9%, соответственно) (рис. 41). Однако наличие терпуга возрастом 4 лет в 2021 г. было несущественным (0,6%), а 3-летние особи вовсе отсутствовали. В терминальном году зафиксирована идентичная ситуация — доля 3–4-годовиков оказалась очень мала и составила менее 0,5%. Данное явление, вероятно, объясняется не столько низкой численностью этих поколений, сколько отсутствием данных из прикамчатских вод, а также района подводного поднятия, расположенного юго-восточнее о-ва Шиадок, и средних о-вов Курильской гряды, где нагуливается основная часть молоди терпуга после смены пелагического образа жизни на донный.

В последние годы возрастной состав значительно изменялся. Так, если в 2023 г. в уловах доминировали особи 9–12 (59,0%), то в 2024 г. — 6–9 (79,0%) лет. В значительной степени это объясняется малым количеством данных, собранным в 2023 г.

Определение биологических ориентиров

Биологические ориентиры управления для когортной модели были определены в 2017 г., они остались неизменными и в настоящем обосновании.

В качестве целевого ориентира по промысловой смертности F_{tr} по методу Шепарда и Сиссенвайна [Sissenwine, Shepherd, 1987] был определен биологический ориентир $F_{msy} = 0,297$ 1/год (рис. 42) [Бабаян, 2000].

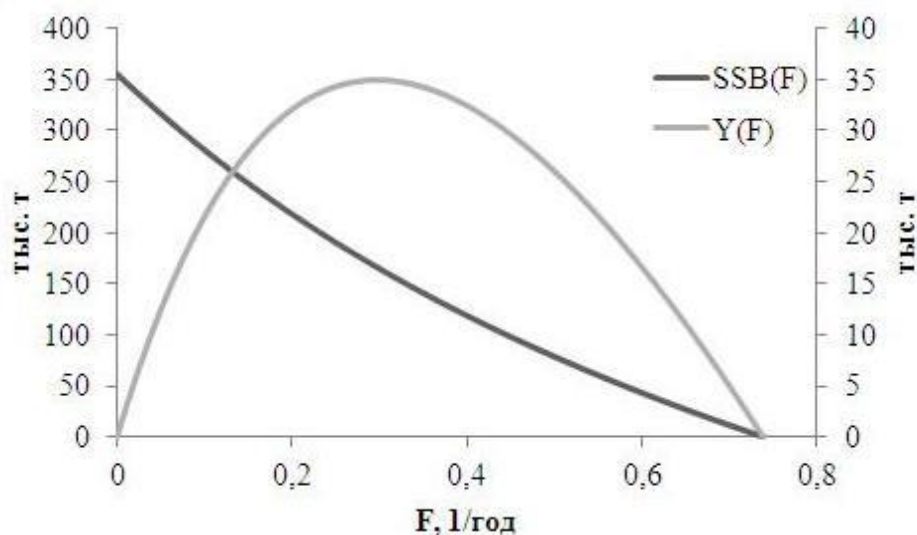


Рис. 42. Кривые равновесной биомассы и равновесного улова

Граничный ориентир по промысловой смертности (F_{lim}) определен по методу Кадди [Caddy, 1998] на уровне 0,57 1/год.

Величину F_0 , резервирующую объем НИР, приняли равной $0,1 \times F_{tr} = 0,0297$ 1/год.

Целевой ориентир управления по нерестовой биомассе ($B_{msy} = 165,3$ тыс. т) определен как значение равновесной биомассы, соответствующее промысловой смертности F_{tr} (рис. 42).

В качестве граничного ориентира по нерестовой биомассе B_{lim} выбран биологический ориентир B_{loss} [Бабаян, 2000], равный наименьшей оценке величины нерестового запаса за ретроспективный период с учетом неопределенности: $B_{lim} = 18,9$ тыс. т.

Исходя из оценок параметров продукционной модели с фильтром Калмана, значение целевого ориентира по биомассе составит $B_{msy} = 0,5 \times K = 325,8$ тыс. т, по промысловой смертности — $F_{msy} = 0,5 \times r = 0,102$. Значение граничного ориентира будет равно $B_{lim} = 0,2 \times K = 130,3$ тыс. т.

Указанные ориентиры управления согласуются с существующей практикой [Quinn, Deriso, 1999].

Обоснование правила регулирования промысла

Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], обосновали правило регулирования промысла (ПРП) курило-камчатского терпуга, цель которого — вывод запаса на уровень высокой продуктивности, соответствующий B_{tr} , и последующая его эксплуатация на этом уровне с постоянной интенсивностью, равной F_{tr} . Схема ПРП представлена на рисунке 43.

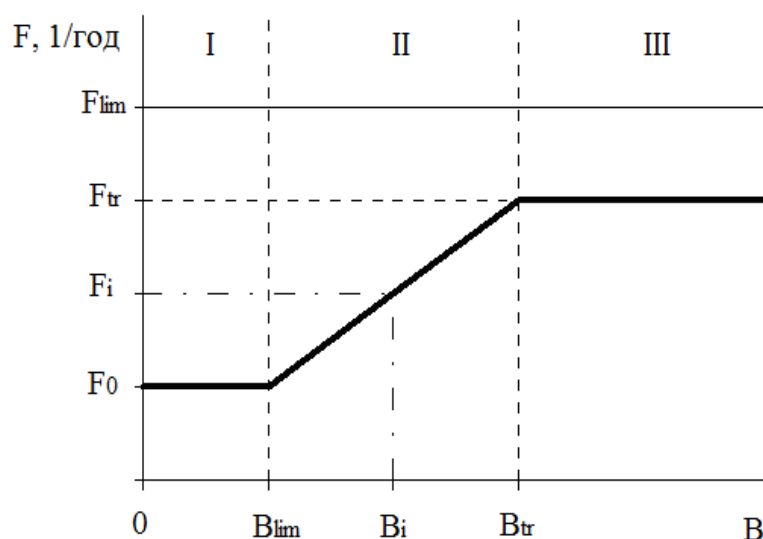


Рис. 43. Схема правила регулирования промысла терпуга курило-камчатской популяции

Аналитическая форма ПРП имеет вид:

$$Frec_i = F_0, \text{ при } B_i < B_{lim},$$

$$Frec_i = (F_{tr} - F_0)(B_i - B_{lim}) / (B_{tr} - B_{lim}) + F_0, \text{ при } B_{lim} < B_i < B_{tr},$$

$$Frec_i = F_{tr} = const, \text{ при } B_i > B_{tr}.$$

Прогнозирование состояния запаса

Для прогнозирования запаса на 1–2 года вперед использовали те же значения МКЕС, среднемноголетнюю среднюю массу и долю половозрелых рыб по возрастам, что и в ретроспективе. Коэффициент промысловой смертности в 2025 г. ($F=1,35 \text{ год}^{-1}$) соответствует ОДУ, равному 47,7 тыс. т.

В качестве пополнения запаса терпуга на прогнозный период приняли среднюю за последние 10 лет численность 3-годовиков. По прогнозам, в 2025–2026 гг. она составит около 180,6 млн экз.

С помощью обращенной вперед когортной процедуры оценили величину запаса на 2 года вперед (табл. 7). При прогнозируемой величине пополнения и установленной величине ОДУ на 2025 г. запасы северного однопёрого терпуга в ближайшие 2 года значительно снизятся. На начало 2026 г. биомасса общего запаса составит 135,9 тыс. т, нерестового — 56,1 тыс. т. Последняя величина существенно ниже B_{tr} .

Медианная оценка биомассы запаса терпуга курило-камчатской популяции на начало 2026 г. по продукционной модели составит 271,0 тыс. т, что также ниже B_{tr} .

В целом, когортная модель прогнозирует гораздо более значительное снижение запаса к 2026 г.

Таблица 7

Оценки численности и биомассы северного однопёрого терпуга в возрасте 3 года и старше в 2024–2026 гг.

	Возраст рыб, лет											Всего
2024	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Численность на начало года, млн экз.	147,29	24,96	15,52	9,65	28,49	21,42	16,42	17,03	8,23	3,80	2,29	295,1
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,010	0,039	0,121	0,231	0,289	0,306	0,310	0,311	0,311	0,311	0,311	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,68	0,68	0,64	0,57	0,54	0,53	0,52	0,52	0,51	0,50	0,50	
Средняя масса рыб, кг	0,212	0,401	0,547	0,667	0,768	0,856	0,933	1,002	1,065	1,122	1,174	
Биомасса на начало года, тыс. т	31,23	10,01	8,49	6,43	21,88	18,33	15,32	17,07	8,77	4,26	2,69	144,5
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	2,84	3,06	5,58	5,75	21,31	18,22	15,30	17,07	8,77	4,26	2,69	104,9
2025												
Численность на начало года, млн экз.	180,62	100,07	17,00	9,86	5,53	15,42	11,36	8,61	8,82	4,19	1,89	363,4
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,041	0,167	0,525	1,000	1,252	1,327	1,345	1,349	1,350	1,350	1,350	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,66	0,60	0,42	0,27	0,21	0,19	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	
Средняя масса рыб, кг	0,212	0,401	0,547	0,667	0,768	0,856	0,933	1,002	1,065	1,122	1,174	
Биомасса на начало года, тыс. т	38,29	40,13	9,30	6,58	4,25	13,20	10,60	8,63	9,39	4,71	2,22	147,3
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	3,48	12,28	6,12	5,88	4,14	13,12	10,59	8,63	9,39	4,71	2,22	80,6
2026												
Численность на начало года, млн экз.	180,62	118,88	59,95	7,22	2,62	1,14	2,95	2,12	1,58	1,59	0,74	379,4
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,003	0,012	0,038	0,072	0,091	0,096	0,097	0,098	0,098	0,098	0,098	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,68	0,70	0,69	0,67	0,66	0,65	0,65	0,64	0,63	0,62	0,62	
Средняя масса рыб, кг	0,212	0,401	0,547	0,667	0,768	0,856	0,933	1,002	1,065	1,122	1,174	
Биомасса на начало года, тыс. т	38,29	47,67	32,79	4,82	2,01	0,98	2,75	2,12	1,68	1,78	0,87	135,8
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	3,48	14,59	21,58	4,30	1,96	0,97	2,75	2,12	1,68	1,78	0,87	56,1
ОДУ, тыс. т	0,10	0,49	1,04	0,29	0,15	0,08	0,22	0,17	0,13	0,14	0,07	2,9

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Биомасса нерестового запаса по когортной модели на начало 2026 г. составит 56,1 тыс. т, что соответствует режиму II (восстановление эксплуатируемого запаса) выбранной схемы управления промыслом (рис. 43). Согласно ПРП, рекомендуемое значение промысловой смертности будет равно 0,098 год⁻¹.

Величину ОДУ на прогнозный год рассчитывали следующим образом:

$$ОДУ_i = F_{req} \sum_{j=4_c}^T s_j w_j N_{i,j} \frac{1 - \exp[-(M_j + s_j F_{req})]}{M_j + s_j F_{req}} \quad [\text{Бабаян, 2000}], \text{ где:}$$

s_j — возрастные коэффициенты селективности,

w_j — масса особей,

M_j — мгновенные коэффициенты естественной смертности,

$N_{i,j}$ — численность j -ой возрастной группы,

F_{reqi} — рекомендуемое значение интенсивности промысла в i -й прогнозный год.

Согласно ПРП, по когортной модели величина возможного вылова северного одноперого терпуга курило-камчатской популяции в 2026 г. составит 2,9 тыс. т.

Медианная оценка биомассы запаса северного одноперого терпуга по продукционной модели на начало 2026 г. составит 271,0 тыс. т, что соответствует режиму II (восстановление эксплуатируемого запаса) выбранной схемы управления промыслом (рис. 43). Согласно ПРП, рекомендуемое значение промысловой смертности в 2026 г. будет равно 0,0736 год⁻¹, а величина возможного вылова — 19,9 тыс. т. Модельные плотности распределения биомассы и возможного вылова в 2026 г. приведены на рисунке 44.

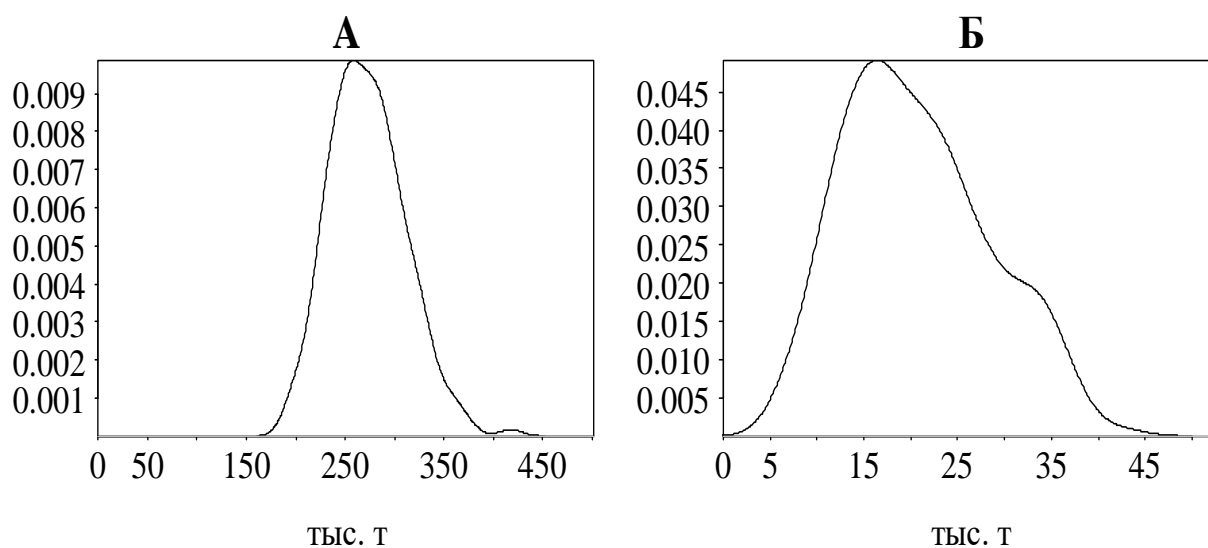


Рис. 44. Модельная плотность распределения биомассы (А) и возможного вылова (Б) терпуга в 2026 г. по продукционной модели

Анализ и диагностика полученных результатов

Аргументом в пользу избранной стратегии промысла могут служить результаты моделирования динамики запаса на длительный период времени (10 лет) при средней за последние 10 лет величине пополнения и рекомендуемой согласно ПРП интенсивности изъятия. Как видно из рисунков 45–46, при сделанных предположениях относительно пополнения и соблюдении ПРП, запас терпуга с 95% вероятностью не выйдет за биологически безопасные границы и будет постепенно восстанавливаться.

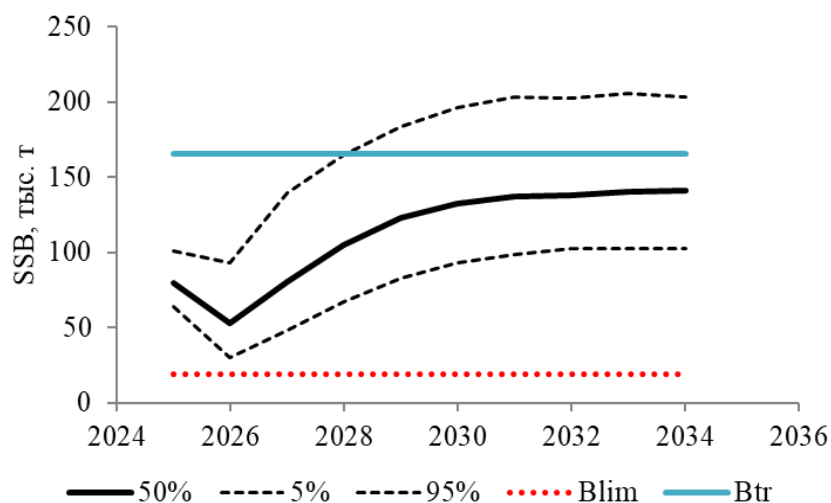


Рис. 45. Модельная динамика биомассы нерестового запаса терпуга при рекомендуемой согласно ПРП интенсивности изъятия

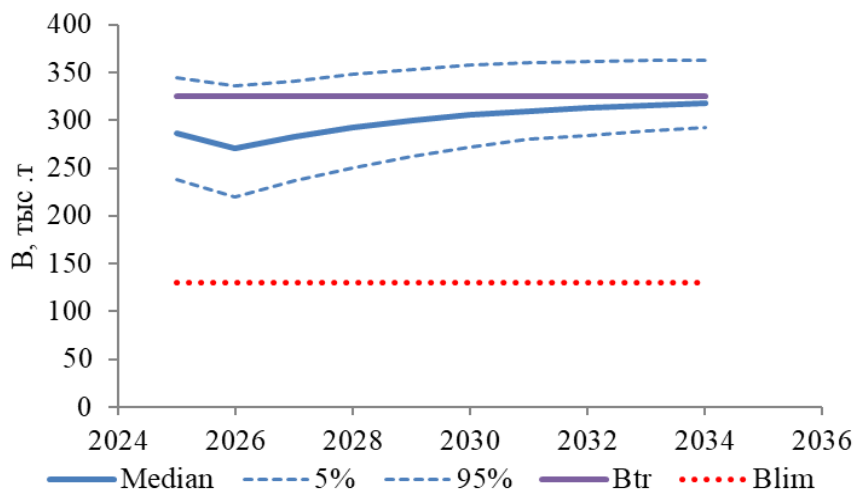


Рис. 46. Модельная динамика биомассы терпуга при рекомендуемой согласно ПРП интенсивности изъятия (продукционная модель)

Так как ОДУ прогнозируется с заблаговременностью 2 года, то необходимо просчитать вероятность нежелательных последствий принятой стратегии управления запасом северного однопёрого терпуга на 2 года вперёд, т.е. выполнить анализ рисков. Для этой цели в рамках

статистического имитационного моделирования методом Монте-Карло была оценена вероятность попадания запаса в опасную зону, как функция величины годового вылова в прогнозные годы: $P(SSB_{2027} < Blim | ODU_{2025}, ODU_{2026})$ и $P(F_{2026} > Flim | ODU_{2025}, ODU_{2026})$. Проведенный анализ (рис. 47) показал, что риск перелова по пополнению при рекомендуемой величине ОДУ северного одноперого терпуга 2,9 тыс. т равен нулю, а таковой по росту не превышает рекомендованного уровня $\alpha=0,1$ [Бабаян, 2000]. На основании результатов имитационного моделирования заключаем, что нет оснований отказаться от действующей стратегии управления промыслом.

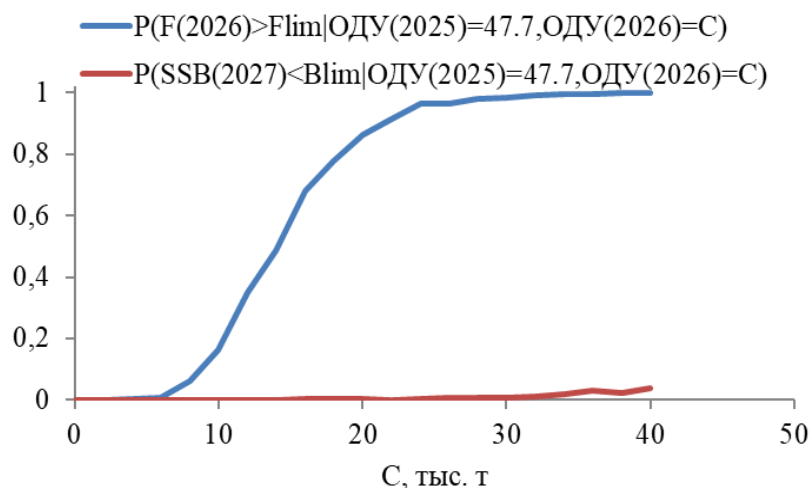


Рис. 47. Анализ рисков наступления неблагоприятных последствий для запаса северного одноперого терпуга в 2025-2026 гг.

Окончательный вид ПРП с указанной траекторией запаса, включающей период времени с 2011 по 2024 гг. и ближайшую перспективу (5 лет), представлен на рисунках 48–49.

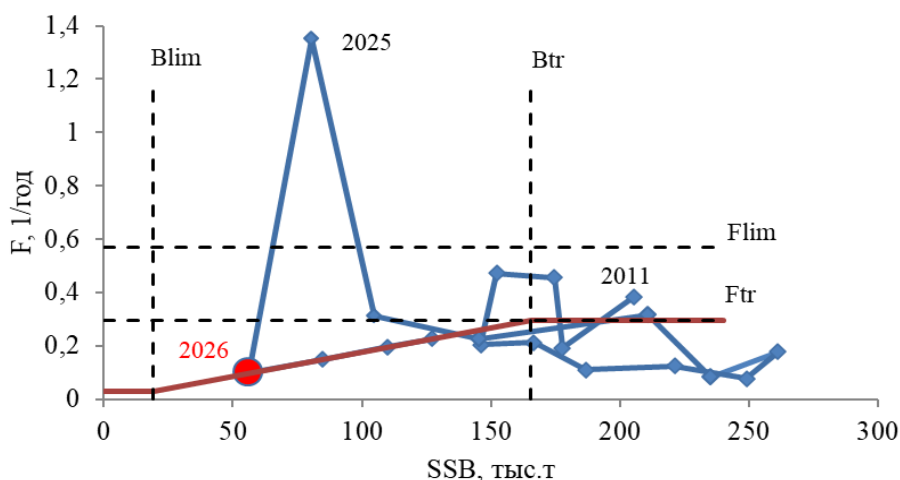


Рис. 48. Реализация правила регулирования промысла терпуга Курило-Камчатской популяции (когортная модель)

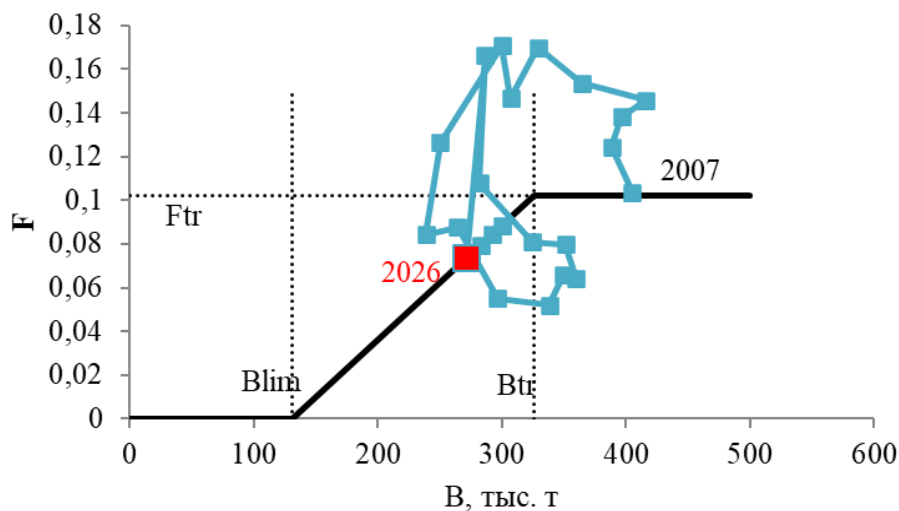


Рис. 49. Реализация правила регулирования промысла терпуга Курило-Камчатской популяции (продукционная модель)

В качестве базовой оценки ОДУ предлагается использовать величину, полученную по продукционной модели с фильтром Калмана, т.е. 19,9 тыс. т, поскольку она наиболее близка к вылову в последние 10 лет (табл. 4).

Перераспределение полученного значения между рыбопромысловыми районами осуществляли путём осреднения за последние 10 лет относительного вылова от общих показателей. За 2015–2024 гг. для Карагинской подзоны он составлял 5,2%, для Петропавловско-Командорской — 24,4%, а в Северо-Курильской и Южно-Курильской зонах — 60,3 и 10,1% соответственно. Таким образом, ОДУ терпугов в 2026 г. составит:

- в Карагинской подзоне с учетом величины олюторской группировки северного одноперого терпуга составит 1,085 тыс. т;
- в Петропавловско-Командорской подзоне — 4,900 тыс. т;
- в Северо-Курильской зоне — 12,000 тыс. т.
- в Южно-Курильской зоне — 2,000 тыс. т (северный одноперый терпуг).

Южный одноперый терпуг (*Pleurogrammus azonus*)

61.04 - Зона Южно-Курильская

Исполнители: Ким Сен Ток, И.Н. Мухаметов («СахНИРО»)

Куратор: Г.Ю. Головатюк (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Исходным материалом для настоящего прогноза послужили биостатистические данные, собранные сотрудниками «СахНИРО» из донных траловых уловов в период научно-исследовательских рейсов, выполненных

на шельфе Южных Курил, а также информация, собранная из уловов донными сетями японским кооперативом пос. Раусу в Кунаширском проливе.

Для оценки запасов южного одноперого терпуга в работе использован ряд архивных данных «СахНИРО» – по составу донных траловых уловов в период с 1977 по 2020 гг. и сетных уловов в период с 1998 по 2022 гг.

Информация по вылову и динамике уловов на усилия в 2003–2024 гг. в Южно-Курильской зоне получена на основании судовых суточных донесений (ССД) и промысловой статистики, представленной в Отраслевой системе мониторинга (ОСМ) Росрыболовства.

Информация по промыслу южного одноперого терпуга на северном шельфе о-ва Хоккайдо и его численности в 1985–2013 гг. получена в ходе 47-ой традиционной встречи ученых «СахНИРО» и японских специалистов Департамента исследований рыбного хозяйства научно-исследовательской организации о-ва Хоккайдо (Hokkaido Research Organization, HRO). Последние данные по промыслу южного одноперого терпуга на северном шельфе о-ва Хоккайдо по 2023 г., включительно взяты с сайта Японского агентства по исследованиям и образованию в области рыболовства [FRA-sa2024].

В целом, согласно приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. №104, информационная обеспеченность прогноза соответствует I уровню.

Обоснование выбора методов оценки запаса

Имеющиеся многолетние данные по размерно-возрастному составу, годовому вылову, скорости полового созревания, естественной смертности, результатам учетных съемок позволяют производить оценку запасов южного одноперого терпуга с помощью когортных моделей, и проводить сопоставление с данными прямых учетов.

Для сравнения модельных оценок запаса с результатами прямых учетов, привлечены материалы донных траловых съемок на охотоморском и тихоокеанском шельфе южных Курильских о-вов в период с 1977 по 2020 гг., всего 13 съёмок. Исследования выполняли донными травами различных конструкций с горизонтальным раскрытием 18–29 м. Коэффициент уловистости был принят равным 0,4 [Борец, 1997].

Оценку биомассы по данным съемок выполняли площадным методом с использованием ГИС «КартМастер» [Бизиков и др., 2006]. Расчеты производились методом полигонов Вороного. Поскольку схемы съемок в разные годы несколько отличались, в соответствии с современными рекомендациями по оценке запасов гидробионтов [Буяновский, 2013], оценка производилась в пределах пяти единых оконтуренных полигонов, в диапазоне глубин 20–400 м (рис. 50). Использовали только те съемки, в которых исследованиями были охвачены все районы.

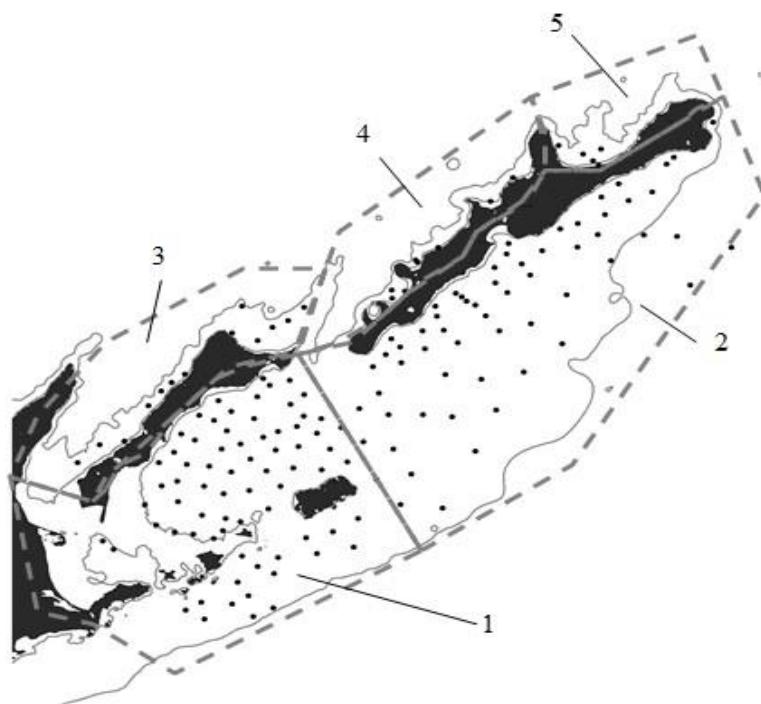


Рис. 50. Схема станций донной траловой съемки на НИС «Профессор Пробатов» в 2010 г. и районов, в пределах которых проводилась оценка биомассы южного одноперого терпуга Южных Курил. 1 – Южно-Курильский пролив и прилегающий шельф, 2 – тихоокеанский шельф о-ва Итуруп, 3 – охотоморский шельф о-ва Кунашир, 4 – охотоморский шельф о-ва Итуруп, 5 – зал. Простор

Расчеты численности и биомассы общего (TSB), промыслового (FSB) и нерестового (SSB) запаса южного одноперого терпуга, по данным промысловой статистики и размерно-возрастного состава ярусных и траловых уловов выполнены методом когортного анализа «Синтез» [Ильин и др., 2014].

Модель «Синтез» успешно используется с 2013 г. Она относится к числу статистических когортных моделей с сепарабельным представлением промысловой смертности, учитывает специфику рыбопромысловой статистики и позволяет получить детальное описание динамики возрастной структуры оцениваемого запаса. Имеет значительные черты сходства с такими общеизвестными моделями, как «CAGEAN» [Deriso et al, 1985], «ICA» [Patterson, 1994] и др. [Quinn and Deriso, 1999]. Алгоритм модели реализован в одноименной компьютерной программе, разработанной в «КамчатНИРО».

Решением рабочей группы по методам математического моделирования (РГМ), принятом в 2015 г., модель «Синтез» была включена в перечень моделей для использования в процедуре оценки запасов и ОДУ, наряду с моделями XSA, TISVPA и др., уже прошедшими тестирование и многолетнюю апробацию в рамках ИКЕС и других научных рыбохозяйственных организаций [Ильин и др., 2014]. С 2019 г. она рекомендована для оценки запасов приоритетных видов водных

биологических ресурсов отечественного рыболовства, к которым относится южный однопёрый терпуг [Методические рекомендации, 2018].

Принимая во внимание опыт использования данной модели, наличие собственного программного обеспечения, а также тот факт, что в 2016 г. она прошла тестирование и рекомендована РГМ для применения, в настоящем обосновании из перечня возможных моделей для оценки запаса и обоснования ОДУ выбрали модель «Синтез».

В качестве входной информации для модели использованы:

- матрица уловов (тыс. экз.) по возрастам (от 1 до 8 полных лет) и годам промысла (от 1977 до 2024 г.);
- среднегодовы значения массы (рис. 51), доли половозрелых рыб и доли рыб промыслового размера по возрастам, рассчитанные по данным полных биологических анализов (ПБА);
- мгновенные коэффициенты естественной смертности по возрастным группам.

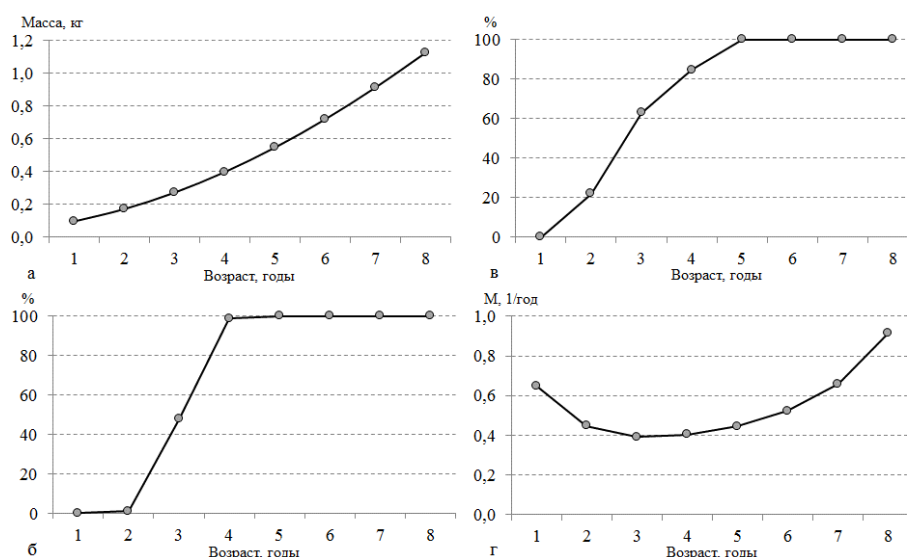


Рис. 51. Параметры, используемые при ретроспективной оценке биомассы южного одноперого терпуга Южных Курил методом ВПА. а – масса рыб по возрастным группам, б – доля половозрелых рыб, в – доля рыб, достигших промыслового размера (25 см, или более 28 см по АС), г – мгновенные коэффициенты естественной смертности

В качестве настроечных индексов для модели использовали стандартизированные по методу GLM (обобщенные линейные модели) уловы на единицу промыслового усилия (т/судосутки) различных типов судов в 2003–2024 гг., вооруженных разноглубинными, донными тралами, донными ярусами, снюрреводами, а также данные учетных траловых съемок о биомассе промыслового запаса (1977–2020 гг.).

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Запасы. Методы прямого учета. В свое время высказывались различные точки зрения о популяционной структуре южного одноперого терпуга, обитающего у о-ва Хоккайдо, южного побережья о-ва Сахалин и Южных

Курил: от существования большого числа локальных группировок [Kitakata et. al., 1967, цит. по: Ким, Бирюков, 2009], до обоснования единой популяции, воспроизводящейся в зоне влияния течений Цусимское и Соя от юго-западного о-ва Хоккайдо, до о-ва Монерон и Южных Курил [Иосици, 1956; Дудник, Золотов, 2000; Irie, 1986, цит. по Ким, 2004].

Собственно, существование нерестилищ южного одноперого терпуга в зал. Абасири, Кунаширском проливе и на охотоморском шельфе о-вов Кунашир и Итуруп сомнению не подлежит.

После выклева личинки сносятся от мест размножения потоками, входящими в циркуляционную систему юго-западной части Охотского моря, и нагуливаются в пелагиали вплоть до октября-ноября следующего года [Мельников, 1996]. Различия в размерном составе разных групп сеголеток, а также осенние миграции молоди южного одноперого терпуга через пр. Лаперуза в Японское море свидетельствуют о том, что юго-западная часть Охотского моря может являться районом нагула молоди не только охотоморского, но и япономорского происхождения [Дудник, Золотов, 2000].

По окончании нагульного периода подросшая молодь длиной 15–28 см концентрируется на обширном участке шельфа между зал. Анива и о-ва Хоккайдо и постепенно, по мере созревания, распределяется по близлежащим нерестилищам. Несмотря на то, что по данным мечения, отдельные активные рыбы могут совершать длительные миграции из Кунаширского пролива до прол. Лаперуза и до о-вов Рисири и Ребун, как правило, в дальнейшем, после созревания, миграции терпуга в ходе жизненного цикла носят локальный характер и ограничиваются перемещениями в водах, прилежащих к нерестилищам.

Об этом же свидетельствуют результаты мечения, приводимые А.Н. Вдовиным [1998], согласно которым средний радиус индивидуальной активности взрослых особей южного одноперого терпуга составляет около 60 км, а максимальный – порядка 660 км.

Принимая во внимание, что в современной отечественной практике прогнозирования определение ОДУ основывается на оценке промысловой и нерестовой биомассы; учитывая, что массовое созревание и достижение промысловых размеров (более 28 см по АС) южного одноперого терпуга происходит на третьем году жизни, а также учитывая, приведенные выше, миграционные особенности присущие виду, полагаем целесообразным отнести к одному локальному запасу особей, обитающих на охотоморском и тихоокеанском шельфе Южных Курил, малой Курильской гряды и в водах Кунаширского пролива.

Основой для оценки промысловой и нерестовой биомассы данного локального запаса могут быть как методы прямого учета, так и расчеты когортными методами на основе размерно-возрастной структуры уловов и вылова, в пределах указанной акватории. Видимо логично считать его лишь частью большой популяции, обитающей у о-ва Хоккайдо, учитывая при этом, что обмен особями, между лишь относительно изолированными частями

общей группировки, более вероятен на стадии сеголетка и молоди, чем для взрослых рыб.

Очевидно, что наибольшую неопределенность при таком подходе к определению ОДУ южного одноперого терпуга Южных Курил будет вносить оценка пополнения, поскольку молодь от собственного нереста в осенний период будет подвергаться прессингу японского промысла пелагическими тралами в скоплениях, смешанных с особями япономорского происхождения.

С другой стороны, видимо, возможна и обратная ситуация, связанная с миграцией части пополнения урожайных поколений от нереста у западного побережья о-ва Хоккайдо, с последующим оседанием на нерестилищах у Южных Курил.

Как уже было отмечено выше, в силу особенностей биологии терпуга, донные траловые съемки не являются оптимальным инструментом для определения его запасов. Более-менее адекватные оценки его биомассы по результатам траловых исследований «СахНИРО» были получены лишь считанное число раз. В остальных случаях расчетные величины составляли от нескольких десятков, до нескольких сотен тонн и, видимо, были обусловлены недоучетом старшевозрастных особей, распределявшихся на задеистых каменистых участках дна, недоступных для траловых обловов.

Максимальные оценки промысловой биомассы южного одноперого терпуга на шельфе Южных Курил были получены в 1977 и 2010 г. и составили 16,2 и 12,6 тыс. т, соответственно. Период наиболее подробных исследований пришелся на 2002–2011 гг., когда, с перерывами, было выполнено 10 съемок. В среднем за этот период промысловый запас оценивался на уровне 4,5 тыс. т. По результатам съемок 2018 и 2020 гг., биомасса южного одноперого терпуга как 3,45 и 3,35 тыс. т, соответственно.

Большую ценность о структуре запаса несут косвенные данные, полученные по результатам донных траловых съемок. На рисунке 52 представлено распределение общей и промысловой биомассы по различным участкам шельфа Южных Курил, полученное с учетом осредненной размерно-возрастной структуры уловов в каждом из этих районов (рис. 53, 54).

Метод когортного анализа. Многолетняя ретроспективная динамика нерестовой (*SSB*), общей (*TSB*) и промысловой биомассы, а также пополнения южного одноперого терпуга, по данным модельных расчетов, представлена на рисунках 55–57. После периода высокого уровня запасов в 1970-х гг., под влиянием естественных причин и промысла, нерестовая биомасса популяции снизилась и к середине 1980-х гг. достигла минимальных значений. Низкий уровень держался примерно одно десятилетие. Затем наметился рост запасов и в настоящее время он находится на относительно стабильном уровне. В 2020–2024 гг. изменение промысловой биомассы южного одноперого терпуга колебалось в пределах 21–26 тыс. т.

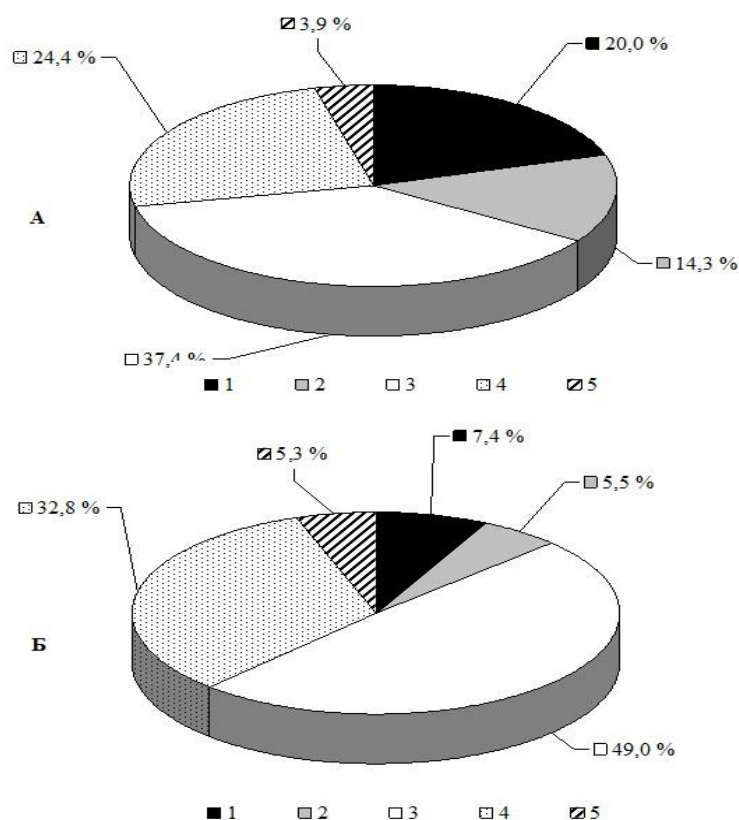


Рис. 52. Доля общей (А) и промысловой (Б) биомассы южного одноперого терпуга, учитываемой на различных участках южно-курильского шельфа в ходе донных траловых съемок (1977, 1986, 2002–2005, 2007–2011 гг.). Обозначения районов, как на рисунке 50

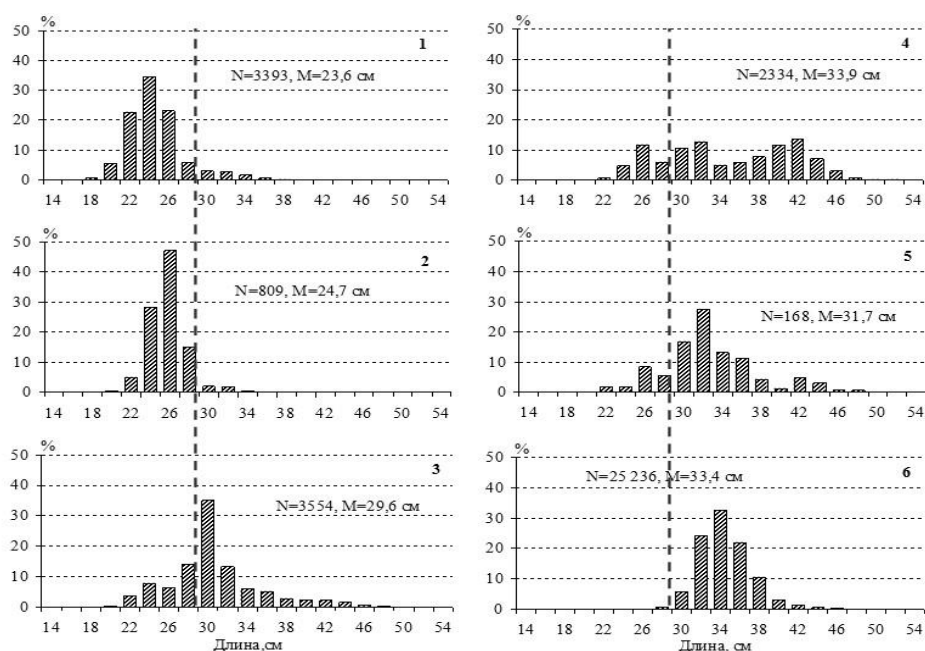


Рис. 53. Среднеголетний размерный состав южного одноперого терпуга на различных участках шельфа Южных Курил. 1–5 – уловы донным тралом (2002–2011 гг.), обозначения районов, как на рисунке 50; 6 – уловы донными сетями в Кунаширском проливе (2011–2019 гг.). Указан объем материала и средний размер рыб в уловах. Пунктиром обозначена промысловая длина (28 см по АС)

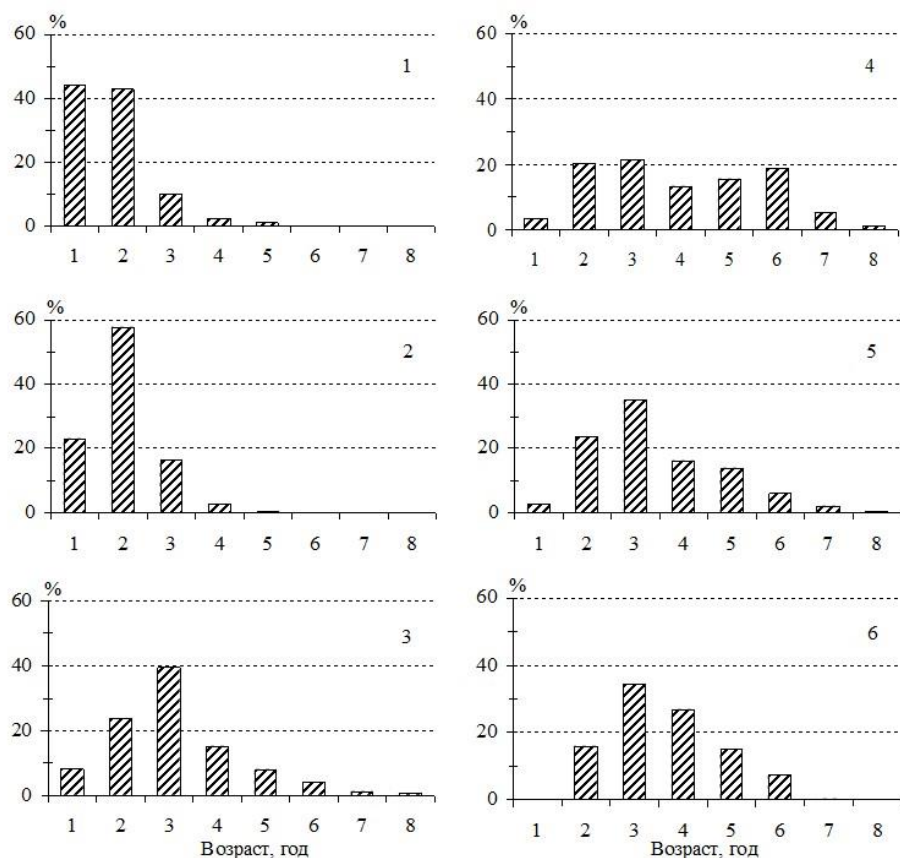


Рис. 54. Среднемноголетний возрастной состав южного одноперого терпуга на различных участках шельфа Южных Курил. 1–5 – уловы донным тралом (2002–2011 гг.), обозначения районов, как на рисунке 50; 6 – уловы донными сетями в Кунаширском проливе (2011–2019 гг.)

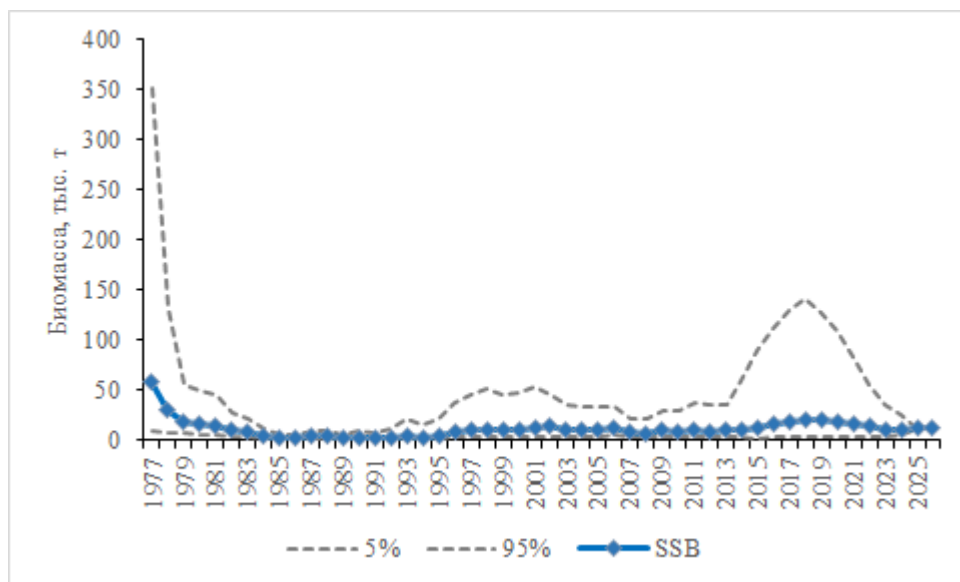


Рис. 55. Динамика нерестовой биомассы *SSB* южного одноперого терпуга с доверительными интервалами. На 2025–2026 гг. представлены прогнозные значения

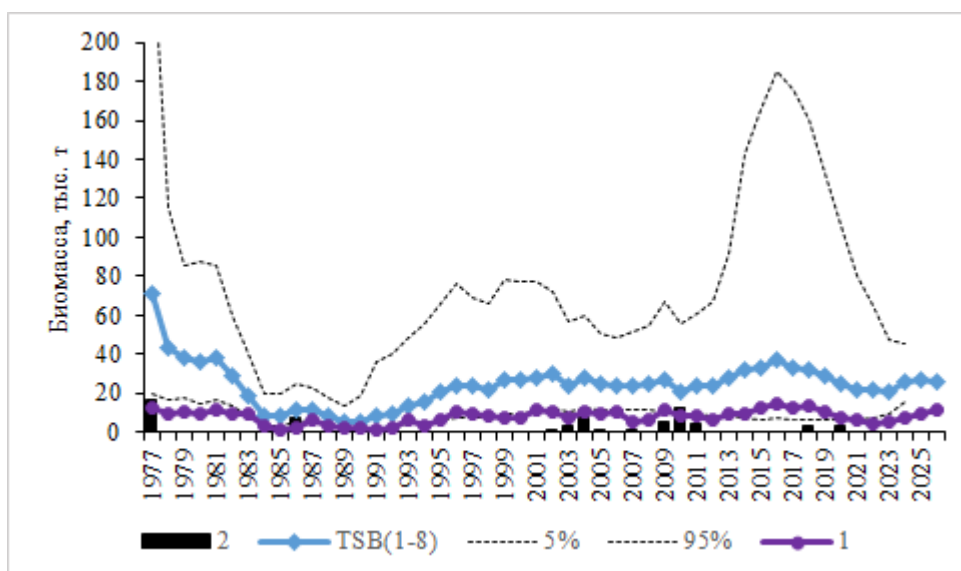


Рис. 56. Модельная динамика промысловой биомассы (1) в сопоставлении с данными съемок (2), а также многолетняя динамика общей биомассы (1–8 лет) южного одноперого терпуга с доверительными интервалами. На 2025–2026 гг. представлены прогнозные значения

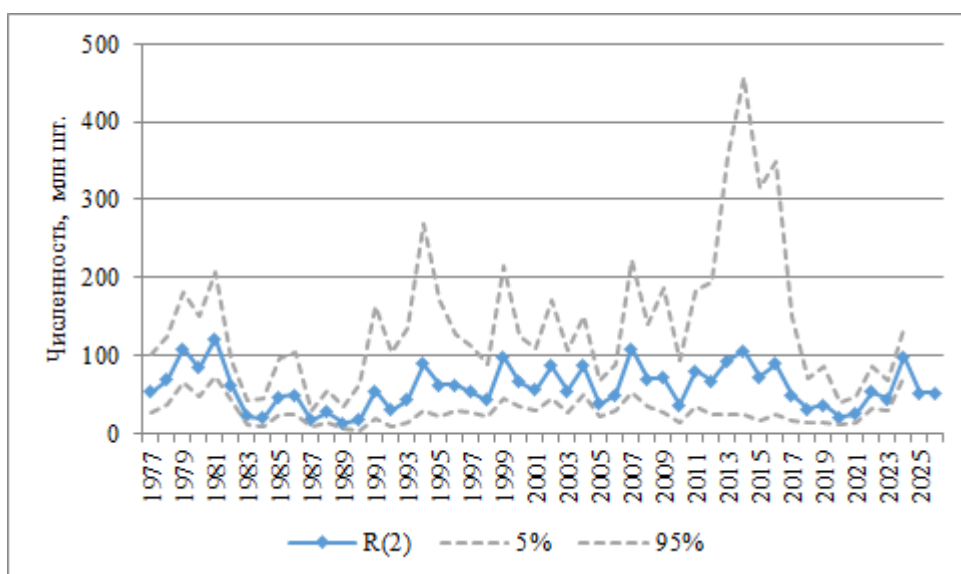


Рис. 57. Модельная динамика пополнения южного одноперого терпуга с доверительными интервалами. На 2025–2026 гг. представлены прогнозные значения

Модельные оценки нерестовой и общей биомассы южного одноперого терпуга на начало 2025 г. составили 11,4 и 27,3 тыс. т, соответственно. Эти величины используются при дальнейшем прогнозе состояния запаса и оценки ОДУ на 2026 г. Для этого определяются коэффициенты промысловой смертности по возрастам на 2026 г. исходя из предполагаемого на этот год общего вылова (равен величине ОДУ). Впоследствии на основе параметров, представленных на рисунке 51, определяются оценки общей и нерестовой биомассы на прогнозный год. Расчет и обоснование ОДУ на базе этих величин представляются ниже в следующих разделах.

Японский промысел южного одноперого терпуга у о-ва Хоккайдо. Промысел южного одноперого терпуга у берегов Южных Курил, юго-западного побережья о-ва Сахалин и у о-ва Хоккайдо японскими рыбаками имеет давнюю историю. При этом в водах Японии добывается преимущественно молодь длиной 17–28 см, а основной промысловый сезон приурочен к осенне-зимним месяцам.

Масштабы японского лова терпугов в водах о-ва Хоккайдо довольно значительны (рис. 58). Основной вклад в годовые уловы вносит вылов молоди пелагическими тралами, на долю которого, в межгодовом аспекте, приходится около 75%, остальное добывают в прибрежье, в основном донными сетями.

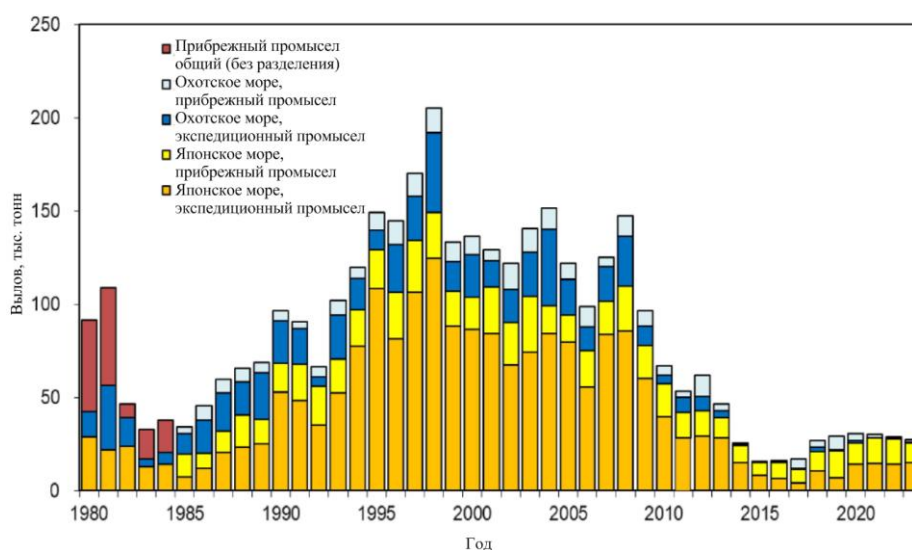


Рис. 58. Многолетняя динамика японского промысла южного одноперого терпуга на северо-восточном и северо-западном побережье о-ва Хоккайдо по данным Japan Fisheries Research and Education Agency [FRA-sa2024].

В среднем в 1980-е гг. рыбаками Японии добывалось около 60,9 тыс. т в год; в 1990-е – 132,1 тыс. т; в 2000-е – 120,1 тыс. т; в 2011–2013 гг. – 53,0 тыс. т.

Максимум пришелся на 1998 г., когда годовой улов составил около 205 тыс. т, из которых порядка 170 тыс. т пришлось на молодь возрастом 0+ – 1+.

Поскольку какое-либо регулирование японского промысла южного одноперого терпуга в водах северного Хоккайдо, отсутствует и никаких его ограничений по срокам, районам, размерам или объемам вылова в течение года, не существует, то его уловы, в основном, определяются текущим состоянием запаса, а величина годовой добычи является его косвенной характеристикой.

В этой связи, видимо, можно говорить о долговременной тенденции к уменьшению запасов южного одноперого терпуга в водах Северной Японии по направлению от второй половины 1990-х гг., вплоть до настоящего времени (рис. 59).

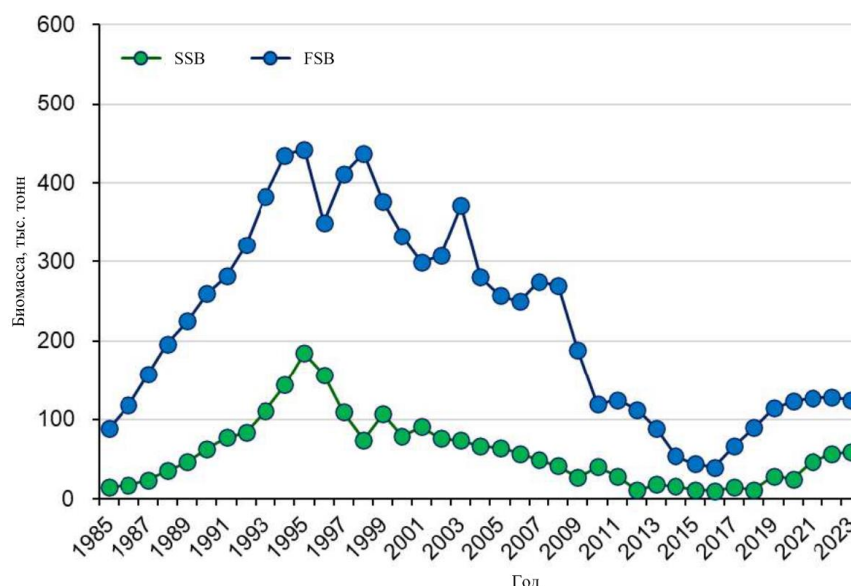


Рис. 59. Многолетняя динамика промысловой и нерестовой биомассы южного одноперого терпуга на северном шельфе о-ва Хоккайдо по данным Japan Fisheries Research and Education Agency [FRA-sa2024].

Общая характеристика промысла терпугов Южно-Курильской зоны.

Масштабы промысла одноперых терпугов у Южных Курил на порядки меньше таковых в водах Хоккайдо и, практически, несопоставимы. Даже с учетом снижения уловов к 2016 г. в водах Северного Хоккайдо, уловы терпугов у Южных Курил значительно ниже. Отечественный специализированный промысел южного одноперого терпуга у о-вов Итуруп и Кунашир производился в начале 1970-х гг. Максимальный вылов был зафиксирован в 1974 г., когда было добыто 3,3 тыс. т.

Затем цифры вылова существенно снизились и терпуг, до сих пор и главным образом, добывается в прилове при промысле других видов. В среднем годовые уловы СССР/России составляли в 1970-х гг. – 0,77 тыс. т, в 1980-х – 0,08 тыс. т, в 1990-х – 0,25 тыс. т, в 2000-х – 0,85 тыс. т, в 2011–2014 гг. – 1,4 тыс. т, в 2015–2022 гг. – 0,85 тыс. т (вылов, предположительно, только южного одноперого терпуга)

Кроме этого, существовал лов японскими предприятиями в водах СССР (рис. 60), на современном этапе он продолжается в российских водах по межправительственным соглашениям. Наибольшего развития он достигал в начале 1980-х гг., когда среднегодовой вылов составлял около 1,4 тыс. т, а максимум наблюдался в 1979 г. – 2,2 тыс. т.

Основными видами промысла, в последнее время, являлся лов ставными донными сетями в Кунаширском проливе малотоннажным флотом кооператива порта Раусу, расположенного на побережье о-ва Хоккайдо (в настоящее время прекращен из-за приостановки договора о сотрудничестве), и добыча ярусами с тихоокеанской стороны о-ва Итуруп.

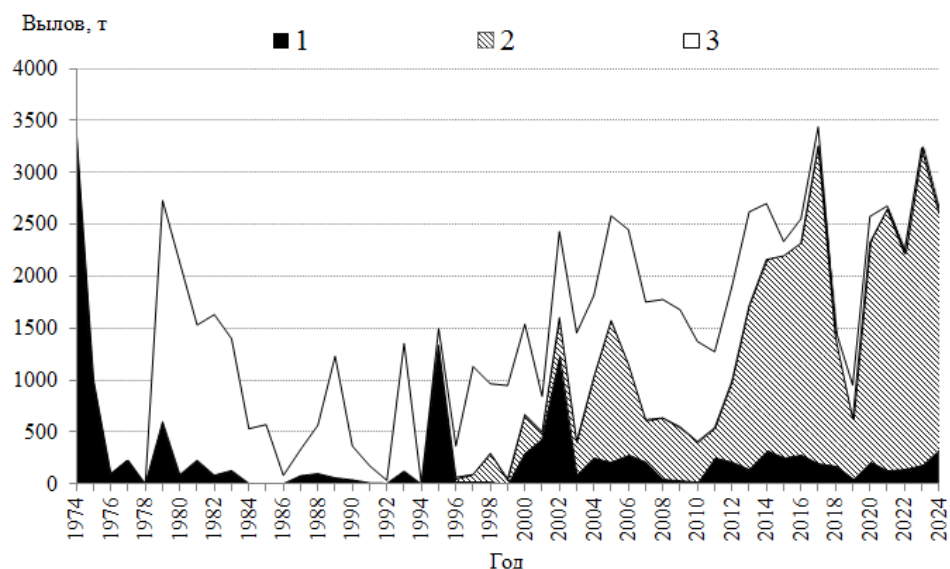


Рис. 60. Многолетняя динамика промысла одноперых терпугов в Южно-Курильской зоне. 1 – вылов южного одноперого терпуга СССР/ РФ, 2 – вылов северного одноперого терпуга у о-ва Уруп, 3 – уловы Японии

Рост вылова после 2010 г. был обусловлен в основном освоением российскими рыбаками нового промыслового участка у северо-восточной оконечности о-ва Уруп, где эксплуатации подвергаются периферийные скопления северного одноперого терпуга, сформировавшиеся на фоне значительного повышения численности данного вида в 2000-х гг. Ранее, до середины 1990-х гг. промысел северного одноперого терпуга у Южных Курил особого значения не имел.

Вклад северного одноперого терпуга в суммарные уловы терпугов у Южных Курил в 1997–2019 гг. в среднем составлял более трети. В последние годы доля северного одноперого терпуга в годовом вылове в Южно-Курильской зоне заметно возросла и в 2023–2024 гг. она достигала 90%.

Если коротко охарактеризовать освоение ОДУ терпугов Южных Курил в последние годы (табл. 8), то можно заключить, что наибольший годовой вылов был зафиксирован в 2017 г. и составил около 3,356 тыс. т. Как уже было отмечено выше, в основном повышение уловов последних лет связано с интенсификацией промысла северного одноперого терпуга в северо-восточной части Южно-Курильской зоны. В целом, в последние три года освоение запасов терпугов находилось на стабильном уровне, составляя, в среднем, 72% от допустимых к изъятию объемов.

Освоение ОДУ терпугов Южно-Курильской зоны в 2003–2024 гг.

Год	ОДУ, тыс. т	Российский вылов, тыс. т (ОСМ)	Японский вылов, тыс. т (ОСМ)	Японский вылов, тыс. т (п. Раусу)**	Общий вылов, тыс. т	Освоение, %
2003	3,5	0,411	0,344	0,7	1,455	41,57
2004	3,5	1,031	0,346	0,44	1,817	51,91
2005	3,5	1,575	0,368	0,64	2,583	73,8
2006	3,5	1,153	0,577	0,72	2,45	70
2007	2	0,62	0,433	0,7	1,753	87,65
2008	2	0,637	0,452	0,688	1,777	88,85
2009	2	0,55	0,388	0,74	1,678	83,9
2010	2	0,41	0,332	0,631	1,373	68,65
2011	2	0,543	0,218	0,513	1,274	63,7
2012	3	0,99	0,229	0,682	1,901	63,37
2013	4,5	1,72	0,225	0,676	2,621	58,24
2014	4,5	2,162	0,189	0,35	2,701	60,02
2015	7,3	2,197	0,053	0,085	2,335	31,99
2016	7,1	2,355	0,166	0,04	2,561	36,07
2017	5,2	3,043	0,23	0,083	3,356	64,54
2018	2,62	1,232	0,138	0,316	1,686	64,35
2019	2,87	1,503	0,288	0,4	2,191	76,34
2020	3,7	2,327	0,213	0,44	2,98	80,54
2021	4,05	2,646	0,032	0,38	3,058	75,51
2022	3,75	2,248	0,0005	0,16	2,409	64,23
2023	3,8	3,242	0,0023	0	3,244	85,38
2024	3,9	2,606	0,0022	0	2,608	66,88
Среднее:	3,65	1,600	0,238	0,427	2,265	62,05

***– вылов ставными донными сетями в Кунаширском проливе малотоннажным флотом кооператива порта Раусу в официальной статистике ОСМ не отражен*

Наиболее успешный промысел южного одноперого терпуга в советских/российских водах имел место в 1970-х гг., когда среднегодовой вылов составлял около 1,4 тыс. т. В 1980-е - этот показатель сократился до 0,8 тыс. т, а в 1990-х – до 0,7 тыс. т. В 2000-х гг. наблюдался рост годовых уловов данного объекта, в среднем – до 1,3 тыс. т, а в последние несколько лет вновь обозначилась тенденция к их снижению. К настоящему времени основной акцент при промысле южного одноперого терпуга делается на донные тралящие орудия лова. Доля общего вылова терпуга остальными орудиями лова неуклонно снижается, тем более, что при таковых видах промысла терпуг отмечен только в качестве прилова. Анализ статистики промысла терпуга в водах Южных Курил показал, что доля вылова южного одноперого терпуга в общем улове терпугов с 2015 г. не превышает 20%.

С начала организации донного сетного промысла в Кунаширском проливе малотоннажным флотом кооператива порта Раусу, его доля в общем годовом вылове южного одноперого терпуга составляла около половины (51,8%). В настоящий момент ситуация изменилась.

Характеризуя непосредственно современное состояние экспедиционного промысла южного одноперого терпуга, заметим, что он состоит только из трех сегментов. Наибольший вклад в уловы за последние десять лет обеспечивает донный траловый лов российскими судами – 66% и японский ярусный промысел – 32% (рис. 61).

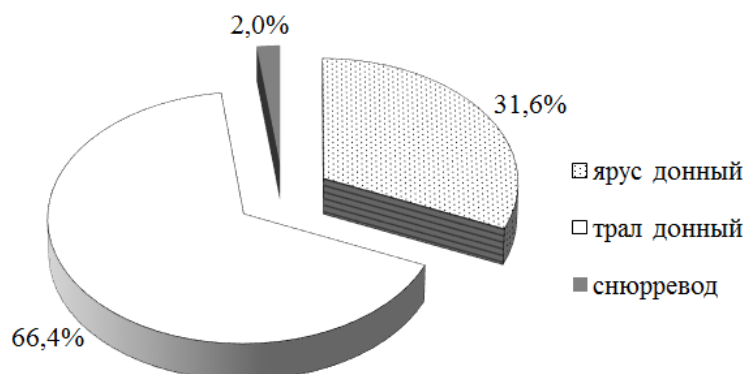


Рис. 61. Структура экспедиционного промысла южного одноперого терпуга Южно-Курильской зоны в 2015–2024 гг. 1 – донные яруса (Япония), 2 – донные тралы (Россия), 3 – снюрреводы (Россия)

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что добыча терпуга японскими судами довольно явно ассоциируется с обловом нагульных скоплений в ноябре–декабре (рис. 62) на участке шельфа и верхней части материкового склона с внешней стороны Малой Курильской гряды и частично о-ва Итуруп.

Эксплуатация запасов этого вида российскими предприятиями в основном связана с нерегулярным приловом в теплый период года при промысле других видов, при этом наиболее продуктивными участками при использовании снюрреводов является южно-курильское мелководье, пелагическими травами – тихоокеанский шельф о-ва Итуруп, а донными – еще и охотоморский шельф этого же острова. В 2024 г. почти весь улов терпуга произведен донными травами у северо-восточной оконечности о-ва Уруп и незначительно у о-ва Итуруп (рис. 63).

Определение биологических ориентиров

Оценка ОДУ южного одноперого терпуга была выполнена в рамках «предосторожного подхода» к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], который предполагает дифференцированный выбор уровня эксплуатации в зависимости от текущего состояния популяции.

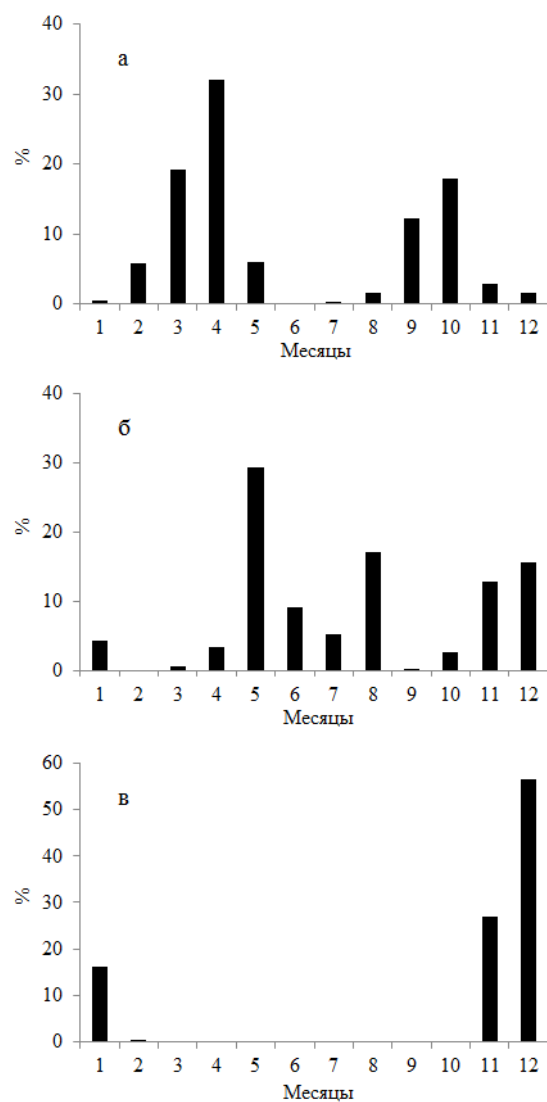


Рис. 62. Сезонная динамика промысла южного одноперого терпуга Южно-Курильской зоны в 2015–2024 гг. а – донные тралы (Россия), б – снюрреводы (Россия), в – донные яруса (Япония)

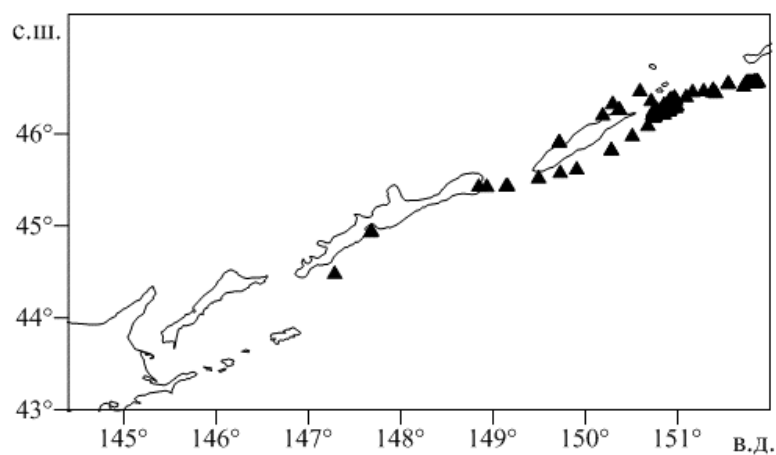


Рис. 63. Район добычи одноперых терпугов донными тралами в Южно-Курильской зоне в 2024 г.

Основным этапом реализации данного подхода является выбор целевых и граничных ориентиров управления промыслом, относительно которых впоследствии выносится суждение о текущем состоянии запаса и делаются рекомендации об оптимальном уровне эксплуатации.

Ниже обосновывается выбор основных ориентиров управления промыслом южного одноперого терпуга.

В качестве граничного ориентира по нерестовой биомассе – SSB_{lim} , принята ее минимальная оценка за ретроспективный период. Эта величина составляет 5,4 тыс. т. При снижении биомассы производителей ниже этого уровня, рекомендуется ограничить промысел до минимума.

Граничный ориентир по промысловой смертности $F_{lim}=0,6475(1/\text{год})$, определяющий рубеж, за которым возрастает риск перелова по росту, определен по методу Кадди [Caddy, 1998].

Целевой ориентир по промысловой смертности F_{tr} определили на уровне, равном параметру $F_{msy}=0,344 (1/\text{год})$.

Целевой ориентир по нерестовой биомассе SSB_{tr} , при превышении которого возможно максимальное изъятие, определен как произведение значения равновесной биомассы на единицу пополнения, соответствующего целевому ориентиру по промысловой смертности F_{tr} , на среднюю за последние 10 лет величину пополнения в возрасте 1 года $R(2)=51,77$ млн экз. Таким образом, $SSB_{tr}=10,6$ тыс. т.

Обоснование правила регулирования промысла

Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], обосновали правило регулирования промысла (ПРП) южного одноперого терпуга Южно-Курильской зоны, цель которого – вывод запаса на уровень высокой продуктивности и последующая его эксплуатация на этом уровне. Схема ПРП представлена на рисунке 64.

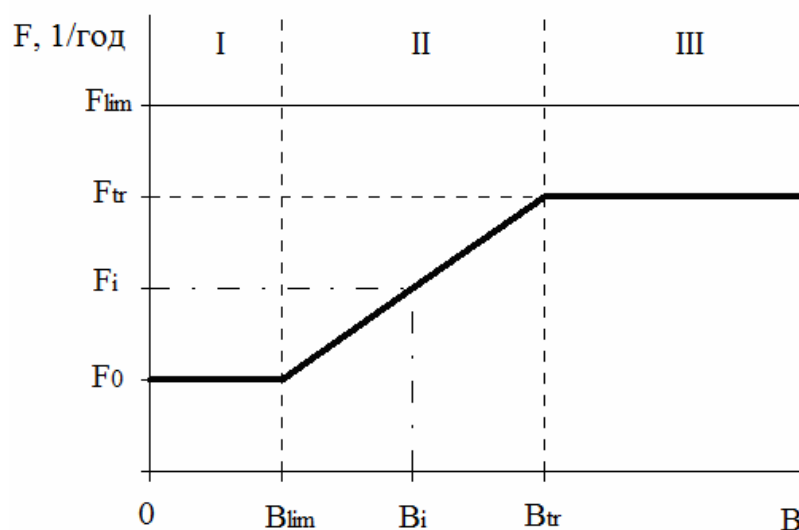


Рис. 64. Правило регулирования промысла южного одноперого терпуга

Аналитическая форма ПРП имеет вид:

$$F_{rec_i} = F_0, \text{ при } B_i < B_{lim}$$

$$F_{rec_i} = (F_{tr} - F_0)(B_i - B_{lim}) / (B_{tr} - B_{lim}) + F_0, \text{ при } B_{lim} < B_i < B_{tr}$$

$$F_{rec_i} = F_{tr} = const, \text{ при } B_i > B_{tr}$$

Прогнозирование состояния запаса

Для прогнозирования запаса южного одноперого терпуга на 1–2 года вперед использовали те же значения коэффициентов (*МКЕС*, массу и долю половозрелых рыб по возрастам), что и при восстановлении динамики запаса в ретроспективе.

В качестве пополнения запаса трески в Северо-Курильской зоне на прогнозный период принимали среднюю за последние 10 лет численность годовиков. По нашим прогнозам, в 2025–2026 гг. она составит 51,77 млн экз.

С помощью, обращенной вперед когортной процедуры оценили биомассу запаса на два года вперед (табл. 9).

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Прогнозируемый уровень нерестовой биомассы южного одноперого терпуга в Южно-Курильской зоне на 2026 г. составляет 12,3 тыс. т, что соответствует области постоянной интенсивности промысла (режим III на рис. 64). Согласно ПРП, рекомендуемое значение промысловой смертности равно 0,34 (1/год).

Величину ОДУ на *i*-й прогнозный год рассчитывали следующим образом:

$$ОДУ_i = F_{req} \sum_{j=t_c}^T s_j w_j N_{i,j} \frac{1 - \exp[-(M_j + s_j F_{rec_i})]}{M_j + s_j F_{rec_i}} \quad [\text{Бабаян, 2000}], \text{ где:}$$

s_j – возрастные коэффициенты селективности,

w_j – среднемноголетняя масса особей по возрастным группам,

M_j – МКЕС,

$N_{i,j}$ – численность *j*-ой возрастной группы,

F_{rec_i} – рекомендуемое значение интенсивности промысла в *i*-й прогнозный год.

Согласно ПРП, при уровне промысловой биомассы, равной 42,99 тыс. т, ОДУ терпуга южного одноперого в Южно-Курильской зоне в 2026 г. составит 2,200 тыс. т.

Таким образом, ОДУ терпугов в Южно-Курильской зоне в 2026 г. составит 4,200 тыс. т.

Таблица 9

Оценка состояния запаса в 2024 г., прогноз состояния запаса южного одноперого терпуга Южно-Курильской зоны в 2025–2026 гг.

2024	1	2	3	4	5	6	7	8	Всего
Численность на начало года, млн экз.	98,74	22,78	17,39	4,96	2,52	2,58	1,28	1,04	151,29
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,000	0,012	0,054	0,030	0,014	0,007	0,003	0,002	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,523	0,632	0,641	0,649	0,632	0,589	0,516	130,344	
Средняя масса рыб, кг	0,097	0,172	0,272	0,398	0,547	0,719	0,912	1,125	
Биомасса на начало года, тыс. т	10,37	3,69	4,75	1,77	1,33	1,85	1,25	1,27	26,28
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	0,00	0,04	2,23	1,64	1,33	1,85	1,25	1,27	9,60
2025									
Численность на начало года, млн экз.	51,77	51,63	14,40	11,14	3,22	1,59	1,52	0,66	135,93
Мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/год	0,004	0,108	0,497	0,273	0,130	0,062	0,030	0,014	
Годовой коэффициент выживания с учетом промыслового изъятия	0,521	0,574	0,412	0,508	0,562	0,557	0,502	187,012	
Средняя масса рыб, кг	0,097	0,172	0,272	0,398	0,547	0,719	0,912	1,125	
Биомасса на начало года, тыс. т	5,01	8,88	3,92	4,43	1,76	1,15	1,39	0,74	27,28
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	0,00	0,09	1,87	4,38	1,76	1,15	1,39	0,74	11,38
2026									
Численность на начало года, млн экз.	51,77	26,98	29,63	5,93	5,66	1,81	0,89	0,76	123,43
Мгновенный коэф. промысловой смертности, 1/год	0,003	0,075	0,342	0,188	0,090	0,043	0,020	0,010	
Годовой коэф. выживания с учетом промыслового изъятия	0,522	0,594	0,481	0,554	0,586	0,568	0,507	153,239	
Средняя масса рыб, кг	0,097	0,172	0,272	0,398	0,547	0,719	0,912	1,125	
Биомасса на начало года, тыс. т	5,01	4,64	8,07	2,36	3,10	1,30	0,81	0,86	26,15
Биомасса нерестового запаса на начало года, тыс. т	0,00	0,05	3,85	2,33	3,10	1,30	0,81	0,86	12,30
Биомасса промыслового запаса, тыс. т	0,04	1,01	8,02	1,29	0,81	0,16	0,05	0,02	11,40
ОДУ, тыс. т	0,00	0,06	1,94	0,18	0,06	0,01	0,00	0,00	2,25

Анализ и диагностика полученных результатов

Важным этапом тестирования стратегии управления является оценка вероятности того, что в долгосрочной перспективе (10 лет вперед) при средней за последние 10 лет величине пополнения биомасса нерестового запаса южного одноперого терпуга в Южно-Курильской зоне не опустится ниже граничного ориентира по биомассе B_{lim} при заданном постоянном темпе эксплуатации. В рамках статистического имитационного моделирования методом Монте-Карло эта вероятность была оценена (рис. 65). При интенсивности промысла в течение 10 лет на уровне целевого ориентира F_{tr} риск перелома по пополнению не превышает рекомендованного уровня $\alpha=0,1-0,2$ [Бабаян, 2000].

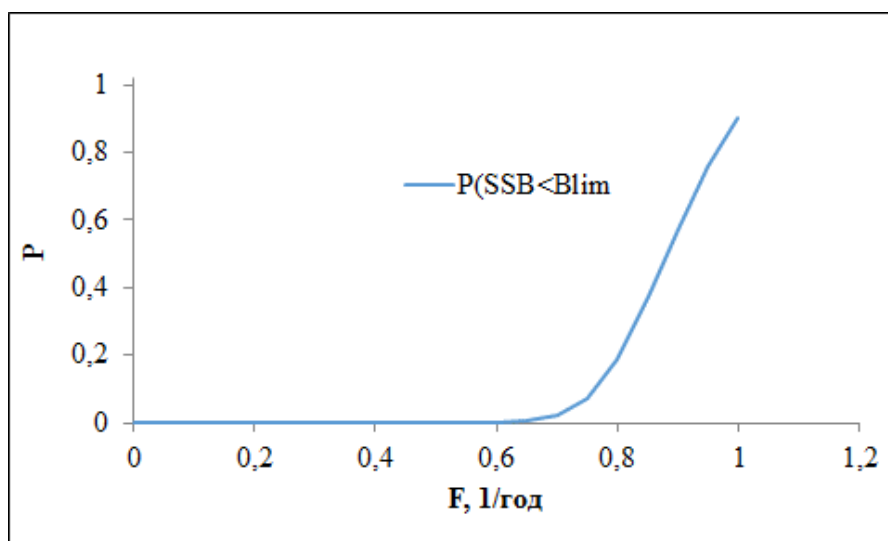


Рис. 65. Вероятность падения нерестовой биомассы ниже граничного ориентира

Еще одним аргументом в пользу избранной стратегии промысла могут служить результаты моделирования динамики запаса южного одноперого терпуга на длительный период времени (10 лет) при средней за последние 10 лет величине пополнения и рекомендуемой согласно ПРП интенсивности изъятия.

Как видно из рисунка 66, при соблюдении ПРП запас южного одноперого терпуга с 95%-ной вероятностью будет находиться на примерном уровне целевого ориентира. На основании результатов имитационного моделирования заключаем, что стратегия управления является эффективной.

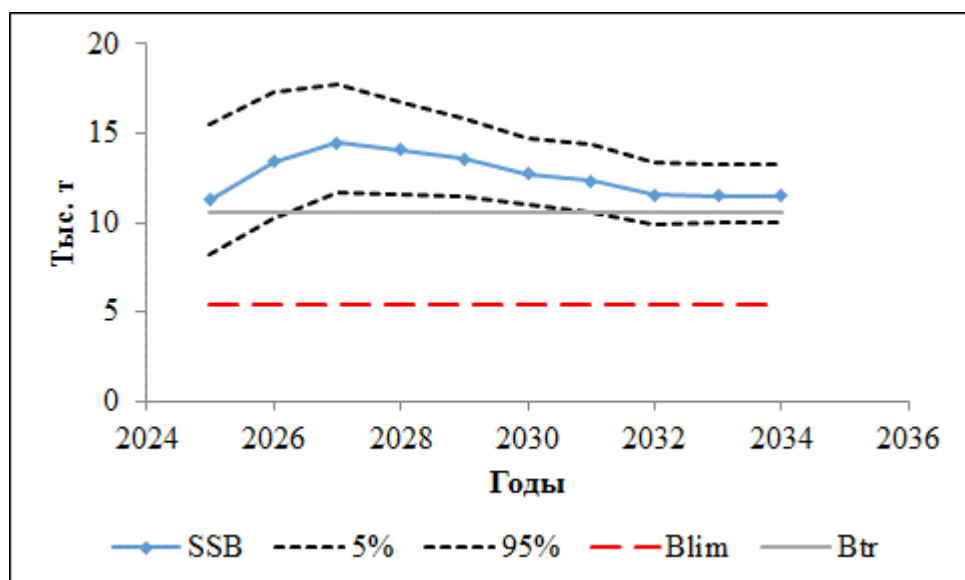


Рис. 66. Процентили распределения оценок биомассы нерестового южного одноперого терпуга Южно-Курильской зоны в 2025–2034 гг. при рекомендуемой согласно ПРП интенсивности изъятия

Так как ОДУ прогнозируется с заблаговременностью два года, то необходимо просчитать вероятность нежелательных последствий принятия стратегии управления запасом на 2 года вперед, т. е. выполнить анализ рисков. Для этой цели методом Монте-Карло вычисляется вероятность попадания запаса в опасную зону, как функция величины годового вылова в прогнозные годы: $P(SSB_{2026} < B_{lim}/ОДУ_{2024}, ОДУ_{2025})$ и $P(F_{2025} > F_{lim} | ОДУ_{2024}, ОДУ_{2025})$. Если эти вероятности меньше рекомендованного уровня $\alpha=0,1-0,3$ [Бабаян, 2000], то стратегию управления можно принять. Проведенный риск-анализ (рис. 67) показал, что при рекомендуемой в 2026 г. величине ОДУ, равной 2,2 тыс. т, риски перелова по пополнению и по росту отсутствуют. Следовательно, стратегию управления можно принять.

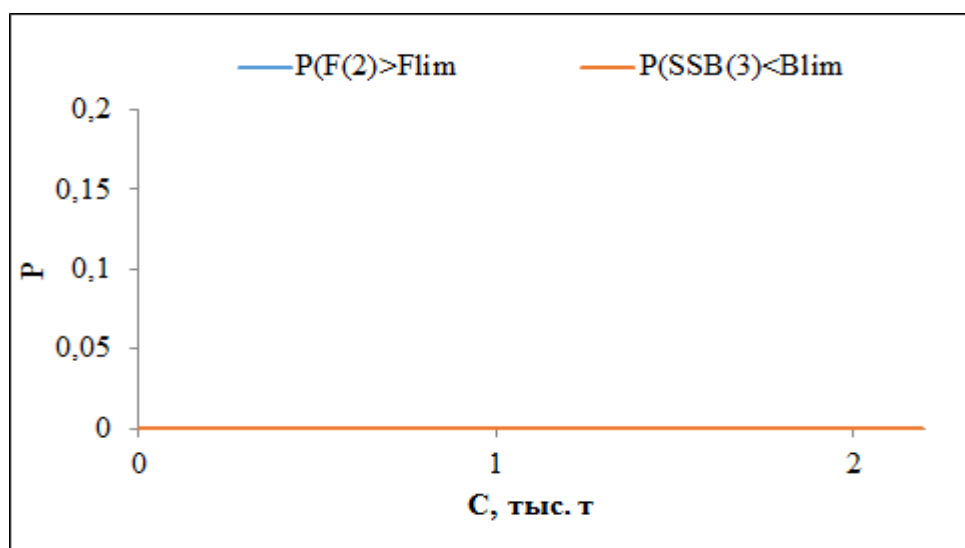


Рис. 67. Анализ рисков наступления неблагоприятных последствий для запаса южного одноперого терпуга Южно-Курильской зоны в 2025–2026 гг.

Окончательный вид ПРП южного одноперого терпуга Южно-Курильской зоны с указанной траекторией запаса, включающей период времени с 2014 по 2026 г. представлен на рисунке 68.

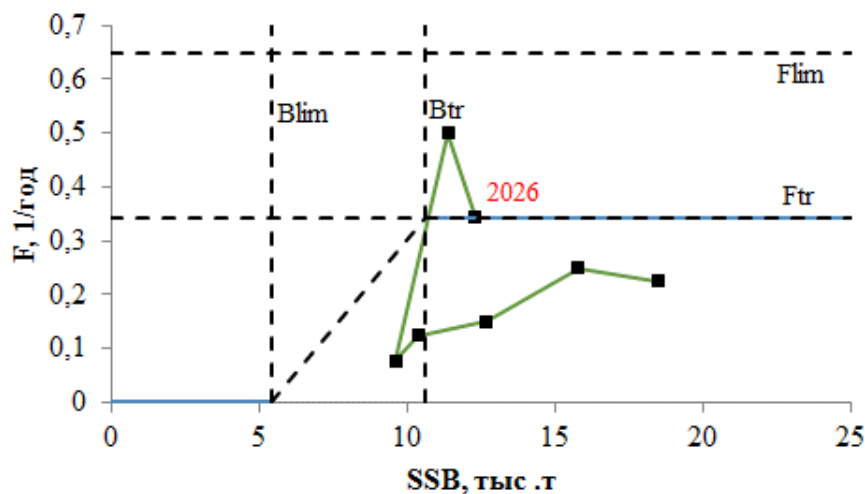


Рис. 68. Реализация правила регулирования промысла южного одноперого терпуга Южно-Курильской зоны

Выводы

Таким образом, ОДУ терпугов в 2026 г. составит:

Западно-Беринговоморская зона — 0,765 тыс. т;

Карагинская подзона — 1,085 тыс. т;

Петропавловско-Командорская подзона — 4,900 тыс. т;

Северо-Курильская зона — 12,000 тыс. т;

Южно-Курильская зона — 4,200 тыс. т.

МАКРУРУСЫ (виды родов *Macrourus*, *Coryphaenoides*, *Nematonurus*, *Albatrossia*)

61.01 - Зона Западно-Беринговоморская

Исполнители: В.В. Кулик, М.И. Горюнов («ТИНРО»)

Куратор: А.В. Согрина (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Распределение и оценка ресурсов макрурусов во всех районах ранее определялись на основе многолетних исследований [Новиков, 1970, 1974; Тупоногов, 1986, 1991, 1993, 1997, 2003, 2005, 2018; Тупоногов, Куренной, 1986; Тупоногов, Новиков, 2016; Tuponogov et al., 2008 и др.].

В промысловых уловах в Дальневосточных морях и прилежащих водах Тихого океана из макрурусов доминирует малоглазый (*Coryphaenoides pectoralis*). Он обитает в широком диапазоне глубин [Новиков, 1970, 1974], 140–3500 м, с максимальными концентрациями в пределах 500–1200 м [Орлов и др., 2007]. Пепельный макрурус (*C. cinereus*) доминирует по численности, но из-за своих мелких размеров и селективности крючков в промысловых уловах отмечается крайне редко.

Черный макрурус (*C. acrolepis*) начинает встречаться с бо́льших глубин, чем малоглазый макрурус, как прилов к нему, но его плотных скоплений в западной части Берингова моря на доступных глубинах не обнаружено. Перспективность лова черного макруруса остаётся под вопросом в связи с более продолжительными постановками и выборками ярусов на глубинах более 2 км, а на более мелких глубинах при добыче малоглазого макруруса доля черного незначительна.

В восточной части Берингова моря возраст 50% созревания малоглазого макруруса оценивается в 23 года, а переход молоди к донному образу жизни начинается в 14 лет [Siwicke, 2024]. Устаревший размерно-возрастной ключ, составленный по чешуе, был рассчитан на рыб от 5 до 22 лет, но по современным данным, чем старше становилась рыба, тем сильнее занижался её возраст, находимый по чешуе [Бадаев и др., 2025]. Возрастной состав уловов макрурусов недостаточно точно определён в связи с отсутствием надёжных размерно-возрастных ключей. Более того, «остаются не до конца решёнными проблемы, связанные с выявлением времени наступления половой зрелости, возрастной структуры промысловой части популяции в разных районах, фертильного возраста особей и видовой плодовитости» [Бадаев и др., 2025]. Следовательно, уровень информационного обеспечения не соответствует максимальному (I).

Доминирующий в уловах малоглазый макрурус – это долгоживущий вид, у которого медленный темп роста с многовозрастной структурой промыслового стада и большой продолжительностью жизни (более 40 лет)

[Тупоногов, 1991]. Максимальный возраст – 56 лет подтверждён методом изотопной радиометрии (^{210}Pb : ^{226}Ra) [Burton, 1999, Rodgveller et al., 2010, Devine et al., 2012]. В оценках запаса макрурусов у Аляски допускается существование малоглазого макруруса старше 58 и черного макруруса у тихоокеанского побережья США до 73 лет [Andrews et al., 1999], там запрещён их целевой промысел и ограничен прилов до 8% [Rodgveller, Siwicke, 2020].

Медленный темп роста с низкой естественной смертностью предполагает огромную инерцию в динамике биомассы и позволяет успешно применять продукционные модели [Кулик и др., 2023]. Эти модели в простейшем случае зависят только от уловов и индексов, поэтому далее рассмотрим их подробнее.

Молодь всех макрурусов обитает отдельно от взрослых в батипелагиали. Неполовозрелые особи длиной 30–50 см встречаются на материковом склоне вместе с крупным половозрелым макрурусом только в отдельных участках и единично, составляя в целом менее 0,1% общего количества. Поэтому весь макрурус в скоплениях считается промысловым запасом и величина промысловой меры для этого вида не устанавливается. Следовательно, индекс численности, получаемый в результате стандартизации промысловых данных, далее следует считать индексом промыслового запаса.

В восточной части Берингова моря макрурусы исключены из экосистемных индикаторов, которые рассчитываются по донным траловым (ДТ) съёмкам, по причине того, что ДТ неэффективно облавливают макрурусов [Siddon, 2022].

В России биомасса макрурусов предварительно оценивается по ДТ съёмкам. В 2024 г. с 11 по 29 августа в Олюторско-Наваринском районе проведено 71 ДТ на Корякском склоне. В данном районе предварительные оценки биомассы макрурусов в августе 2024 г. на НИС «ТИНРО» составили: малоглазого – 152,14 тыс. т, черного – 0,10 тыс. т и пепельного – 11,82 тыс. т. В ДТ съёмке НИС «Дмитрий Песков» на шельфе Западно-Берингоморской зоны с 5 июля по 16 августа 2024 г. не обнаружено ни одного макруруса за 132 ДТ. Предыдущие изменения в оценках биомасс макрурусов по ДТ съёмкам до экстраполяции были очень резкими, но оценка их неопределённости не проводилась (табл. 1).

Такой взрывной рост биомассы нехарактерен для долгоживущих рыб. Более того, кратные изменения биомассы в соседние годы наблюдались на протяжении десятилетий исследований, но затем такие неправдоподобные оценки подвергались субъективной коррекции с экстраполяцией на всю Западно-Берингоморскую зону. В настоящее время оценка запасов осуществляется современными методами через обобщённую модель динамики биомассы в пространстве состояний с использованием байесовского подхода и всех источников информации, включая промысловые [Кулик и др., 2023].

Таблица 1

Биомасса малоглазого макруруса в Олюторско-Наваринском районе Западно-Беринговоморской зоны по оценкам донных траловых съёмок в отдельные годы до 800 м глубины, тыс. т

Показатель	Год												
	1990	1993	1994	1996	1997	2005	2008	2010	2012	2015	2018	2020	2024
Биомасса по съёмке	102	85	117	83	137	98,2	149,4	112,0*	121,1	99,9	60,9	133,0	152,14**
Количество тралений	55	51	52	48	50	239	110	132	122	120	60	75	71

*Примечание: * - глубины 350–1000 м, ** - глубины 220–990 м*

Согласно официальной статистике с 1980-х до начала 2000-х гг. именно малоглазый макрурус целевым образом не добывался, а добывался в небольших количествах как прилов при донном траловом, ярусном и сетном промысле палтусов, трески, окуней в нижней части шельфа и верхней части материкового склона (до глубин 600–700 м). С 2000 г. на периоды от нескольких дней до одного-двух месяцев часть судов, преимущественно ярусоловных, переходили на специализированный лов макруруса. В отдельные годы вылов достигал 8,8–14,8 тыс. т (2005, 2012, 2015, 2017 и 2019 гг.), а доля освоения ОДУ — 44,2–82,4%. В этот же период уже были годы снижения вылова, доходившего в 2008 и 2014 гг. до 4–6 тыс. т, 20–33,1 % ОДУ. Максимальный вылов получен в 2020 г. – 18,689 тыс. т или 93,4 % ОДУ. В 2021 г. вылов резко снизился до 11,758 тыс. т, 58,8% ОДУ и остался на низком уровне в 2023 г. около 12,478 тыс. т после слабого подъёма в 2022 г. до 14,753 тыс. т. Минимум освоения ОДУ и вылова за последние 10 лет достигнут в 2024 г. (табл. 2).

Основные причины неполного освоения ОДУ – организационные и экономические (переход части ярусного флота на лов других объектов – треска, палтусы). Большая часть вылова макруруса в последние годы получена при донном ярусном лове. Число операций иными орудиями лова, в которых был обнаружен макрурус, согласно электронному рыболовному журналу (ЭРЖ) из ОСМ, находилось в пределах от 4,4% до 5,6% с 2020 по 2022 гг., в 2023 г. всего 1%, а в 2024 г. менее 0,8%. Стоит отметить, что число операций с уловами макруруса в 2024 г. было примерно равным таковому в 2021 г. – около 1,5 тыс. постановок донных ярусов, но тогда вылов был вдвое выше, но ОДУ также имел низкое освоение (табл. 2).

Итак, нам доступны судовые суточные донесения (ССД) с 1996 г., а в более подробном формате (по каждой операции) – ЭРЖ с 2020 г. из ОСМ, которые включают все уловы по операциям, в т.ч. от наблюдателей ФГБНУ «ВНИРО», обзор которых был опубликован [Согрина и др., 2022].

Научные наблюдения на склоне Западно-Беринговоморской зоны в 2024 г. проведены на ЯМС «Восток 3» с 6 ноября по 6 декабря в числе 23 просмотренных ярусопостановок. Массовая доля малоглазого макруруса в

уловах ЯМС «Восток 3» была выше 98%, а черного макруруса в целевых уловах по группе рыб макрурусы составила всего 0,8%, что вдвое ниже доли 2023 г. Ещё 1 ярусная постановка была просмотрена на СЯМ «Калкан» 8 ноября 2024 г. на глубине 437–550 м, где среди макрурусов отмечен только малоглазый.

Таблица 2

ОДУ, вылов и освоение макрурусов в Западно-Беринговоморской зоне в 2000–2024 гг.

Год	Вылов, тыс. т	ОДУ, тыс. т	Освоение, %
2000	0,611	20,0	3,1
2001	0,527	20,0	2,6
2002	2,850	20,0	14,3
2003	4,141	20,0	20,7
2004	7,013	20,0	35,1
2005	8,849	20,0	44,2
2006	8,295	20,0	41,5
2007	7,415	20,0	37,1
2008	4,048	20,0	20,2
2009	8,706	20,0	43,5
2010	10,406	20,0	52,0
2011	9,862	20,0	49,3
2012	13,021	20,0	65,1
2013	9,345	20,0	46,7
2014	6,612	20,0	33,1
2015	14,150	20,0	70,8
2016	13,232	20,0	66,2
2017	14,289	17,5	81,7
2018	12,005	17,7	67,8
2019	14,824	18,0	82,4
2020	18,689	20,0	93,4
2021	11,758	20,0	58,8
2022	14,753	20,0	73,8
2023	12,478	16,0	78,0
2024	5,748	14,4	39,9

Согласно всем опубликованным и прошедшим ранее общественные обсуждения и государственную экологическую экспертизу материалам ОДУ в Западно-Беринговоморской зоне по учётным ДТ съемкам биомасса малоглазого макруруса, рассчитанная методом «площадей» [Аксютина, 1968] и зональных средних на глубинах от 200–400 до 1100–1200 м доходила до 250 тыс. т после экстраполяции на всю зону. Однако анализ достоверности межгодовых различий и точности таких оценок никогда не проводился. Более того, часть рыб, обитающих глубже 1100–1200 м, а также в мезо- и

батипелагиали, при съёмках в 21 веке оставалась неучтенной. Принимая во внимание, что при проведении съёмок не обследовано от 30 до 60% всей ареала в промысловой зоне, даже при допущении значительно меньшей плотности концентраций, общий запас малоглазого макруруса оценивался не менее, чем в 250 тыс. т. Эта величина принята за нижнюю границу априорного распределения приёмной ёмкости (K), а за верхнюю границу принята величина около 600 тыс. т, исходя из вероятного недоучёта половины рыб на недоступных для ДТ глубинах, но доступных для ярусного промысла. Стоит сразу отметить, что 600 тыс. т находилось в доверительном интервале оценки уязвимой биомассы малоглазого макруруса в восточной части Берингова моря с 2009 по 2018 гг., но позже там оценки значительно снизились, составив в среднем 224,816 тыс. т с максимумами в пределах 95% доверительного интервала в 2023–2024 гг. [Siwicke, 2024]. Таким образом, величина в 600 тыс. т может быть несколько завышенной. Однако, также можно допустить и то, что в восточной части Берингова моря оценки запасов могут быть заниженными, поэтому априорная оценка важнейшего для абсолютного масштаба модельной биомассы параметра K оказывается в таких широких пределах 250–600 тыс. т.

Малоглазый макрурус регулярно наблюдался в уловах на хребте Ширшова с 2016 г. (рис. 1).

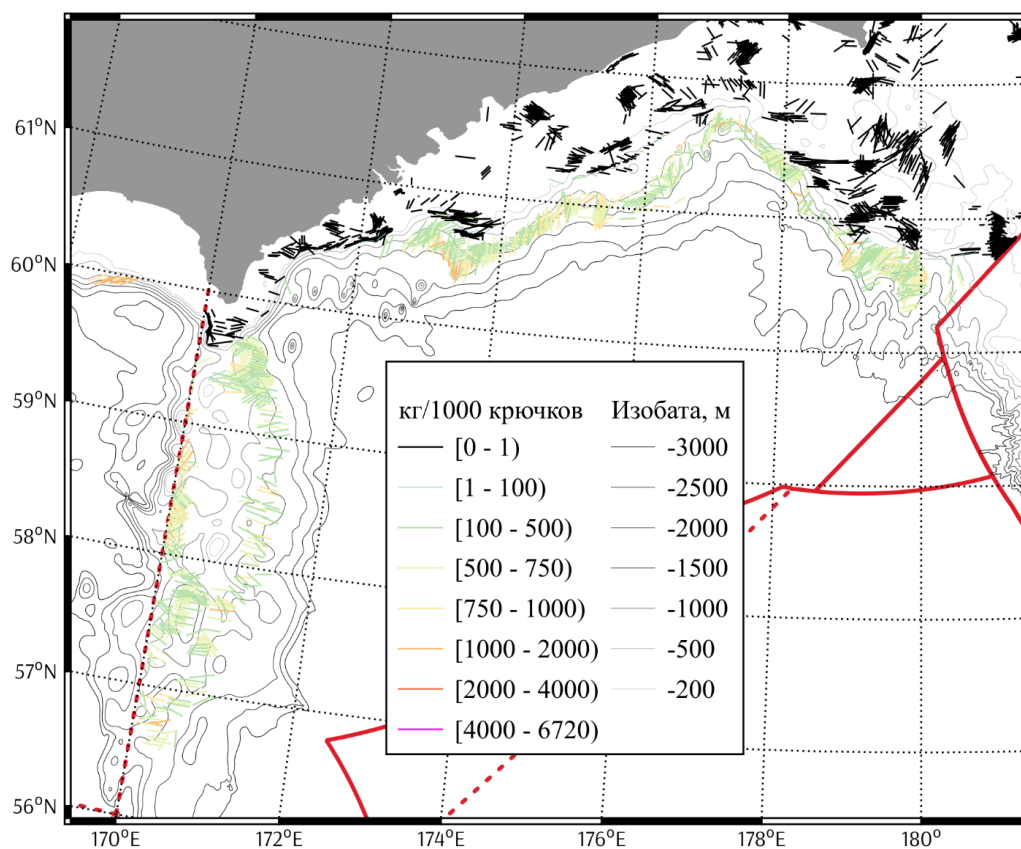


Рис. 1. Плотность малоглазого макруруса с 2016 по 2024 гг. в Западно-Беринговоморской зоне, кг на 1000 крючков по данным научных наблюдений на промысле

В последние годы акватория наблюдений за промыслом макрурусов увеличилась почти вдвое. Улов этого вида наблюдался не только в Олюторско-Наваринском районе (рис. 2), но и на склонах подводного хребта Ширшова (рис. 1).

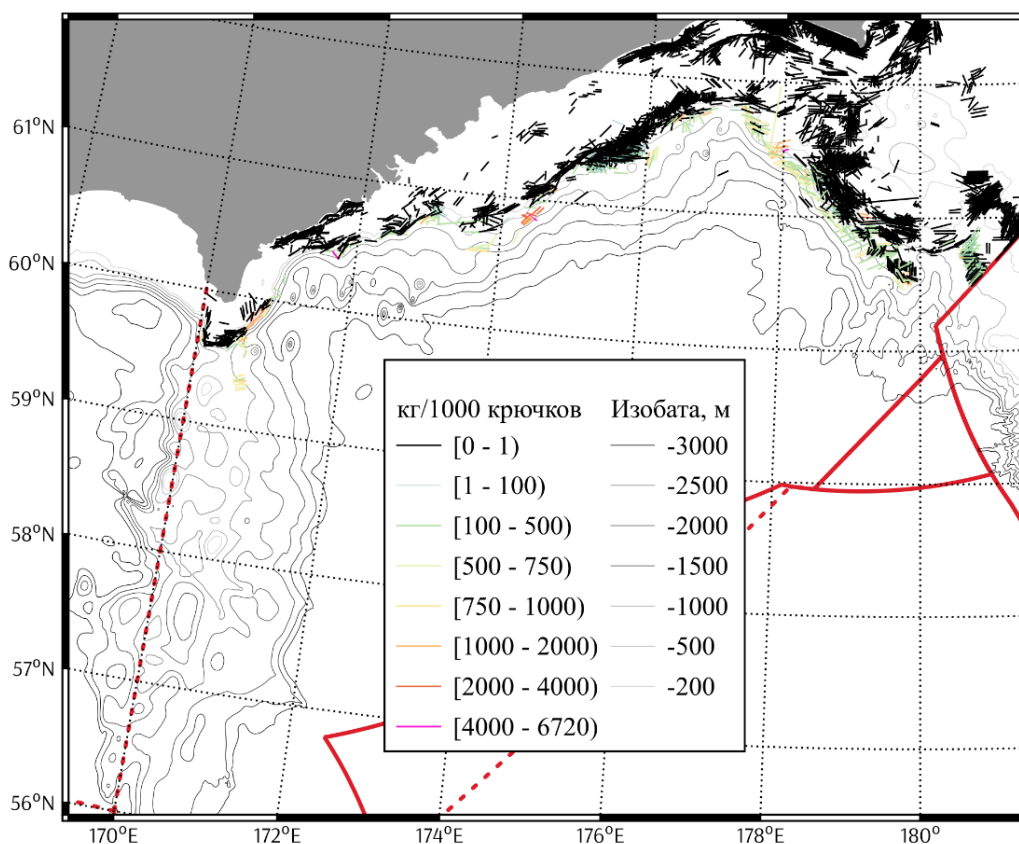


Рис. 2. Плотность малоглазого макруруса с 1994 по 2015 гг. в Западно-Беринговоморской зоне, кг на 1000 крючков по данным научных наблюдений на промысле

Учётных ДТ съёмок на склонах подводного хребта Ширшова не проводилось с 1980-х гг., т.к. западнее 172–173° в.д. очень возрастает аварийность донных тралений из-за сужения изобат, сложного рельефа дна и значительных скоплений губок. Биомасса макруруса на подводном хребте Ширшова по разным оценкам 1980-х гг., опубликованным в ранее прошедших общественные обсуждения и государственную экологическую экспертизу материалах ОДУ составляла не менее 150–250 тыс. т. Следовательно, девственная биомасса во всей Западно-Беринговоморской зоне могла приближаться к 500–600 тыс. т, что учитывается при моделировании через априорное распределение К.

Продукционные модели чувствительны к индексу вылова на усилие (*CPUE*) из-за допущения прямой связи *CPUE* с обилием рыб, поэтому *CPUE* должен быть подробно исследован. Здесь *CPUE* оценивался из ССД за 1996–2024 гг. Математическое ожидание и ошибки *CPUE* рассчитывались в результате стандартизации в общей линейной модели (GLM) по известному

алгоритму с исследованием распределения ошибок в логнормальных GLM [Beverton, Holt, 1957].

Стандартизацию ССД с 1996 по 2024 гг. провели в GLM по формуле (1) в языке программирования *R* [R Core Team, 2025], следуя методике, учитывающей индивидуальные различия по судам в дополнение к учёту различий по годам и месяцам [Bentley et al., 2011].

$$\text{Ln}(c_i) = \alpha_{y_i}^Y + \alpha_{m_i}^M + \alpha_{v_i}^V + \varepsilon, \quad (1)$$

где: $\text{Ln}(c_i)$ – натуральный логарифм i -го улова c_i в тоннах за 1 день по каждому судну из ССД, $\alpha_{y_i}^Y$ – коэффициент i -го года (y_i) из вектора соответствующих коэффициентов лет Y , аналогичны коэффициенты по месяцам (M) и кодам судов (V), ε – нормальная ошибка с математическим ожиданием на уровне общего смещения.

Настроенная GLM описала 41,9% девианса, составленных из 17,9% по $\alpha_{y_i}^Y$, 7,8% по $\alpha_{m_i}^M$ и 16,3% по $\alpha_{v_i}^V$. Ошибка коэффициентов лет в среднем была ниже 0,3. Коды месяцев имели большое влияние на стандартизацию (рис. 3), но максимальное влияние в GLM имели коды судов (рис. 4). Согласно GLM большая часть малоэффективных судов вышли из промысла после 2008 г., а после 2014 г. стали преобладать самые эффективные. Следовательно, *CPUE* без GLM завышают свой рост и последующую стабилизацию в последние годы, что отлично видно на графике последовательной стандартизации (рис. 5).

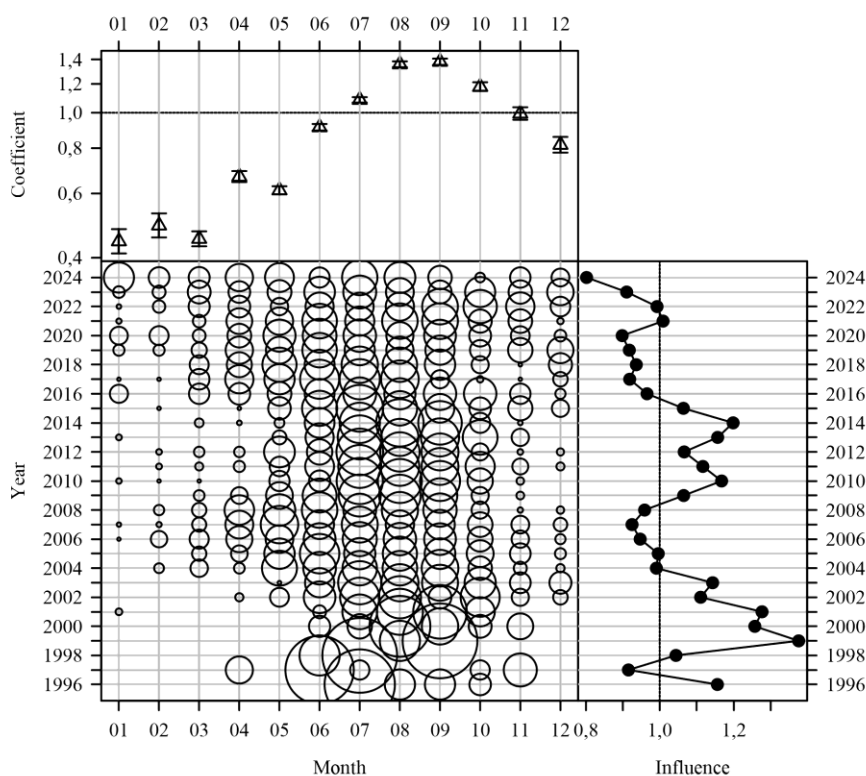


Рис. 3. Влияние (Influence) [Bentley et al., 2011] коэффициентов (Coefficient) месяцев (Month) в GLM по годам (Year)

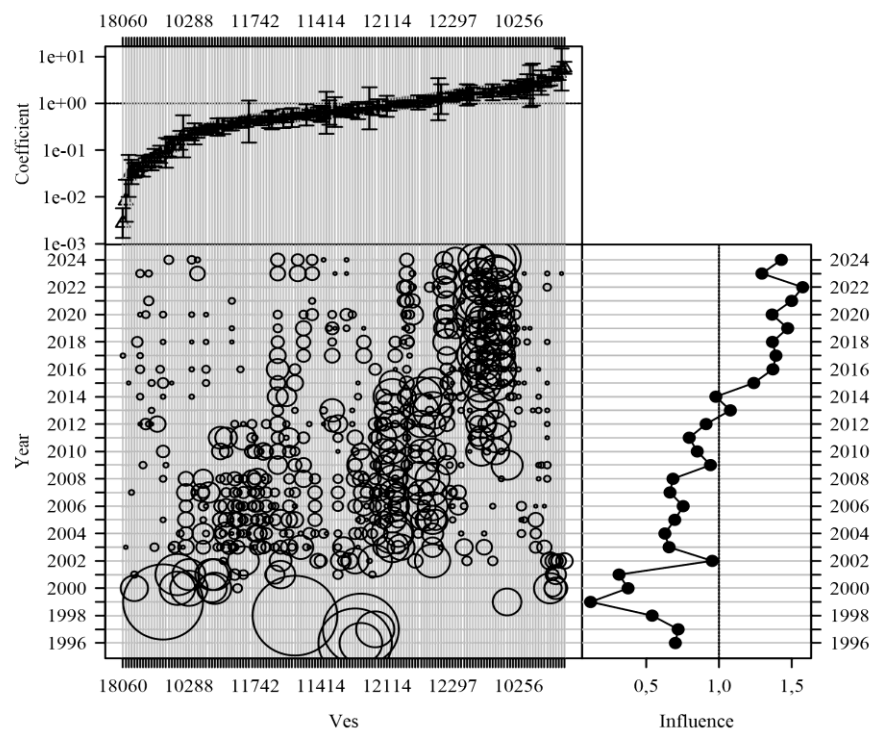


Рис. 4. Влияние (Influence) [Bentley et al., 2011] коэффициентов (Coefficient) кодов судов (Ves) в GLM по годам (Year)

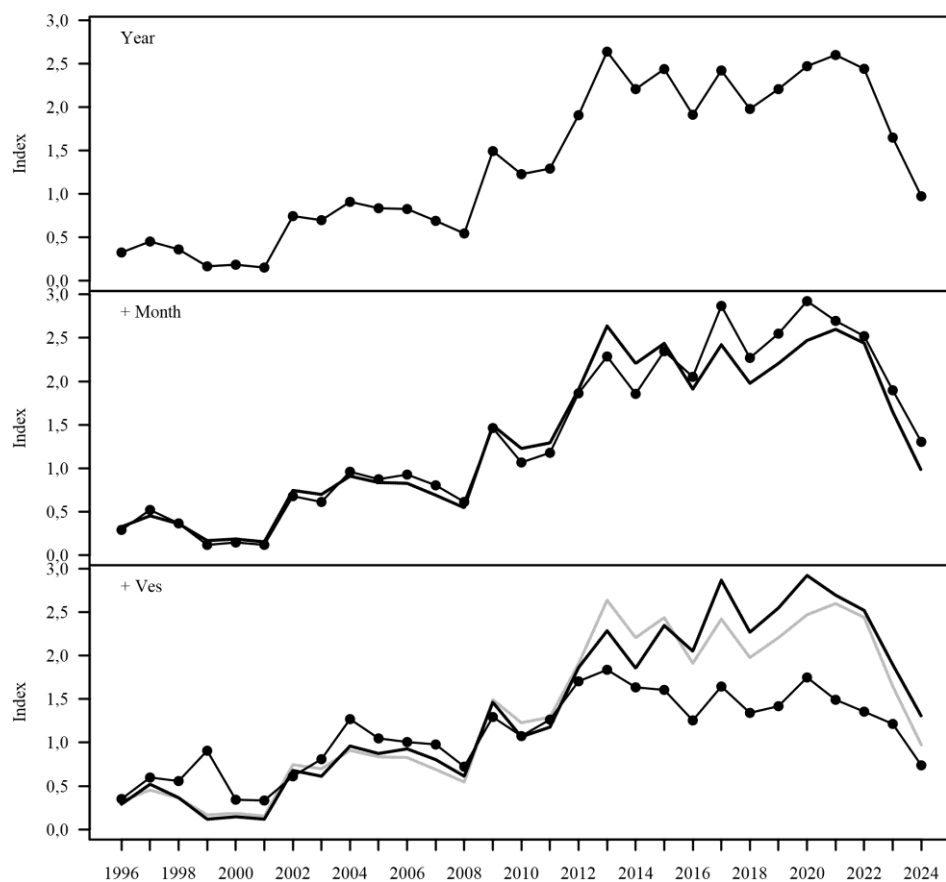


Рис. 5. Изменение оценок индексов (Index) по годам при добавлении таких факторов стандартизации как месяц (+ Month) и код судна (+Ves) в GLM

Стоит отметить, что в отличие от оригинальной методики [Bentley et al., 2011] здесь не использовано число усилий, т.к. у нас нет информации о них до 2003 г., а в ЭРЖ она не вызывает доверия из-за отсутствия унификации единиц усилий. Информация о каждой операции сохраняется в «ТИНРО» из ЭРЖ с 2020 г., что позволяет привлечь гораздо больше информации для стандартизации, включая информацию от научных наблюдателей в едином формате с ЭРЖ. За это время в Западно-Беринговоморской зоне глубже 140 м проведено 24197 постановок донных ярусов до глубины 2200 м. Макрурусы отмечены в диапазоне от 150 до 2100 м, но только в 3108 постановках. Присутствие такого числа нулевых уловов не позволяет использовать логнормальные GLM.

Современным альтернативным и эффективным решением является векторная авторегрессионная пространственно-временная дельта-модель VAST со связью Пуассона [Thorson, 2018]. Оптимальная VAST найдена по информационному критерию Шварца-Байеса (BIC) в синтаксисе пакета sdmTMB [Anderson et al., 2024] для настройки VAST в языке R по формуле (2).

$$\text{family} = \text{delta_gamma}(\text{type} = \text{'poisson-link'}, \text{time} = \text{'years'}, \text{mesh} = \text{mesh}, \\ \text{formula} = \text{ton} \sim s(\text{jday}, h)(2),$$

где: *years* – числовые годы для учёта смещений, *mesh* – триангуляционная сеть, *ton* – улов в т за 1 постановку донного яруса, *s(jday, h)* – двумерный сплайн [Wood, 2017] по порядковому номеру дня в году (*jday*) и глубине места (*h*).

Триангуляционная сеть (*mesh*) для учёта изотропных пространственно-временных связей сгенерирована в километровой проекции в пределах изобат 140 и 2200 м с отсечением рёбер до 10 миль (рис. 6). Анизотропия связей имела BIC выше, чем изотропная ковариация, поэтому выбрана последняя.

Оптимальная VAST по ЭРЖ описала более 55,5% дисперсии, что почти в 2 раза выше, чем использованная прежде GAM. Первая компонента VAST, отвечающая за моделирование обилия рыб, показывает вполне ожидаемое распределение по глубинам в течение года, но вторая компонента помимо известного результата о преобладании крупных рыб глубже 1500 м показывает ещё и значительные перемещения по глубинам самых тяжёлых рыб (рис. 7). Результат моделирования в VAST показывает, что за последние 5 лет по большей части снизилось обилие макрурусов выше 60° с.ш., а на хребте Ширшова изменения близки к 0 (рис. 8).

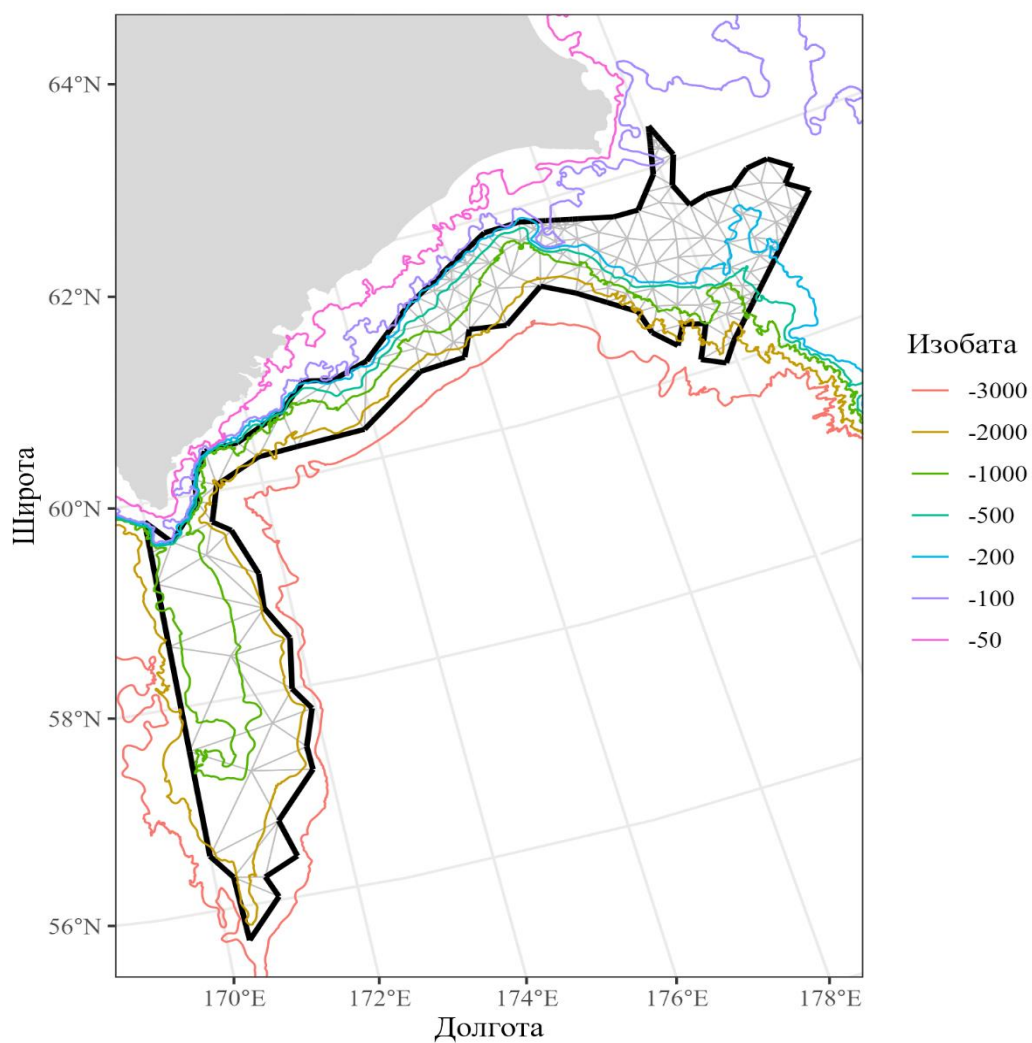


Рис. 6. Триангуляционная сетка для учёта компонент VAST в Западно-Беринговоморской зоне между 140 м и 2200 м изобатами – черный полигон

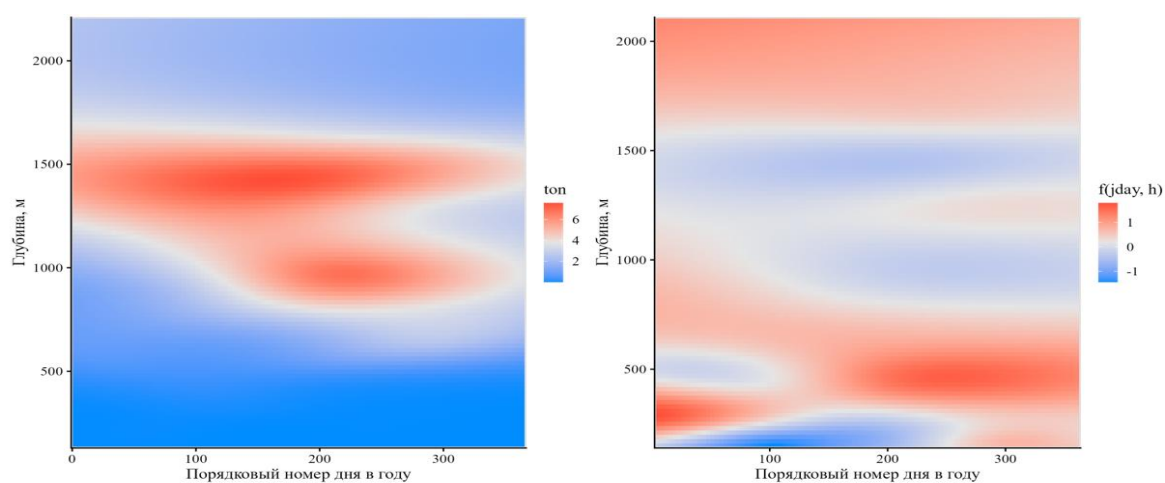


Рис. 7. Фиксированный эффект глубины постановки донного яруса в течение года на улов (слева) и отклонение от средней массы в логарифмическом масштабе (справа) в VAST для Западно-Беринговоморской зоны

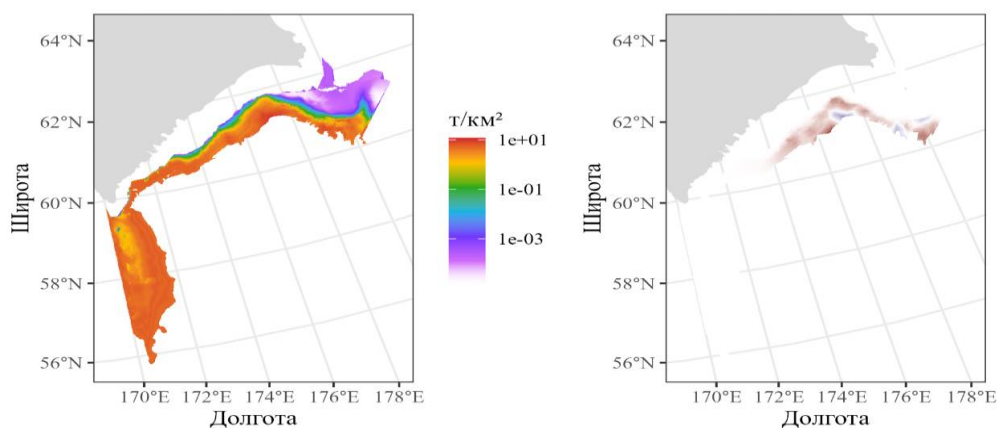


Рис. 8. Плотность (T/KM^2) $CPUE$ макрусусов по данным ЭРЖ в Западно-Беринговоморской зоне после стандартизации в VAST в 2024 г. (слева) и разница между 2024 и 2020 гг. (справа)

Взаимная коррекция индексов биомассы проведена в идентичной модели REMA [Sullivan et al., 2022; Sullivan, Balstad, 2022], использованной для восточной части Берингова моря [Siwicke, 2024]. Результат применения REMA скорректировал VAST так (рис. 9), что динамика биомассы стала очень близкой к прошлогодним результатам продукционной модели, которые в настройку REMA, естественно, не входили, но корреляция Пирсона между ними составила 0,987.

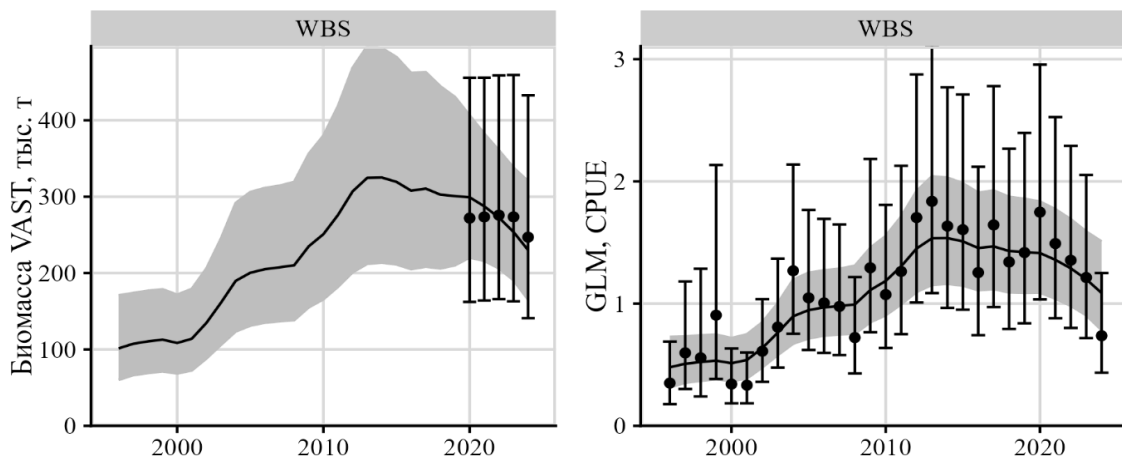


Рис. 9. Динамика индексов с доверительными интервалами в виде усов для биомассы в VAST (слева) и $CPUE$ в GLM (справа), а также результат их объединения в REMA – чёрная кривая с доверительным интервалом, показанным серой заливкой, в масштабах индексов

Таким образом, в нашем распоряжении появилась новая весьма правдоподобная информация по индексу численности, с оценкой годовых ошибок в REMA по VAST; а также уловы, охватывающие практически всю историю промысла с 1996 г., информационная обеспеченность прогноза соответствует II уровню (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

Все подходы к виртуально-популяционному анализу имеют очень жёсткие требования: ряд наблюдений должен превышать продолжительность жизни рыб, а возрастной состав должен быть оценён точно и т. д. [Шибает, 2017]. Первые два требования здесь нарушены: имеющиеся наблюдения размеров и определения возраста макрурусов пока не покрывают ни одну когорту по возрасту ни целиком, ни по промысловой части.

Официальные величины уловов занижены в связи с потерей товарного вида макрурусов при длительных застоях и объедании их косатками, от которых ещё можно защититься использованием ловушек, но потери всё равно не избежать, т.к. и в ловушках значительный урон товарному виду макрурусов наносится, например, амфиподами [Orlov et al., 2012].

Заниженный официальный вылов мешает применению рекомендованного для II уровня информационного обеспечения пакета прикладных программ (ППП) «COMBI» [Методические рекомендации, 2018]. Более того, ни одна представленная и рекомендованная версия ППП «COMBI» ещё не может учитывать априорные распределения биологических параметров и ошибки индексов, которые помогли бы настроиться модели. В таких условиях оценка параметров возможна с использованием Байесовского подхода, например, в ППП «JABBA» [Winker et al., 2018]. Опыт настройки ППП «JABBA» опубликован [Кулик и др., 2023].

Выбор в пользу ППП «JABBA» перед ППП «COMBI» обоснован необходимостью учитывать систематически занижаемый официальный вылов и неопределённость оценок индексов, что невозможно сделать в ППП «COMBI». В ППП «JABBA» такая неопределённость задаётся через стандартные ошибки в логарифмическом масштабе для каждого индекса по годам. Она учитывается в результате применения Байесовского подхода в ППП «JABBA».

Приёмную ёмкость (K) установили около максимальной биомассы по учётным съёмкам в пределах 99% доверительного интервала от 250 тыс. т до 600 тыс. т, что значительно выше учётной биомассы макрурусов в восточной части Берингова моря около 215,116 тыс. т с $CV = 0,111$ в 2023 г. [Siwicke, 2024] и в скорректированной версии по REMA, в которой она составила 224,826 тыс. т в пределах от 173,185 до 291,839 тыс. т [Siwicke, 2024]. Диапазон априорной K переводится примерно на уровень средней около 396,7 тыс. т при $CV = 0,222$, что является информативным, но стабилизирует масштаб в рамках прежних допущений о величине биомассы макрурусов в Западно-Беринговоморской зоне [Кулик и др., 2023].

Коэффициент популяционного роста (r) установили в результате метаанализа [Thorson et al., 2023] около 0,045, задав малоинформативное стандартное отклонение $SD(Ln(r)) = 0,5$. Уровень биомассы (B) в 1996 г. относительно K (psi) предположили на уровне 0,5 при $SD(Ln(psi)) = 0,5$, т.к. в то время и уловы и уровень биомассы в ближайшие годы были низкими не только в западной, но и в восточной части Берингова моря, Алеутских о-вов и в зал. Аляски [Rodgveller, Siwicke, 2020].

Вид априорных и апостериорных распределений основных параметров показан на рисунке 10. Старт настройки обобщённой модели (Пелла-Томлинсона) осуществлён с параметром формы, сводящим её к модели Шефера ($m = 2$), но с заданием информативного $CV = 0,25$. В ранее опубликованной работе по ориентирам для макрурусов было показано, что сценарий № 2, сближающий обобщённую модель из сценария № 1 с Шеферовской, менее оптимален [Кулик и др., 2023]. Однако, в более современном исследовании предпочтительных B_{MSY}/K ориентиров отмечено, что чаще всего B_{MSY}/K ориентиры стремятся к 0,4 в независимости от продолжительности жизни (темпов роста) рыб, но при замене зависимостей пополнения по Рикеру и Бивертону-Холту на хоккейную клюшку проявляется ожидаемое биологами увеличение B_{MSY}/K ориентиров при увеличении продолжительности жизни (снижении темпов роста) рыб [Cattoni et al., 2024]. Таким образом, считаем оправданным сжатие априорного распределения B/K к более высокому значению (около 0,5), чем находилось ранее (около 0,4).

Перелов по пополнению задан равным $0,25 \times K$, а вылов дан с оценкой его занижения по $CV = 0,1$.

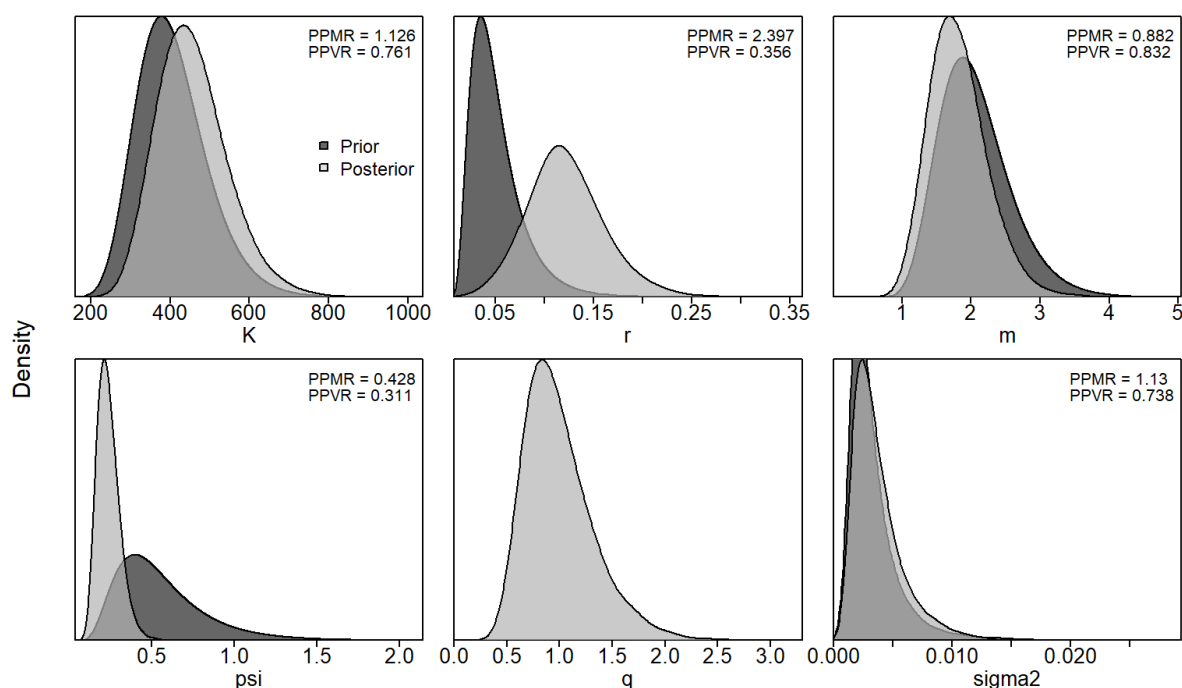


Рис. 10. Плотность априорных (Prior) и апостериорных (Posterior) распределений ключевых параметров в ППП «ЈАВВА» (K , r , m), psi – отношение нерестовой биомассы к приёмной ёмкости в первый год наблюдений, q – коэффициент улавливаемости индекса REMA (VAST), $sigma2$ – дисперсия процесса, $PPMR$ – отношение апостериорного среднего к априорному, $PPVR$ – отношение апостериорной дисперсии к априорной

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104 требует проводить ретроспективный анализ – это результаты применения модели с последовательным укорачиванием рядов входных данных, начиная с

терминального года, как доказательство устойчивости полученных оценок при использовании математических моделей динамики численности. ППП «JABBA» – это математическая модель динамики численности, интегрированной в виде биомассы, настраиваемая через отношения динамики биомассы к приёмной ёмкости [Winker et al, 2018].

Таким образом, ретроспективный анализ состояния запаса здесь проводится согласно требованиям приказа. Мы последовательно укорачивали ряды наблюдений до 7 лет в прошлое для оценки показателя Боба Мона (ρ) [Mohn, 1999]. В отличие от предыдущего материала ОДУ здесь более не требуется дополнительное сжатие априорных распределений для проведения ретроспективного анализа, т. к. полная настройка оказалась достаточно определённой. Параметры модели прибавочной продукции и ориентиры управления всё ещё находятся в широких доверительных интервалах (табл. 3).

Таблица 3

**Оценки некоторых параметров и ориентиров модели прибавочной продукции
Пелла-Томлинсона, полученные в ППП «JABBA»**

Параметр	Медиана	Нижняя граница доверительного интервала	Верхняя граница доверительного интервала
K , тыс. т	447,739	308,763	655,658
r	0,119	0,052	0,208
ρ	0,232	0,137	0,397
σ	0,056	0,035	0,099
m	1,774	1,129	2,755
F_{MSY}	0,069	0,027	0,111
B_{MSY} , тыс. т	212,239	140,713	323,300
MSY , тыс. т	14,365	5,997	24,220
B_{2024}/B_{MSY}	1,304	0,760	1,993
F_{2024}/F_{MSY}	0,350	0,150	0,864

Значимых отклонений в динамике биомассы (B) и её эксплуатации (F), требующих упреждающей коррекции, не обнаружено (рис. 11). Показатель Мона ρ находится в допустимых пределах, но наблюдаются незначительные смещения масштаба биомассы и зависящих от неё показателей.

Судя по состоянию запаса (B/B_{MSY}) и промысла (F/F_{MSY}) в ретроспективе (рис. 11) и в текущей оценке (рис. 12) значительного перелома по росту не наблюдалось. Вероятность того, что запас в 2024 г. всё ещё был в безопасной зоне ($B > B_{MSY}$ и $F < F_{MSY}$), находится в 83,3% вероятных относительных значений B и F , а в опасной зоне эксплуатации ($B < B_{MSY}$ и $F > F_{MSY}$) пока находится около 0,5% (рис. 13).

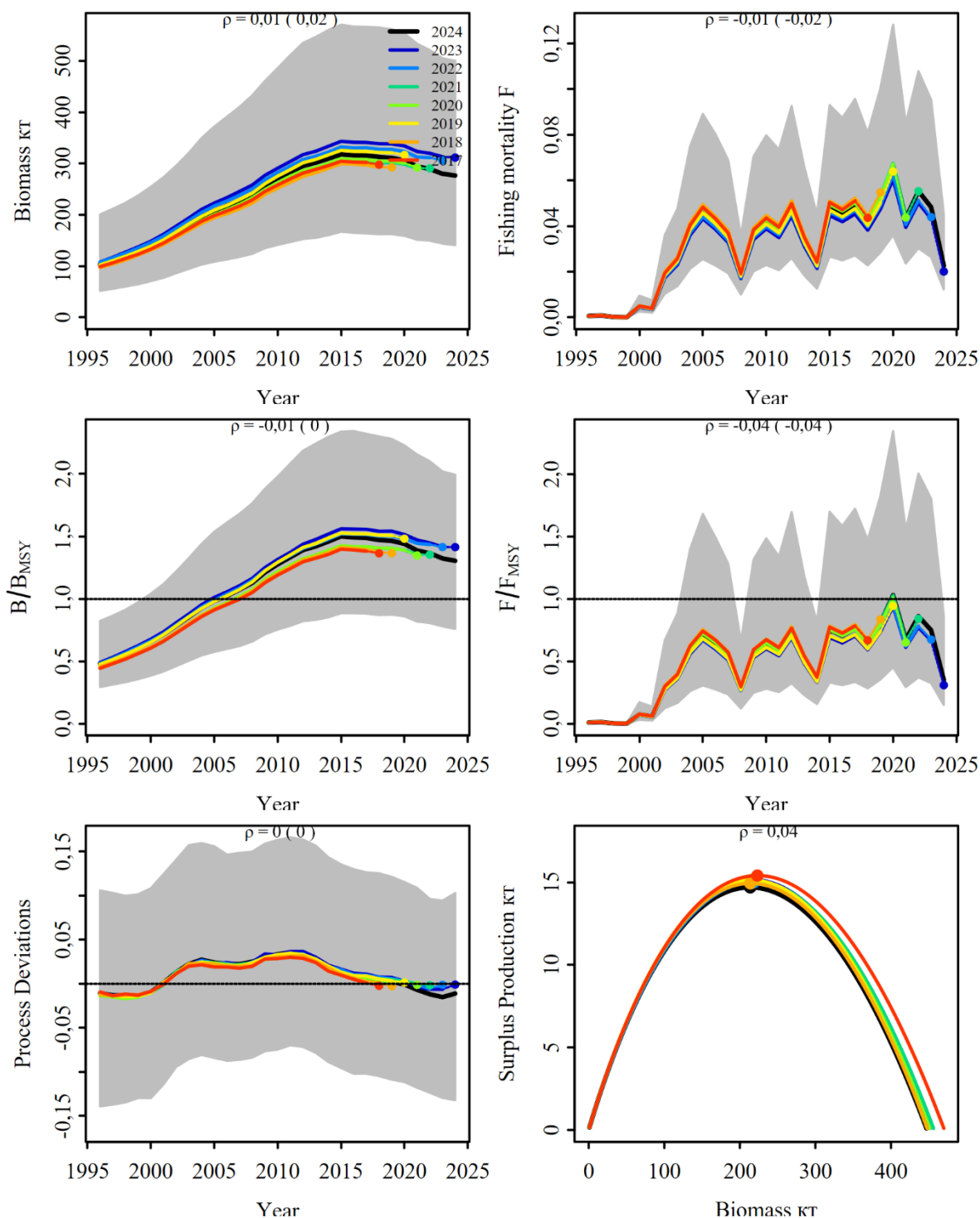


Рис. 11. Ретроспективный анализ настройки ППП «JABBA» для оценки запаса малоглазого макруруса (Biomass, тыс. т или кт) и его состояния (B/B_{MSY}), а также промысловой смертности (F или Fishing mortality) и состояния промысла (F/F_{MSY}), отклонения от стационарности биологического процесса (Process Deviations) и прибавочная продукция (Surplus Production) в Западно-Беринговоморской зоне. Здесь и далее значения показателя Мона ρ в скобках показывают его оценку в прогнозе на 1 год вперёд

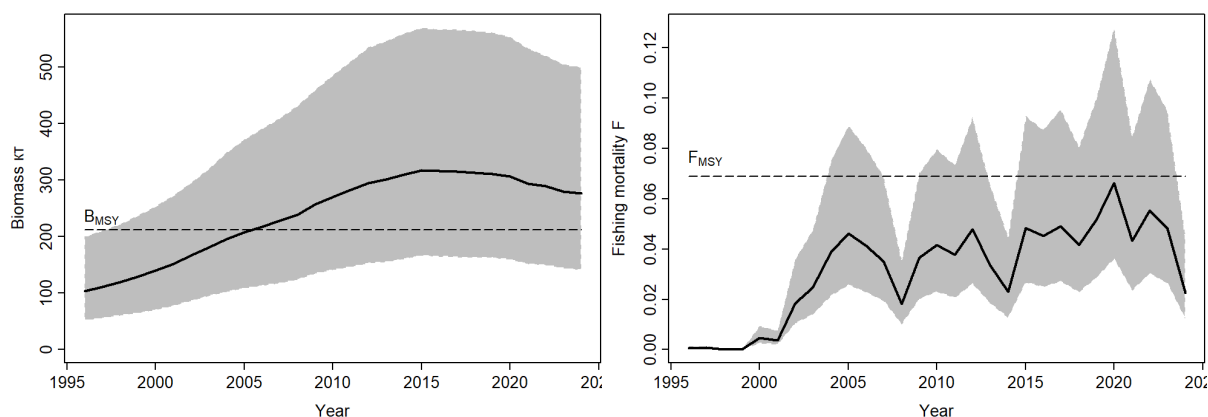


Рис. 12. Оценка биомассы малоглазого макруруса (Biomass) и её эксплуатации (Fishing mortality – F) в Западно-Беринговоморской зоне по годам (Year)

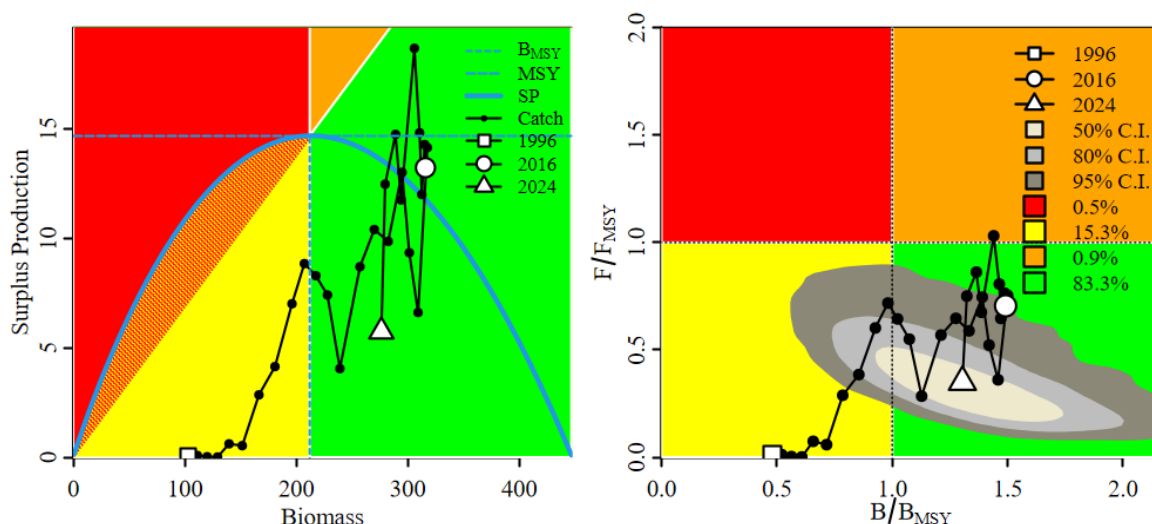


Рис. 13. Состояния запаса малоглазого макруруса в Западно-Беринговоморской зоне в абсолютном масштабе улова (Catch), биомассы (Biomass) и прибавочной продукции (Surplus production или SP) в тыс. т (слева), а также относительно MSY ориентиров с доверительными интервалами (% $C.I.$), показанными серой заливкой на графике Кобе (справа)

Определение биологических ориентиров

Обновление входных данных новым индексом – REMA (VAST) привело к незначительному изменению биологических ориентиров в сравнении с прежней и опубликованной настройкой, но медиана максимального устойчивого улова MSY незначительно повысилась с 12,013 тыс. т [Кулик и др., 2023] до 14,365 тыс. т (табл. 3).

С учётом широких доверительных интервалов оценок ориентиров взяты не их средние значения, а более робастные – медианные (табл. 3):

– граничный ориентир по промысловой смертности установили равным F_{MSY} , т.е. $F_{Lim} = 0,069$. Стоит напомнить, что в «JABBA» $F = C/B$, где C – это ВЫЛОВ;

- целевой коэффициент эксплуатации $F_{tr} = F_{pa}$
 $F_{pa} = F_{MSY} \times \exp(-1,645 \times s) = 0,069 \times \exp(-1,645 \times 0,349)$, т.е. $F_{tr} \approx 0,039$,
 где s — мера неопределённости F_{Lim} , а 1,645 — значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности $P_c = 0,95$ [Бабаян, 2000];
- целевой ориентир по биомассе $B_{tr} = B_{MSY} \approx 212$ тыс. т;
- граничный ориентир по биомассе B_{Lim} приняли равным $0,25 \times K = 0,25 \times 447,739$, т.е. $B_{Lim} \approx 112$ тыс. т по максимуму из известных ориентиров перелома по пополнению в продукционных моделях [Winker et al, 2018].

Обоснование правила регулирования промысла

Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], правило регулирования промысла (ПРП) определяется с определённой целью.

В связи с тем, что запас почти все годы в 21 веке находился выше B_{MSY} (рис. 12), и, вероятно, будет продолжать там находиться в ближайшей перспективе, форма ПРП в зоне ниже B_{MSY} сейчас не играет важной роли. Важнее установка целевого ориентира по эксплуатации.

Сначала проверены различные эмпирические ПРП в результате оценки стратегии управления с использованием рекомендуемого ФГБНУ «ВНИРО» ППП «DLMtool». С учётом полученных параметров и опубликованных могло бы быть проверено 42 ПРП, но в результате 1000 испытаний прошли проверку только 29 (рис. 14).

Проверка 4 значительно различающихся ПРП, от обеспечивающих максимальный ОДУ для быстрорастущих рыб ($CCI = 13,53 \pm 1,23$ тыс. т) до низкого на уровне немногим ниже улова 2024 г. ($I_{target4} = 5,1 \pm 0,46$ тыс. т), показала, что последний ($I_{target4}$) сможет вывести более 50% (83,3%) состояний из опасных в безопасные в случае изначальной ошибки в определении состояния запаса (рис. 15).

Однако, при заданных параметрах уравнения роста ($L_{\infty} = 56,608$ см средней длины AC (AFL), $k = 0,02$ год⁻¹ и $t_0 = -6,27$ лет) [Hutchinson, Anderl, 2012] и $M = 0,078$ [Rodgveller, Siwicke, 2020], симуляции жизни рыб достигли 87 лет более чем в 1% случаев, что значительно больше заданного предела в 58 лет. Даже чёрный макрурус живёт до 73 лет [Andrews et al., 1999]. Следовательно, оценка стратегии управления в DLMtool требует пересмотра после уточнения параметров уравнения роста, что невозможно сделать без точных определений возраста, которые пока сложно получить [Бадаев и др., 2025].

Таким образом, испытание эмпирических ПРП в ППП «DLMtool», основанных на информации об уловах и параметрах уравнения роста, не считаем достаточно обоснованным.

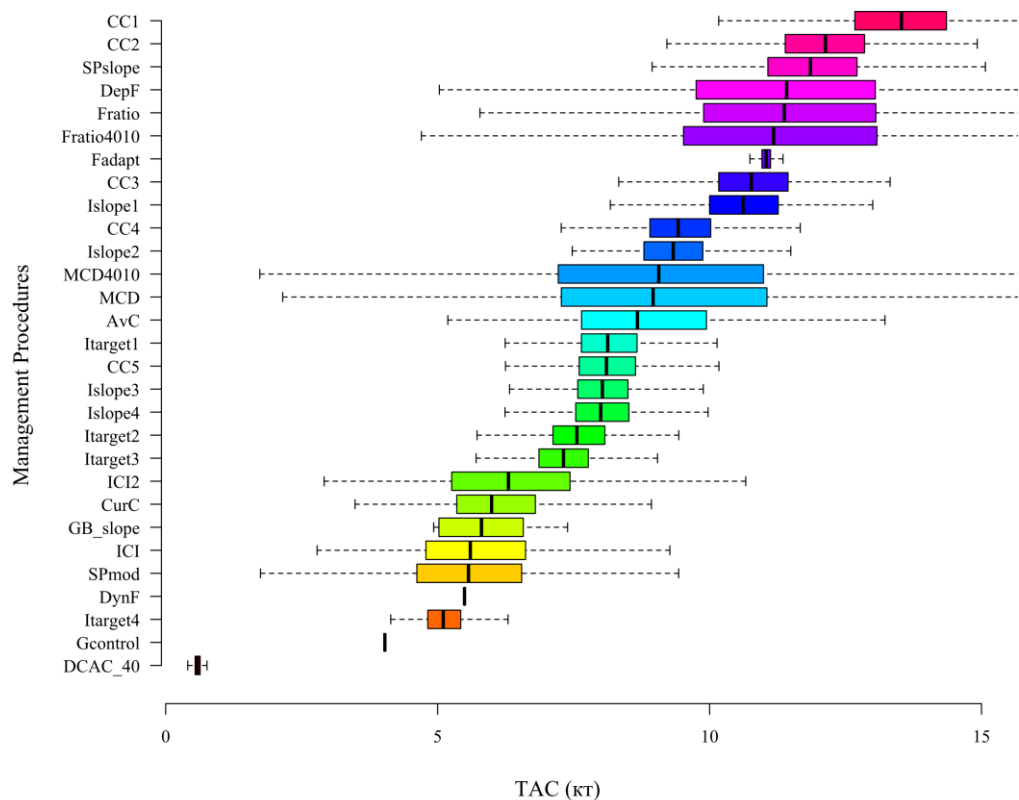


Рис. 14. Эмпирические ПРП (Management Procedures) по выделению ОДУ (ТАС) в DLMtool

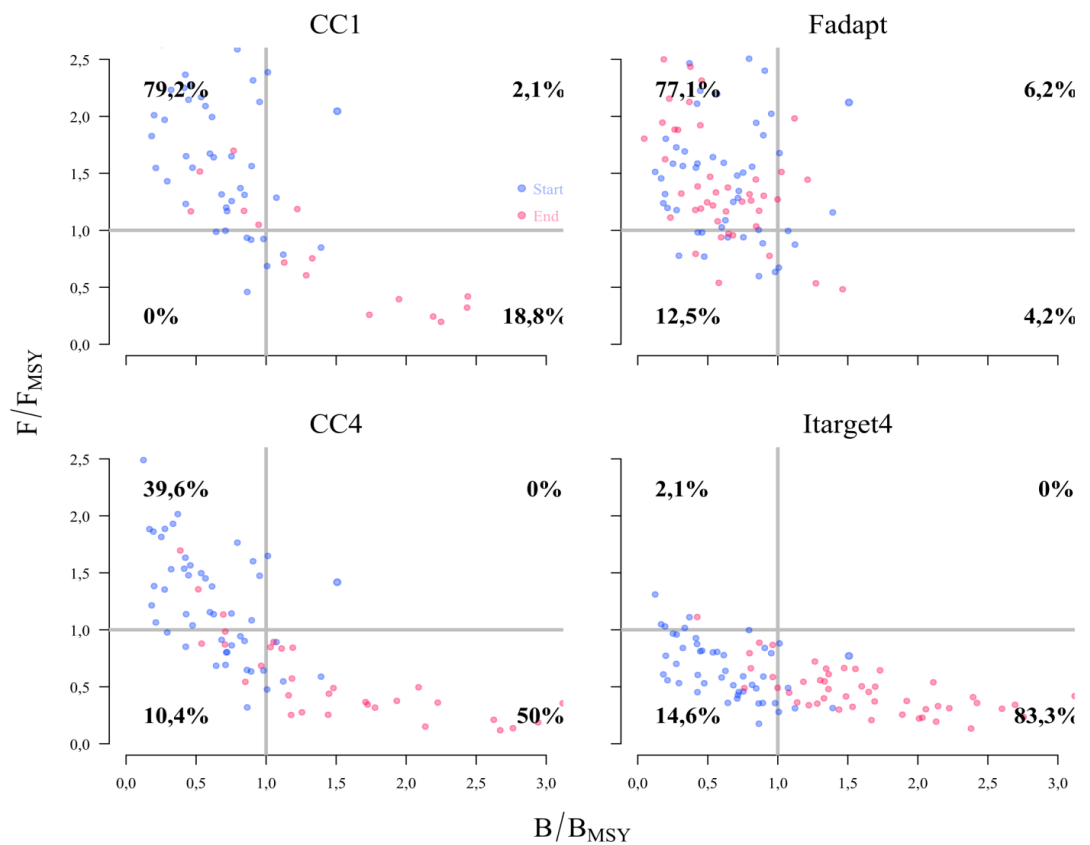


Рис. 15. Оценки рисков в симуляциях ПРП в DLMtool

В ППП «ЈАВВА» смогли испытать различные уровни вылова, включая утверждённый ОДУ на 2024 г. в 14,4 тыс. т (рис. 16). Выяснено, что этот ОДУ в 14,4 тыс. т позволяет сохранить риски перелома по пополнению до 20% лишь до 2036 г., а сохранение уровня вылова 2024 г. до 2050 г. имеет риск перелома по пополнению около 10%. Следовательно, необходимо снизить ОДУ.

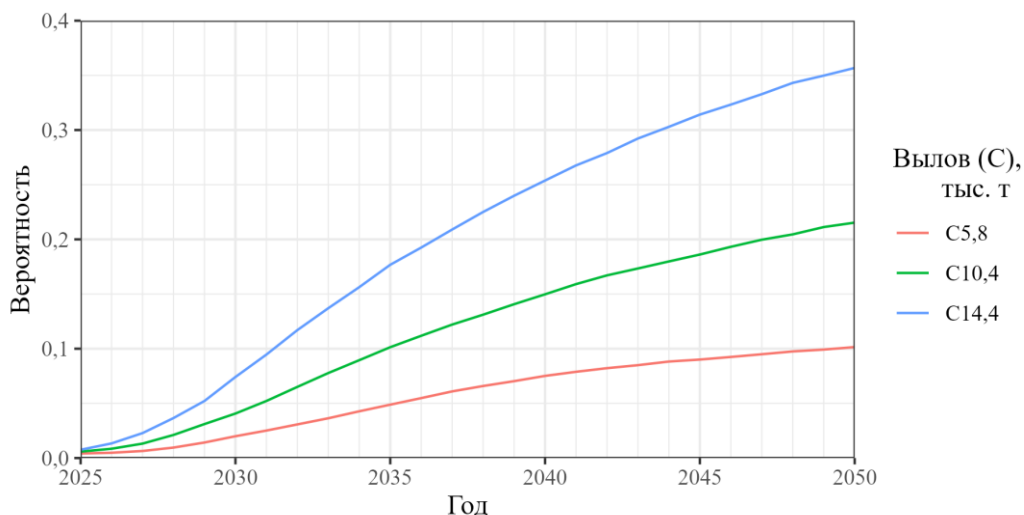


Рис. 16. Вероятность нахождения биомассы ниже B_{Lim} в прогнозах до 2050 г. при постоянном изъятии уловов C в тыс. т (кТ) по оценкам в ППП «ЈАВВА» с учётом авторегрессии в ошибках процесса

Предлагаем кусочно-линейное ПРП, которое будет пропорционально снижать рекомендуемую долю изъятия запаса при снижении биомассы ниже целевого ориентира.

Аналитическая форма кусочно-линейного ПРП выражается по зонам состояния запаса согласно следующим формулам [Методические рекомендации, 2018]:

$$\text{I} - F_i = 0, \text{ при } B_i < B_{Lim},$$

$$\text{II} - F_i = (F_{tr} - F_0) \times (B_i - B_{Lim}) / (B_{tr} - B_{Lim}) + F_0, \text{ при } B_{Lim} < B_i < B_{tr},$$

$$\text{III} - F_i = F_{tr} = \text{const}, \text{ при } B_i > B_{tr},$$

где: F_i – рекомендуемая в прогнозный год величина промысловой эксплуатации; B_i – величина запаса в прогнозный год, тыс. т; B_{Lim} – граничный ориентир по биомассе, тыс. т; F_{tr} – целевой ориентир по промысловой эксплуатации; F_0 – рекомендуемая эксплуатация для проведения научных исследований, пока роли не играет и равна 0; B_{tr} – целевой ориентир по биомассе, тыс. т. Вариант реализации такого ПРП показан ниже (рис. 17).

Прогнозирование состояния запаса

В условиях всей неопределённости по параметрам (табл. 3) практически невозможно предсказать какую-либо конкретную динамику запаса, а, следовательно, и его точного состояния. Однако можно оценить их вероятный разброс и математическое ожидание, например, в зависимости от

различных уловов в перспективе, например, до 2050 г. с учётом выявленной автокорреляции в ошибках процесса (рис. 18).

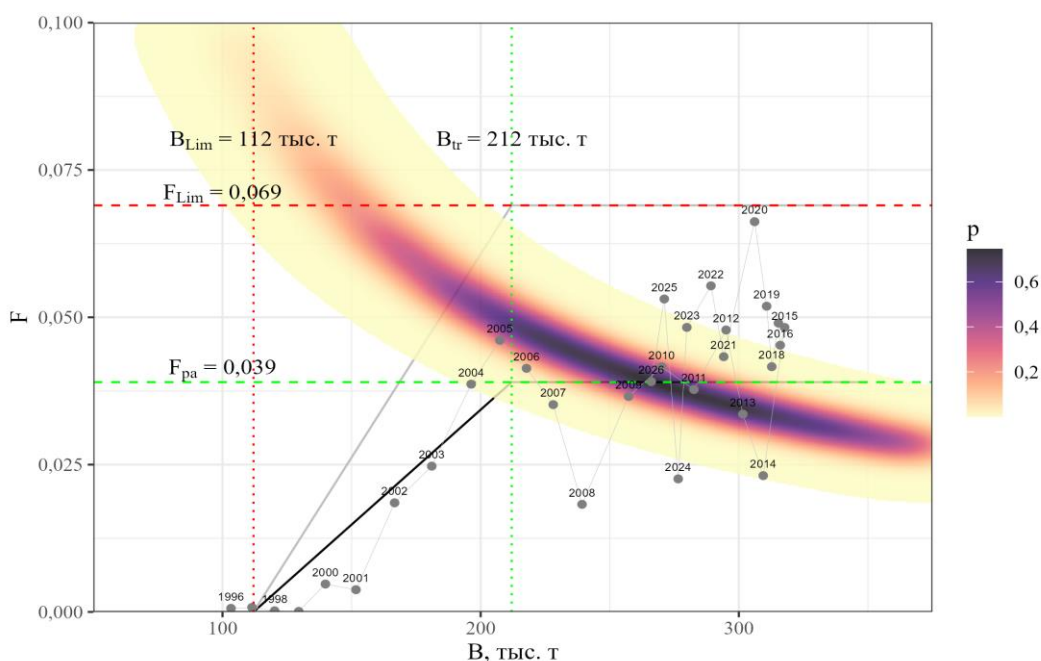


Рис. 17. Реализация ПРП до 2026 г. при ОДУ 14,4 тыс. т, где density – соответствует плотности соответствующих апостериорных оценок в 2026 г.

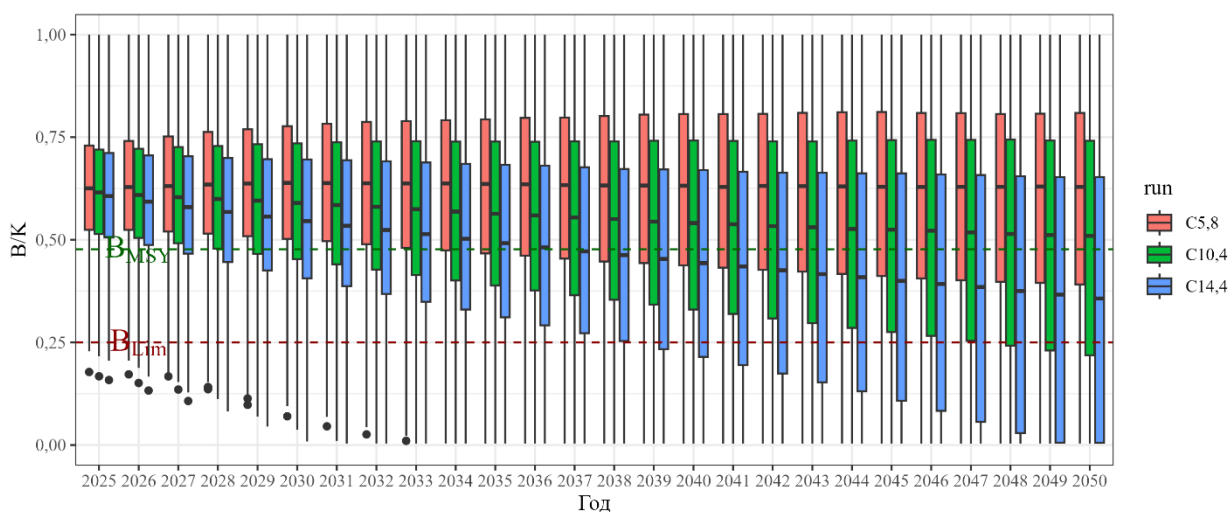


Рис. 18. Прогноз состояния запасов макрурусов в Западно-Беринговоморской зоне, рассчитанный в различных прогонах (run) при постоянном улове C в тыс. т в ППП «JABBA» в последующие годы с учётом авторегрессии в ошибках процесса. Ящиками показаны межквартильные интервалы (IQR), а усами $1,5 \cdot \text{IQR}$

В среднем выходит, что при сохранении ОДУ 2025 г. (14,4 тыс. т) в 2026 г. и позже запас продолжит снижение, а медиана его оценок опустится ниже B_{MSY} в 2037 г., тогда вероятность перелома по пополнению поднимется выше 25% в 2039 г. Снижение ОДУ до вылова 2024 г. в 5,8 тыс. т стабилизирует запас на уровне выше целевого с минимальными рисками.

В 2026 г. биомасса, вероятно, будет находиться в пределах 50% доверительного интервала (50% C.I.) от 206 до 336 тыс. т с медианой около 266,09 тыс. т и средней около $279,5 \pm 101,5$ тыс. т SD при вылове в 2025 г. 14,4 тыс. т.

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Биомасса макрурусов в 2026 г., скорее всего, будет находиться выше B_{MSY} (рис. 18), т.е. состояние запаса не будет вызывать опасений.

Теоретически эксплуатация на целевом уровне должна способствовать стабилизации запаса. Следовательно, нужно рекомендовать эксплуатацию на целевом уровне (0,039), что при медиане биомассы в 2026 г., равной 266,09 тыс. т, даёт ОДУ, примерно равное 10,4 тыс. т.

Таким образом, рекомендуем по ПРП установить **ОДУ макрурусов в Западно-Беринговоморской зоне в 2026 г. равным 10,400 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

В настройке учтена вероятность занижения сообщённой величины вылова из-за потерь улова и расчёта улова от замороженной продукции. В среднем потери оценены около 6,5% в интервале от 6,3% до 6,7%.

В нашем распоряжении имеется всё вероятное распределение F_{tr} и B в 2026 г., а не только точечная оценка медианы, поэтому перемножили их апостериорные оценки в 2026 г. В итоге медиана апостериорного распределения ОДУ в 2026 г. будет находиться около 10,3 тыс. т в межквартильном интервале от 7,6 до 13,1 тыс. т. Рекомендуемый ОДУ, равный 10,4 тыс. т, имеет низкий риск перелова по росту и пополнению (рис. 18) и близок к медиане применения ПРП в пространстве состояний (рис. 19).

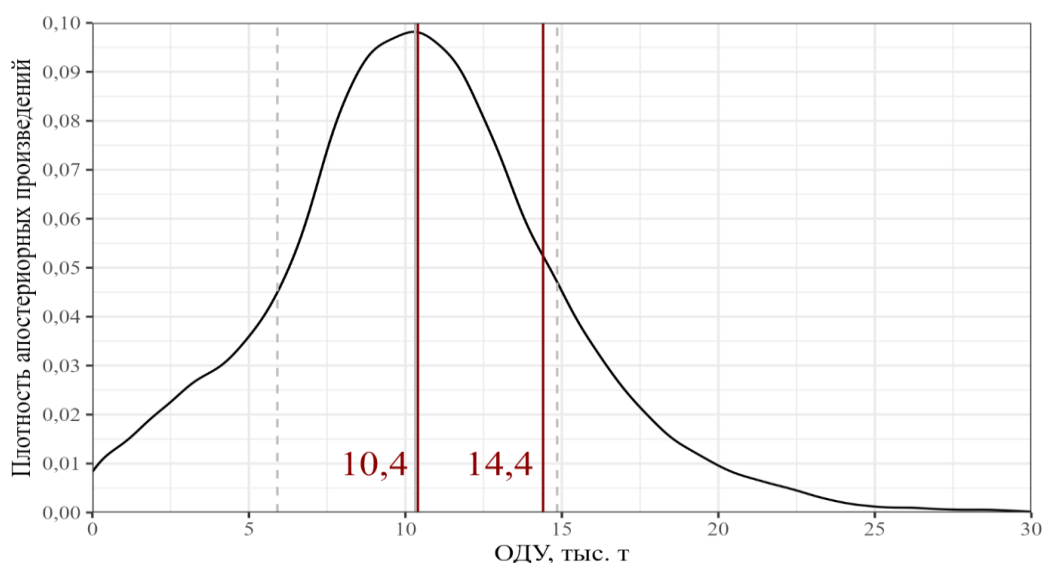


Рис. 19. Распределение ОДУ в 2026 г., вертикальные пунктирные линии показывают границы 70% C.I., серая вертикаль – медиану, а сплошная красная вертикаль – ОДУ, утвержденное на 2025 г. (14,4 тыс. т) и предложенное на 2026 г. (10,4 тыс. т)

Здесь учтена отрицательная тенденция авторегрессии в стохастических ошибках процесса, что приводит к высокой неопределённости прогноза (рис. 18). С учётом этой неопределённости предложенный ОДУ около 10,4 тыс. т – это фактически максимальный ОДУ, у которого риск перелова по пополнению вплоть до 2050 г. будет ниже 20% (рис. 20). С одной стороны это может показаться слишком пессимистичным подходом, но с другой стороны в восточной части Берингова моря, где целевой промысел макрурусов вообще запрещён, а их приловы крайне низки (около 1 тыс. т в год), биомасса макрурусов уже снизилась в разы за последние несколько лет не только в море, но и в прилежащем зал. Аляска до исторического минимума [Siwicke, 2024]. Следовательно, в глубоководной зоне Берингова моря происходит какой-то процесс, повышающий естественную смертность макрурусов. Таким образом, снижение ОДУ – объективная необходимость для сохранения запаса.

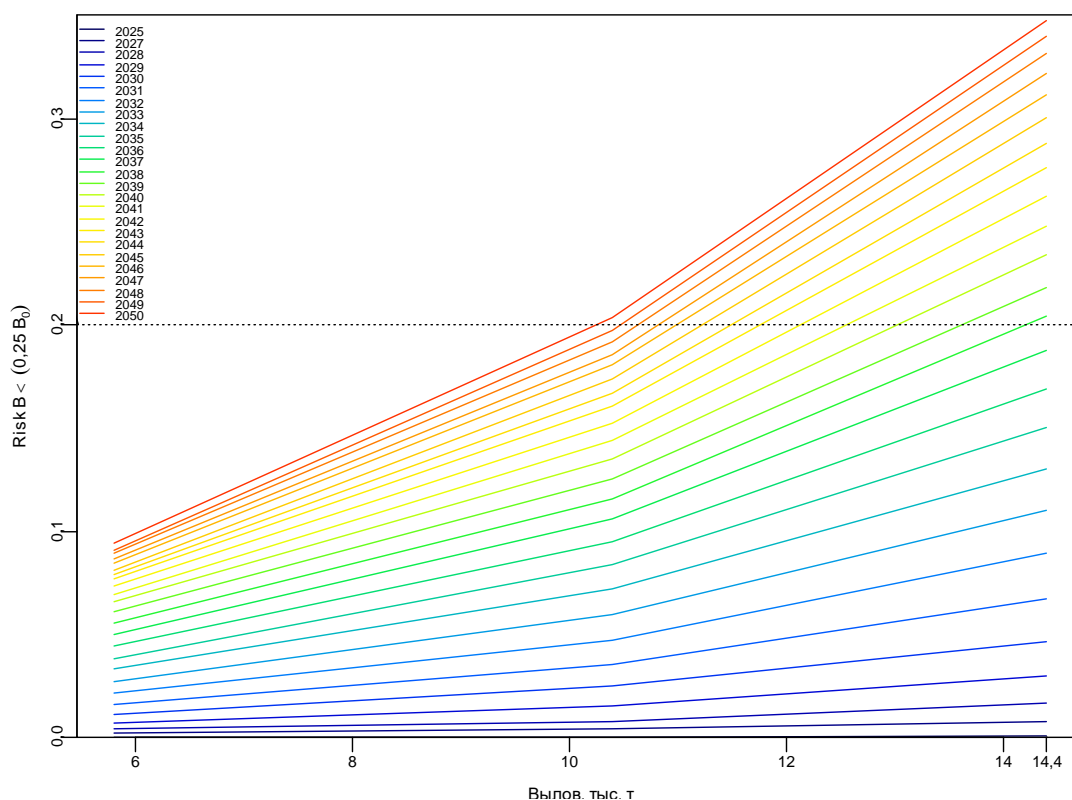


Рис. 20. Анализ риска перелова по пополнению ($B < 0,25 \times K$) в связи с различными постоянными уловами до 2050 г.

Статистическая диагностика настройки показала, что найденные в ППП «JABBA» оценки биомассы пересекли вероятные значения всех оценок индекса REMA во все годы (рис. 21).

Корень среднеквадратичной ошибки ($RMSE$) крайне низок (9,4%), а в тенденции в ошибках, оценённой локально взвешенной регрессией Loess, не видно продолжительного однонаправленного тренда (рис. 22).

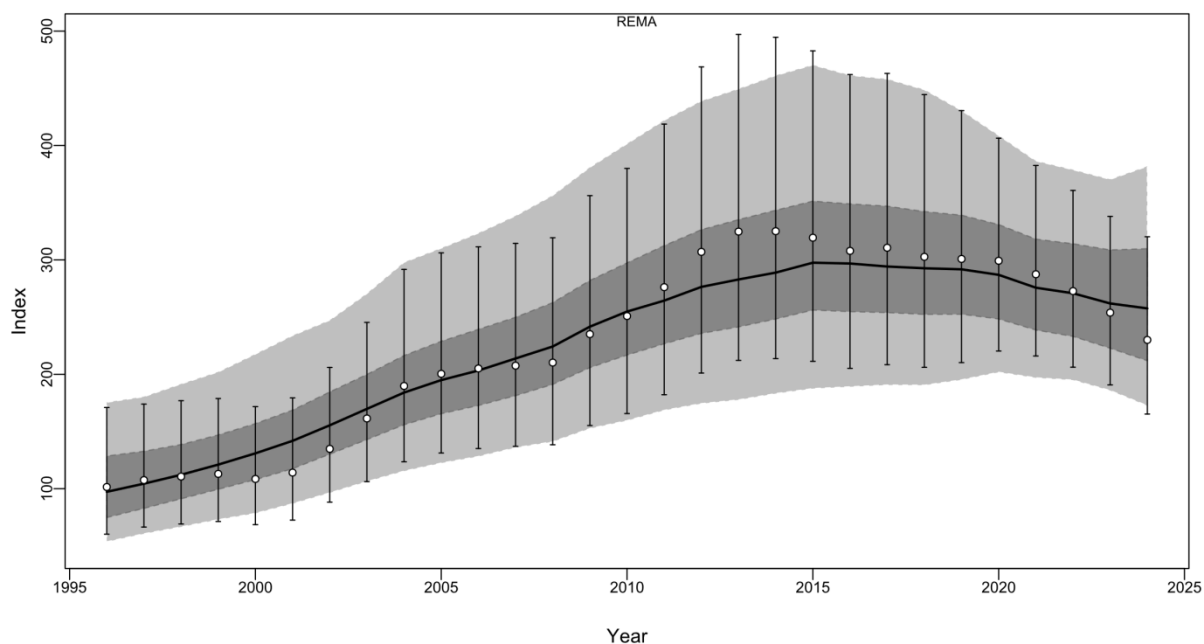


Рис. 21. Относительная динамика биомассы (чёрная кривая) с доверительными интервалами, показанными серой заливкой, в масштабе индекса REMA (Index), чьи доверительные интервалы показаны усами по годам (Year)

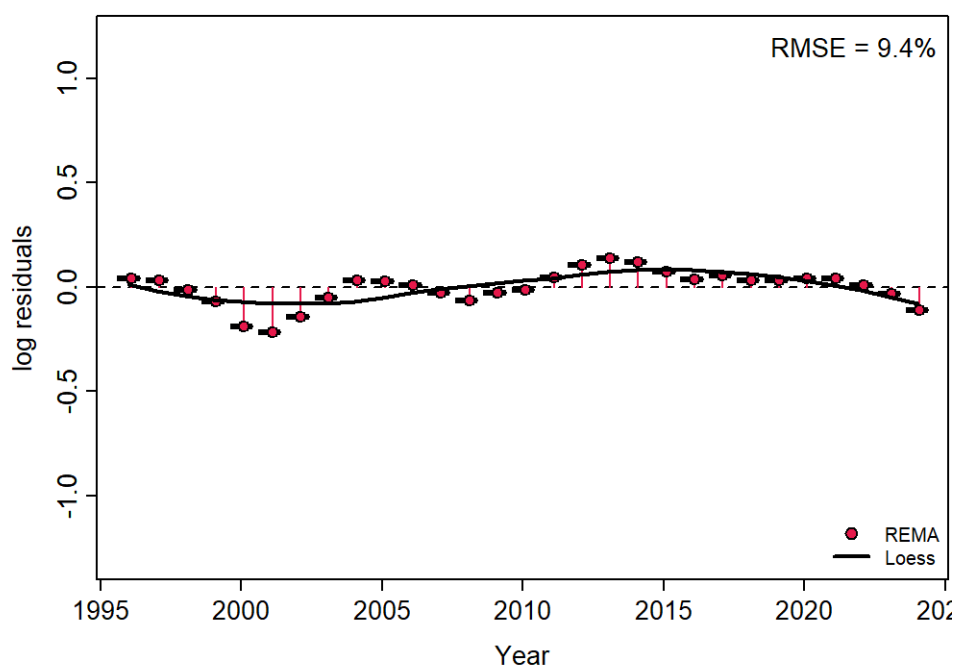


Рис. 22. Ошибки (residuals) в логарифмическом масштабе (log) индекса REMA и его аппроксимация по годам локально взвешенной регрессией (Loess)

Однако, индекс REMA не прошёл проверку автокорреляции ошибок поочерёдным тестом (рис. 23) и Байесовскую проверку ($p = 0,993$), что пересекает границу допустимых значений p (0,2–0,8).

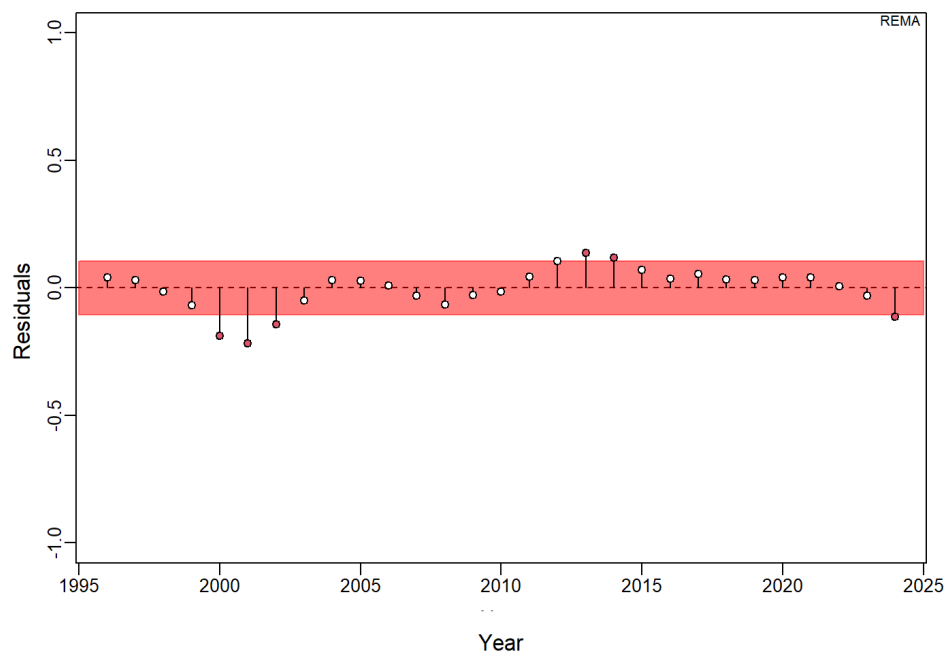


Рис. 23. Проверка значимости сцепленности аномалий в индексах поочерёдным тестом

Относительная ошибка прогноза $MASE_{adj} = 0,54$, что меньше 1 (рис. 24). Следовательно, настроенная «JABBA» прогнозирует лучше авторегрессии первого порядка после учёта смещения в индексе, но хуже без этой коррекции, т.к. $MASE > 1$.

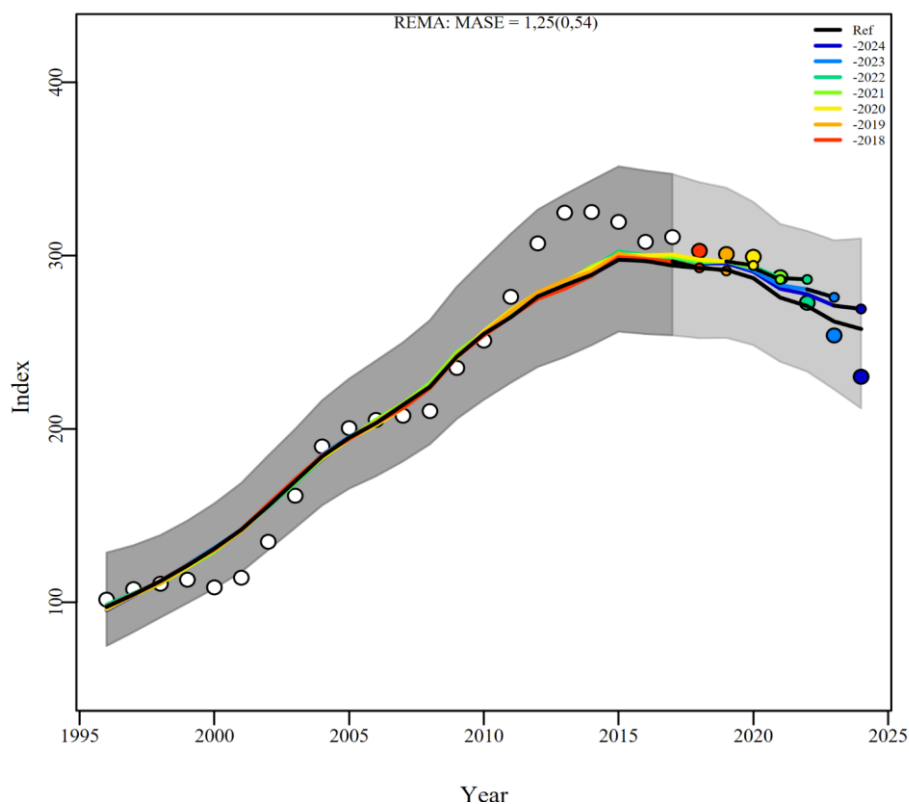


Рис. 24. Проверка скользящих прогнозов по относительной ошибке MASE и после коррекции смещения – $MASE_{adj}$, показан в скобках

Итак, входные данные были достаточно информативными, чтобы апостериорные распределения заметно сместились от априорных (рис. 10). При этом гипотеза о высокой девственной биомассе в пределах 250–600 тыс. т снова подтверждена, как по медиане в 447,7 тыс. т, так и по верхнему пределу в 655,7 тыс. т доверительного интервала (табл. 3).

Диагностика модели в ППП «JABBA» показала, что все 16 запущенных цепочек МСМС после 10000 итераций на разогрев и прогона в 100000 итераций, из которых сохранялась каждая сотая оценка, устоялись.

61.02 - Зона Восточно-Камчатская

61.02.1 - Карагинская подзона

61.02.2 - Петропавловско-Командорская подзона

Исполнитель: В.В. Кулик («ТИНРО»)

Куратор: А.В. Согрина (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Промысловые скопления малоглазого макруруса на материковом склоне у восточной Камчатки известны давно [Новиков, 1970; Тупоногов, 1986, 1991 и др.]. После почти 20-летнего перерыва в проведении специальных исследований по состоянию сырьевых ресурсов макрурусов и других глубоководных рыб Карагинской подзоны в сентябре 2018, 2020 и 2024 гг. проведены 3 небольшие донные траловые съемки (ДТ) в верхней части диапазона обитания макрурусов по 17 тралений с минимальным обилием в 2024 г. (табл. 4). В 2009 и 2018 гг. на глубинах до 951–1350 м были выполнены небольшие донные траловые съемки в Петропавловско-Командорской подзоне (табл. 5).

Таблица 4

Биомасса малоглазого макруруса в Карагинской подзоне по оценкам донных траловых съёмок в 1996, 2018, 2020, 2024 гг., тыс. т

	1996 г.	2018 г.	2020 г.	2024 г.
Биомасса по съёмке на учетной площади	4,15*	18,85	35,3	32,32
Биомасса общая с учётом необследованных акватории и глубин	40,0	40,0	60,0	—
Биомасса промысловая расчётная (глубины 300–1200 м) на общей площади	20,0	20,0	40,0	—
Учётная площадь съёмки, км ²	1730	1197	1320	6915
Диапазон глубин съёмки, м	300-500	300-600	249-579	235-595
Количество тралений	23	17	17	17
Обилие, тыс. т/км ²	0,002	0,016	0,027	0,005

* - съёмка 1996 г. очень невелика по охвату глубин, не захватывает даже глубин начала образования скоплений макруруса

Биомасса малоглазого макруруса в Петропавловско-Командорской подзоне по оценкам донных траловых съёмок в 2009 и 2018 гг., тыс. т

	2009	2018
Биомасса по съёмке на учетной площади	21,647	85,88
Биомасса общая с учетом необследованных акватории и глубин	50,0	90,0
Биомасса промысловая расчётная (глубины 300–1350 м) на общей площади	Не менее 10,0	
Учетная площадь съёмки, км ²	1580	1981
Диапазон глубин, м	450-1350	347-951
Количество тралений	26	28

В 2024 г. просмотрено всего 9 ярусопостановок научным наблюдателем на ЯМС «Восток-3» в Карагинской подзоне. Считаем такое количество недостаточным для каких-либо выводов, характерных для всей зоны за весь 2024 г.

Полученные ранее данные послужили опорой для оценки биомассы запаса наряду с результатами более полных учетных донных траловых съёмок 1989–1997 гг. (НИС «Дарвин», «Профессор Леванидов», «Шурша»).

Кроме этого, для прогноза привлечены:

– результаты учетных донных траловых съёмок части верхнего отдела материкового склона на глубинах от 150–300 до 400–500 м летом-осенью 1999, 2000 гг. (НИС «ТИПРО», «Профессор Кагановский»);

– результаты учетных донных траловых съёмок части материкового склона, выполненных на НИС «Профессор Леванидов» в июле-августе 2018 г. (28 тралений на глубинах 450–951 м) и в марте-мае 2009 г. (26 тралений на глубинах 347–1350 м);

– информация о количественном и качественном составе макрурусов в уловах, его распределении, биологическом состоянии при ведении ярусного лова в 1989–2021 гг., собранная наблюдателями в рамках ресурсных исследований (последние из них: 2017 и 2019, 2020 гг. – ЯМС «Восток-4», в 2021 г. – ЯМС «Восток-7» и ЯМС «Восток-3» в 2023 и 2024 гг.);

– материалы рыбопромысловой статистики по макрурусу по данным судовых суточных донесений (ССД) за 1996–2024 гг., которые включают все уловы в ССД, в т.ч. от наблюдателей ФГБНУ «ВНИРО», обзор которых был опубликован [Согрина и др., 2022]

Информация о вылове и освоении ОДУ показана в таблице 6.

При донных траловых съёмках на глубинах до 600–700 м в уловах преобладает малоглазый макрурус, в прилове отмечается пепельный макрурус. В многолетнем плане распределение уловов этих макрурусов на различных глубинах имеет сходный характер, но в 2024 г. эффективность их лова снизилась в разы (табл. 7).

Таблица 6

Вылов, ОДУ и его освоение в подзонах Карагинской (61.02.1) и Петропавловско-Командорской (61.02.2), а также в сумме: в зоне Восточно-Камчатской (61.02)

Год	61.02.1, вылов, т	61.02.1, ОДУ, т	61.02.1, освоение, %	61.02.2, вылов, т	61.02.2, ОДУ, т	61.02.2, освоение, %	61.02, вылов, т	61.02, ОДУ	61.02, освоение, %
1996	4,400	2000	0,22	1,600			6,000	2000	0,30
1997	190,590	2000	9,53	3,300			193,890	2000	9,69
1998	0,490	2000	0,02	4,280			4,770	2000	0,24
1999	4,173	2000	0,21	10,680			14,853	2000	0,74
2000	20,000	2000	1,00	0,394			20,394	2000	1,02
2001	680,000	2000	34,00	18,861			698,861	2000	34,94
2002	520,000	2000	26,00	116,449			636,449	2000	31,82
2003	620,000	2000	31,00	386,614			1006,614	2000	50,33
2004	1157,163	2000	57,86	37,168			1194,331	2000	59,72
2005	580,000	2000	29,00	0,750			580,750	2000	29,04
2006	410,653	2000	20,53	0,000			410,653	2000	20,53
2007	450,000	2000	22,50	0,000			450,000	2000	22,50
2008	258,000	2000	12,90	0,000			258,000	2000	12,9
2009	590,000	2000	29,50	0,000			590,000	2000	29,5
2010	738,000	2000	36,90	0,000			738,000	2000	36,90
2011	870,000	2000	43,50	0,000			870,000	2000	43,50
2012	672,000	2000	33,60	133,000	150	88,67	805,000	2150	37,44
2013	884,000	2000	44,20	2,000	150	1,33	886,000	2150	41,21
2014	717,000	2000	35,85	0,000	150	0,00	717,000	2150	33,35
2015	1575,000	2000	78,75	0,000	150	0,00	1575,000	2150	73,26
2016	1191,000	2000	59,55	0,000	150	0,00	1191,000	2150	55,40
2017	1824,000	2000	91,20	0,000	300	0,00	1824,000	2300	79,30
2018	1895,000	2000	94,75	174,000	300	58,00	2069,000	2300	89,96
2019	948,000	2000	47,40	281,000	300	93,67	1229,000	2300	53,43
2020	2678,000	3000	89,27	493,000	500	98,60	3171,000	3500	90,60
2021	1809,000	3000	60,30	394,000	500	78,80	2203,000	3500	62,94
2022	1666,000	4000	41,65	495,000	500	99,00	2161,000	4500	48,02
2023	3351,351	4000	83,78	492,191	500	98,44	3843,542	4500	85,41
2024	2590,149	4800	53,96	479,048	600	79,84	3069,197	5400	56,84

Основные биологические характеристики, в частности – преобладающие размерные группы, особенности распределения, районы нагула, нереста и образования скоплений макрурусов, сроки нагула, нереста в Карагинской подзоне и в Западно-Беринговоморской зоне сходны.

Малоглазый макрурус при проведении донных траловых съемок в Петропавловско-Командорской подзоне в марте-апреле 2009 г. и июле-сентябре 2018 г. встречался на всем протяжении склона на глубинах от 347–450 м до максимально исследованных в этих рейсах 951–1350 м.

Уловы макрурусов на материковом склоне в Олюторском заливе при донных траловых съемках в 1993, 1996, 2018 и 2024 гг., т/час траления

Период работ	Вид макруруса	Глубина, м			
		300-400	400-500	500-600	600-700
Август 1993 г.	Малоглазый	0,01	0,01	0,02	0,10
	Пепельный	-	0,01	0,01	0,05
	Ср.общий улов	1,11	0,59	0,33	0,30
Октябрь 1993 г.	Малоглазый	0,41	0,11	0,15	
	Пепельный	-	-	<0,01	н.д.
	Ср.общий улов	1,10	0,76	0,47	
Сентябрь 1996 г.	Малоглазый	0,72	1,06		
	Пепельный	-	-	н.д.	н.д.
	Ср.общий улов	1,49	1,38		
Сентябрь 2018 г.	Малоглазый	0,05	1,3	0,85	.
	Пепельный	-	<0,01	0,45	н.д.
	Ср.общий улов	1,23	1,79	2,74	
Сентябрь 2024 г.	Малоглазый	0,03	0,23	0,01	
	Пепельный	0	0,002	0,06	н.д.
	Ср.общий улов	0,03	0,23	0,16	

Примечание: н.д. – нет данных

Межгодовые изменения биологических характеристик вызваны преимущественно разными периодами, участками и глубинами сбора данных, величиной выборок. До настоящего времени специализированный промысел макрурусов в Петропавловско-Командорской подзоне почти не проводился. Макрурусы добывались в небольших количествах как прилов при донном траловом, ярусном и сетевом промысле других донных рыб. Можно допустить, что в Петропавловско-Командорской подзоне обитает лишь крайняя часть запаса из Карагинской подзоны. Следовательно, рассматривать её отдельно при отсутствии надёжных доказательств независимости данной части запаса как популяции, не имеет практического смысла. По данным ССД оценён стандартизированный в GLM индекс *CPUE* за 1996–2024 гг. с учётом различий по подзонам (рис. 25). Отличие от формулы 1, использованной в аналогичной задаче в Западно-Беринговоморской зоне, заключалось лишь в добавлении фактора стандартизации для подзон. Этот фактор имел незначительное влияние, но снижал информационный критерий, поэтому не был отброшен. Настроенная GLM описала 56,1% девианса, из которых на долю месяцев пришлось 10,3%, подзон менее 1%, а на долю кодов судов 26,5%. Их влияние изменялось по годам, как и состав флота (рис. 26).

Следовательно, стандартизация является обязательной, а без неё уловы на усилие будут ещё хуже отражать динамику биомассы.

В целом, уровень информационного обеспечения – II. Корреляция между индексами, стандартизированными в подзонах отдельно высоко значима статистически ($p < 0,05$), а по раздельности ошибки индексов в логарифмическом масштабе оказываются выше 1 и появляются аномальные

отклонения, что делает отдельные индексы неинформативными, поэтому использовали общий индекс численности. С общим индексом теснее связан индекс Карагинской подзоны ($r = 0,91$, $p < 0,001$). Таким образом, общий индекс тоже характеризовался сильными колебаниями, несвойственными долгоживущим рыбам.

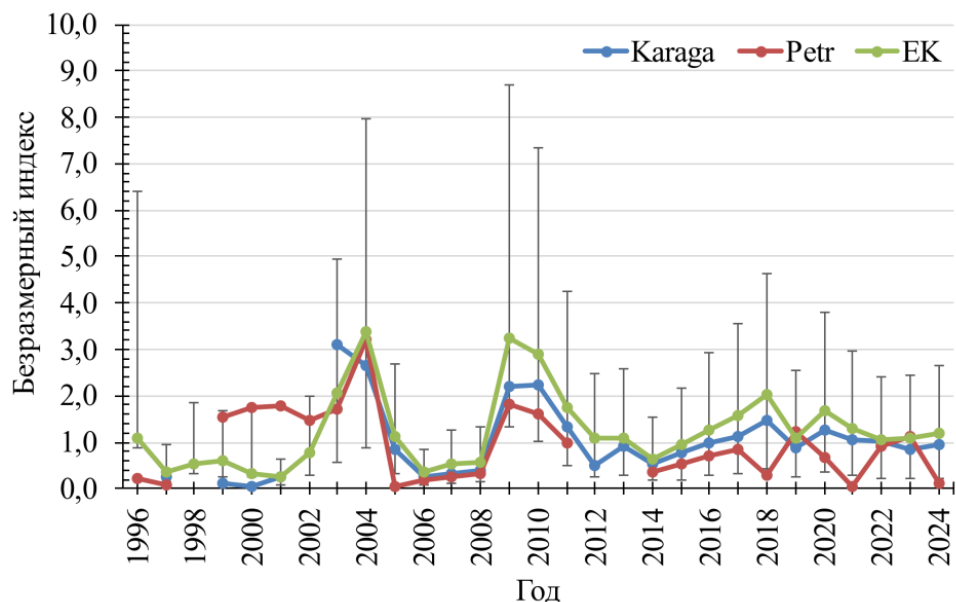


Рис. 25. Стандартизированный в GLM индекс *CPUE* по годам для Восточно-Камчатской зоны в целом (ЕК) с усами, показывающими его 95% доверительные интервалы, в сравнении индексами стандартизированными отдельно для подзон: Karaga – Карагинская, Petr – Петропавловско-Командорская

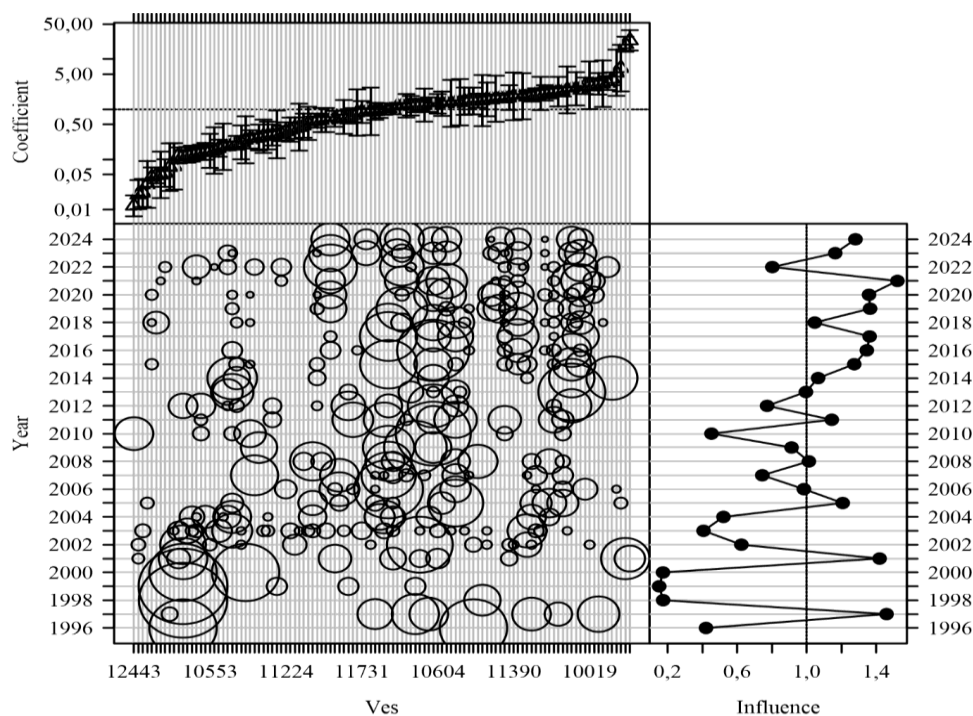


Рис. 26. Влияние (Influence) [Bentley et al., 2011] коэффициентов (Coefficient) кодов судов (Ves) в GLM по годам (Year)

Применение модели REMA позволило сгладить колебания индексов и заполнить пропуски на их основе в динамике биомассы по подзонам (рис. 27).

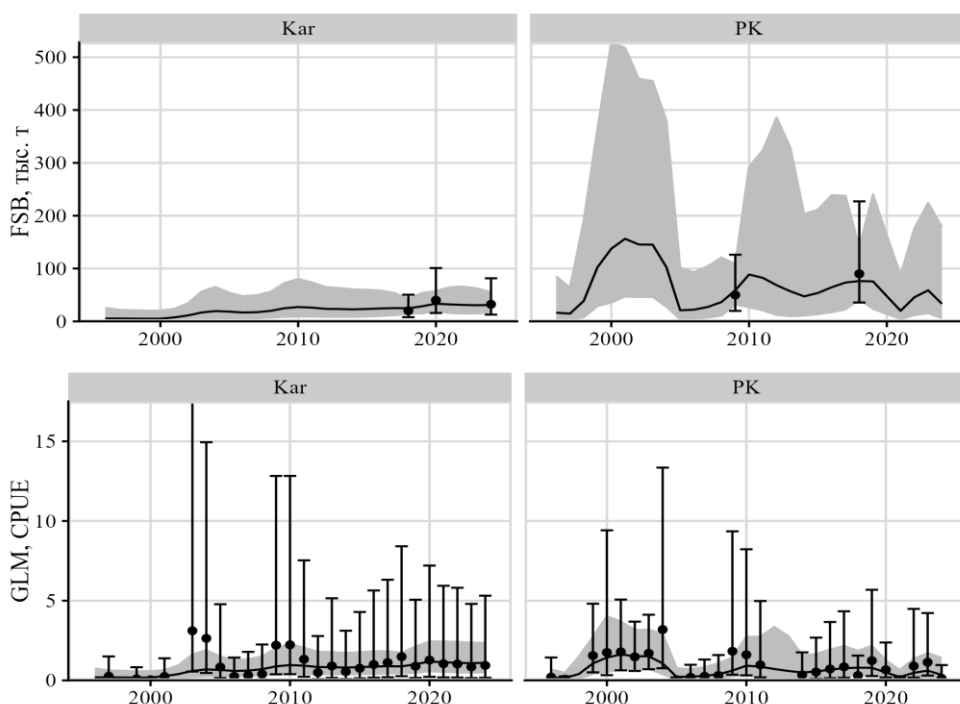


Рис. 27. Динамика индексов с доверительными интервалами в виде усов для биомассы промыслового запаса по ДТ съёмкам (сверху) и *CPUE* в GLM (снизу), а также результат их объединения в REMA – чёрная кривая с доверительным интервалом, показанным серой заливкой, где Кар – Карагинская, РК – Петропавлоско-Командорская

Данная модель позволяет оценить перераспределение биомасс по районам по годам на основе полученных взаимно скорректированных индексов (рис. 28).

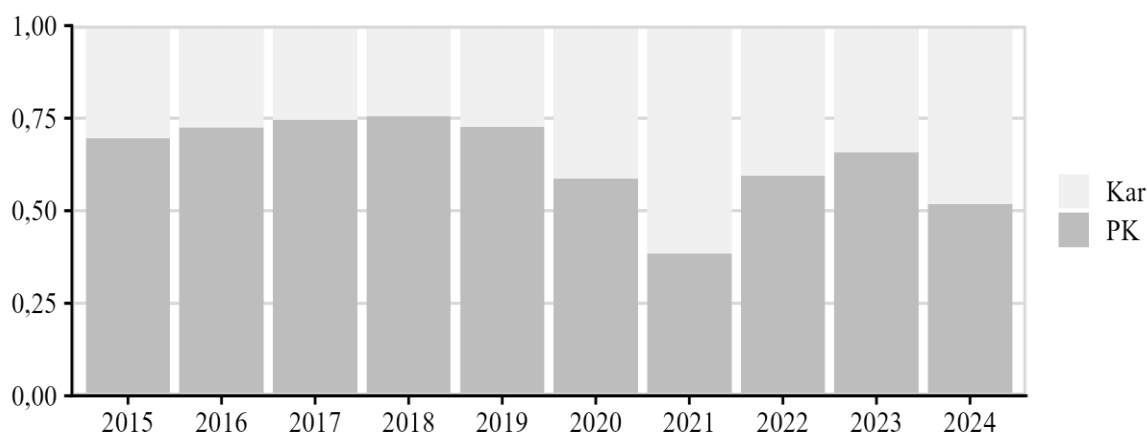


Рис. 28. Динамика доли промыслового запаса маркруров Восточно-Камчатской зоны по научным ДТ съёмкам в REMA, где Кар – Карагинская, РК – Петропавлоско-Командорская подзона

Обоснование выбора методов оценки запаса

Генетические исследования, подтверждающие независимость популяций в рамках подзон Восточно-Камчатской зоны, не существует, поэтому оцениваем данную единицу запаса в рамках одной зоны, следуя опубликованному подходу [Кулик и др., 2023].

Надёжная оценка возрастного состава рыб в уловах отсутствует (подробнее аналогичный раздел для Западно-Берингоморской зоны). Можем по-прежнему использовать ППП «JABBA», задав информативные априорные распределения для основных параметров. Допустили, что K находится около максимальной B по учётным съёмкам (до 150 тыс. т). Коэффициент популяционного роста (r) установили типичным для долгоживущих рыб от 0,05 до 0,15 [Методические рекомендации, 2018], т.е. около 0,1 с $CV \approx 0,5$, а уровень нерестовой биомассы в 1996 г. относительно K предположили на уровне 0,5 ($CV \approx 0,5$). Вид априорных и апостериорных распределений основных параметров показан на рисунке 29. Старт настройки обобщённой модели осуществлён с параметром формы, аналогичным найденному для Западно-Берингоморской зоны ($B_{MSY}/K=0,5$), с заданием информативного $CV = 0,1$. Перелов по пополнению задан равным $0,25 \cdot K$, а вылов дан с оценкой его вероятного занижения по $CV = 0,1$.

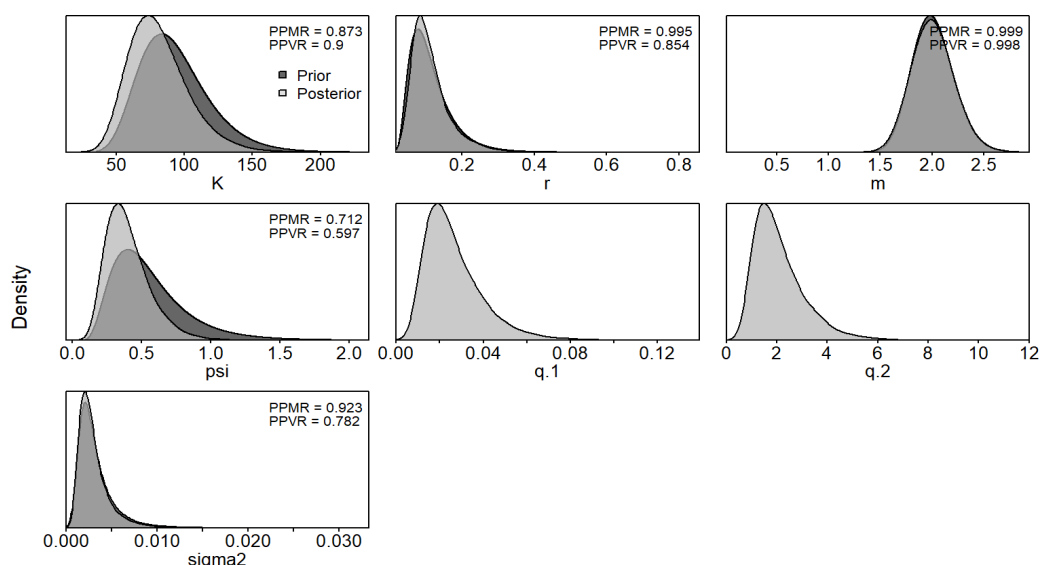


Рис. 29. Плотность априорных (Prior) и апостериорных (Posterior) распределений ключевых параметров в ППП «JABBA» (K , r , m), ψ – вероятное отношение биомассы к приёмной ёмкости в первый год наблюдений, $q.1$ – коэффициент масштабности CPUE из GLM после REMA, $q.2$ – коэффициент доступности биомассы из научных съёмок после REMA, σ^2 – дисперсия процесса, PPMR – отношение апостериорного среднего к априорному, PPVR – отношение апостериорной дисперсии к априорной

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Ретроспективный анализ – это результаты применения модели с последовательным укорачиванием рядов входных данных, начиная с

терминальной настройки, которая нашла незначимо отличные индексы от биомассы в их масштабе (рис. 30).

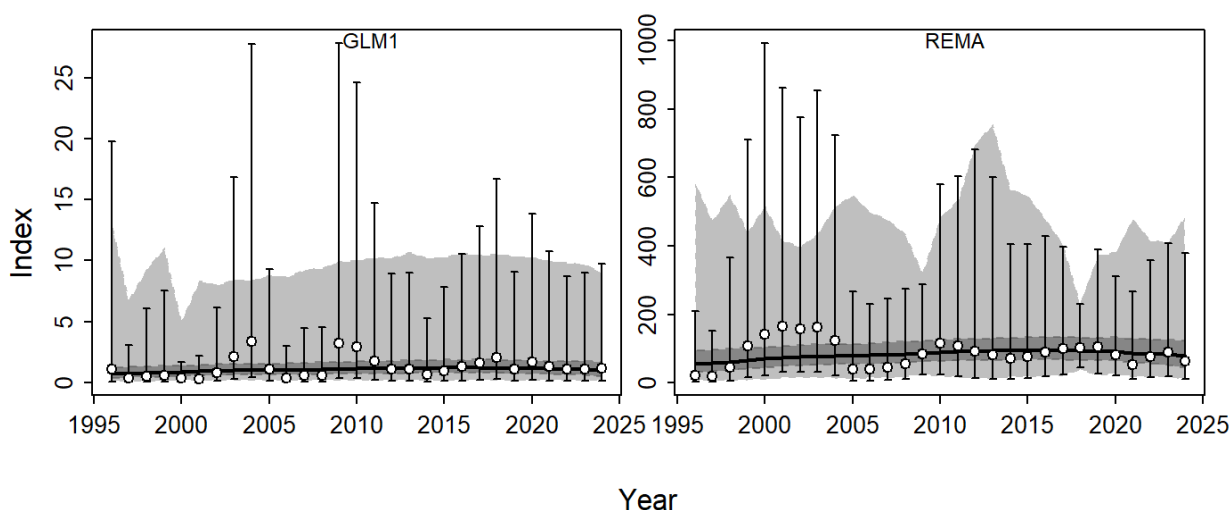


Рис. 30. Относительная динамика (Index) модельной биомассы (чёрная кривая) с доверительными интервалами 90% (серая заливка) по годам (Year) в масштабе коэффициентов индексов CPUE (GLM1) и биомассы из научных съёмок (REMA), чьи доверительные интервалы показаны усами

Состояние запаса невозможно оценить без определения ориентиров, которые зависят от параметров модели.

Параметры модели прибавочной продукции и ориентиры управления найдены в широких доверительных интервалах (табл. 8).

Таблица 8

**Оценки некоторых параметров и ориентиров модели прибавочной продукции
Пелла-Томлинсона, полученные в ППП «JABBA»**

Параметр	Медиана	Нижняя граница доверительного интервала	Верхняя граница доверительного интервала
K , тыс. т	78,283	47,344	132,131
r	0,099	0,044	0,256
B_{1996}/K	0,374	0,178	0,779
σ	0,051	0,033	0,090
m	1,999	1,639	2,427
F_{MSY}	0,050	0,022	0,131
B_{MSY} , тыс. т	39,109	23,438	66,126
MSY , тыс. т	1,913	0,836	5,620
B_{2024}/B_{MSY}	1,176	0,344	1,912
F_{2024}/F_{MSY}	1,552	0,335	8,285

Ретроспективный анализ проведён согласно требованиям приказа Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104. Последовательно укорачивали ряды наблюдений до 7 лет в прошлое для оценки показателя Боба Мона (ρ) [Mohn, 1999]. Значимая систематическая ошибка не обнаружена (рис. 31).

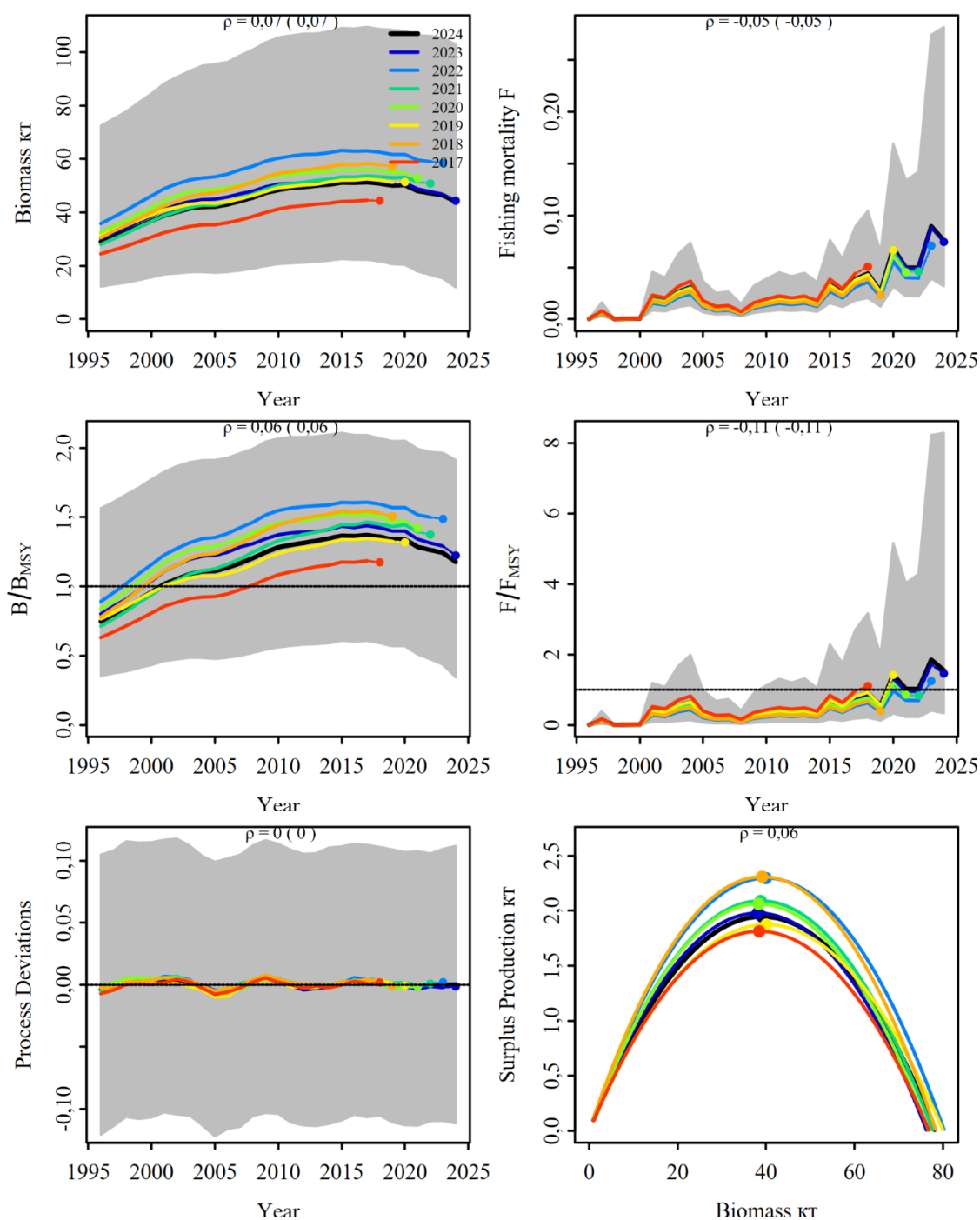


Рис. 31. Ретроспективный анализ настройки ППП «ЈАВВА» для оценки запаса малоглазого макрураса и его состояния, а также состояния промысла в зоне Восточно-Камчатской

Судя по состоянию запаса (B/B_{MSY}) и промысла (F/F_{MSY}) в ретроспективе (рис. 31), эксплуатация запаса осуществляется крайне предосторожным подходом до 2020 г. Вероятность того, что запас в 2024 г. был в безопасной зоне ($B > B_{MSY}$ и $F < F_{MSY}$), находится более чем в 30% вероятных относительных значений B и F , но в опасной зоне эксплуатации ($B < B_{MSY}$ и $F > F_{MSY}$) уже находится 36,9% (рис. 32).

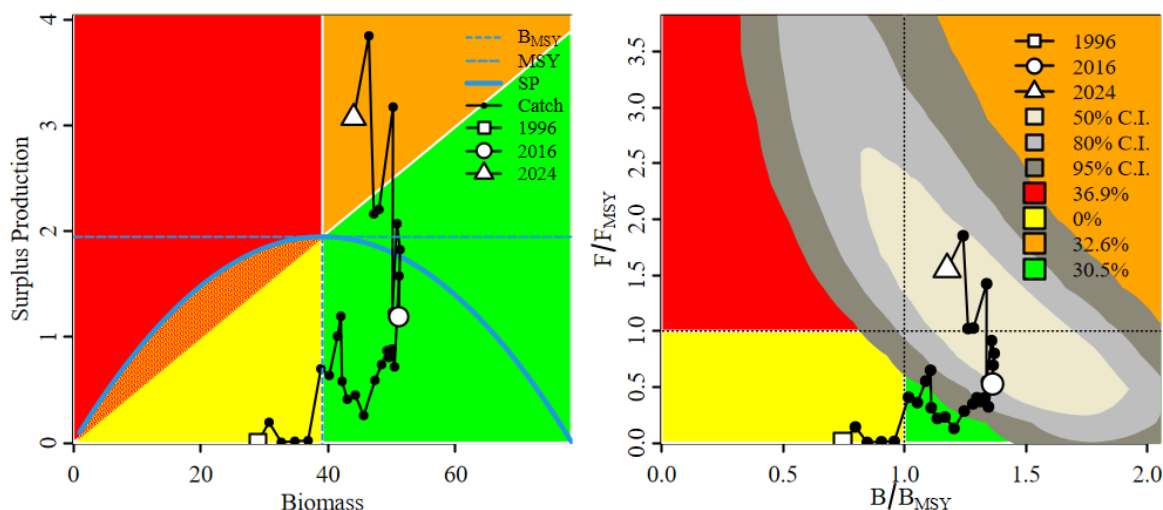


Рис. 32. Состояния запаса малоглазого макруруса в Восточно-Камчатской зоне в абсолютном масштабе улова (Catch), биомассы (Biomass) и прибавочной продукции (Surplus production или SP) в тыс. т (слева), а также относительно ориентиров максимального устойчивого улова (MSY) с доверительными интервалами (% C.I.), показанными серой заливкой на графике Кобе (справа)

Определение биологических ориентиров

С учётом широких доверительных интервалов оценок ориентиров взяты не их средние значения, а более робастные – медианные (табл. 8):

- граничный ориентир по промысловой смертности оставлен на прежнем уровне $F_{Lim} = 0,07$. Стоит напомнить, что в «JABBA» $F = C/B$, где C – это вылов;

- целевой коэффициент эксплуатации F_{tr} установили по медиане $F_{MSY} = F_{tr} = 0,05$ (ранее был равен 0,053), что очень близко к F_{ABC} в восточной части Берингова моря (там $F_{ABC} = 0,0585$ [Rodgveller, Siwicke, 2020]).

- целевой ориентир по биомассе B_{tr} установили по медиане $B_{MSY} = 39,1$ тыс. т;

- граничный ориентир по биомассе B_{Lim} приняли равным $0,25 \times K = 0,25 \times 78,28$, примерно $B_{Lim} = 19,6$ тыс. т по максимуму из известных ориентиров перелома по пополнению в продукционных моделях [Winker et al, 2018].

Ориентиры по биомассе снизились в разы из-за изменения входных данных. Теперь индексы дополнительно фильтруются в модели REMA, а также учтена биомасса 2024 г.

Обоснование правила регулирования промысла

Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], правило регулирования промысла (ПРП) определяется с

определённой целью. Здесь цель – сохранить запас в безопасной зоне эксплуатации или постоянной интенсивности промысла.

Предлагаем кусочно-линейное ПРП, которое будет пропорционально снижать рекомендуемую долю изъятия запаса при снижении биомассы ниже целевого ориентира. Аналитическая форма кусочно-линейного ПРП выражается по зонам состояния запаса согласно следующим формулам [Методические рекомендации, 2018]:

$$\text{I} - F_i = 0, \text{ при } B_i < B_{Lim},$$

$$\text{II} - F_i = (F_{tr} - F_0) \cdot (B_i - B_{Lim}) / (B_{tr} - B_{Lim}) + F_0, \text{ при } B_{Lim} < B_i < B_{tr},$$

$$\text{III} - F_i = F_{tr} = const, \text{ при } B_i > B_{tr},$$

где F_i – рекомендуемая в прогнозный год величина промысловой эксплуатации; B_i – величина запаса в прогнозный год, тыс. т; B_{Lim} – граничный ориентир по биомассе, тыс. т; F_{tr} – целевой ориентир по промысловой эксплуатации; F_0 – рекомендуемая эксплуатация для проведения научных исследований, пока роли не играет и равна 0; B_{tr} – целевой ориентир по биомассе, тыс. т. Вариант реализации такого ПРП показан ниже (рис. 33).

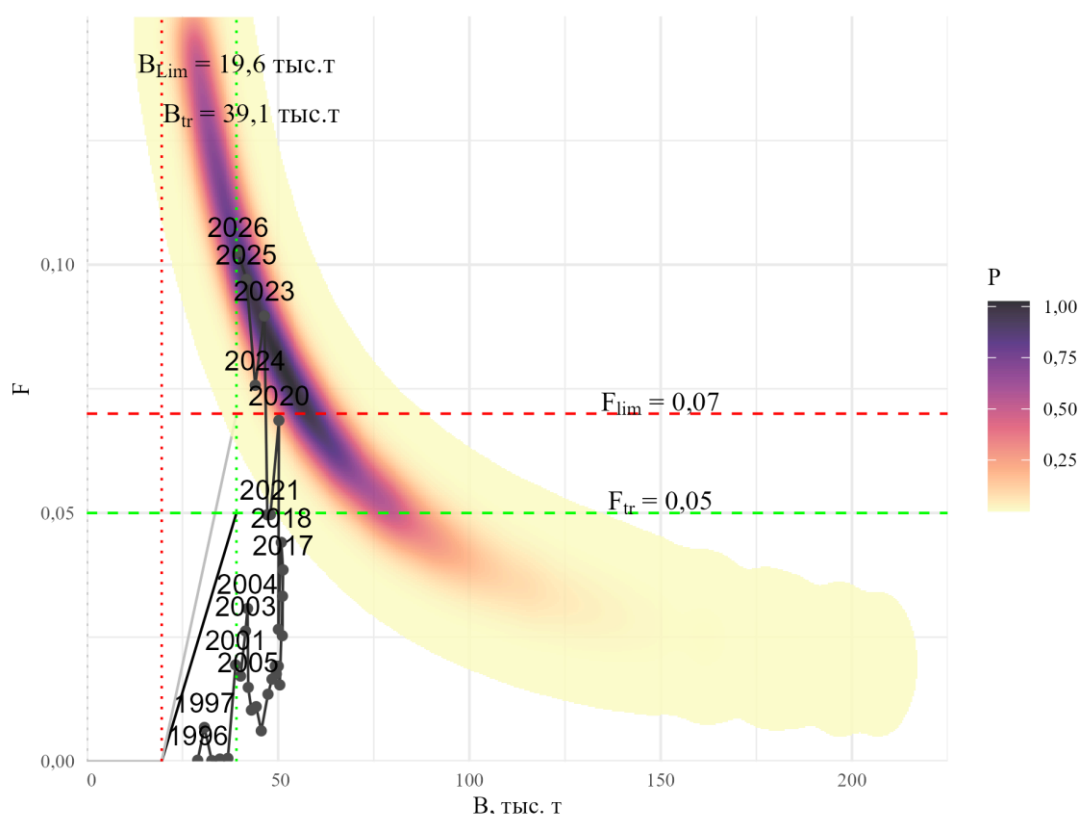


Рис. 33. Реализация ПРП при вылове по 4,05 тыс. т в 2025–2026 гг., где P – соответствует плотности апостериорных оценок

Прогнозирование состояния запаса

В условиях неопределённости по параметрам (табл. 8) затруднительно предсказать какую-либо конкретную динамику запаса, а, следовательно, и его точного состояния. Однако можно оценить их вероятный разброс и

математическое ожидание, например, в зависимости от различных уловов в перспективе на 10 лет (рис. 34). В среднем выходит, что при улове около 5,4 тыс. т запас начнёт снижение, но медиана его оценок не опустится ниже B_{MSY} . В любом случае в 2025 г. биомасса, вероятно, будет находиться в пределах 50% доверительного интервала (50% C.I.) от 124,469 до 180,470 тыс. т с медианой около 150,371 тыс. т и средней около $155 \pm 42,825$ тыс. т стандартного отклонения (SD).

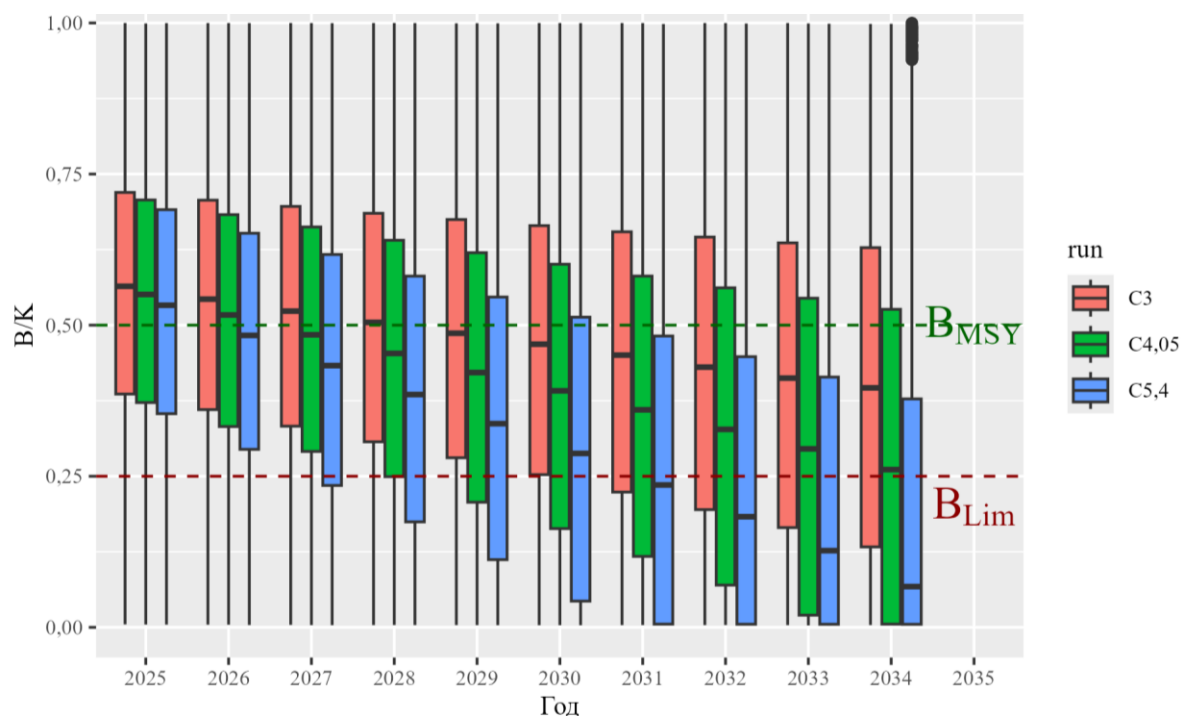


Рис. 34. Прогноз состояния запасов макрурусов в Восточно-Камчатской зоне, рассчитанный в различных прогонах (run) при постоянном улове C в тыс. т в ППП «ЯВВА» в последующие годы. Ящиками показаны межквартильные интервалы (IQR), а усами $1,5 \cdot IQR$

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Допускаем, что биомасса макрурусов в 2026 г. будет находиться на уровне выше той, что обеспечивает MSY , т. е. состояние запаса не вызовет опасений даже при полном освоении ОДУ в 2025 г. равном 5,4 тыс. т (рис. 34).

Теоретически эксплуатация на целевом уровне должна способствовать стабилизации запаса. Следовательно, нужно рекомендовать эксплуатацию на целевом уровне (0,05), что при медиане биомассы в 2026 г., равной 39,5 тыс. т, даёт ОДУ, равное 1,975 тыс. т. Однако в распоряжении имеется всё вероятное распределение F_{tr} и B в 2026 г., а не только точечная оценка медианы, поэтому перемножили их апостериорные оценки в 2026 г. при улове в 2025 г. равном 4,05 тыс. т. В итоге медиана апостериорного распределения ОДУ в 2026 г. будет находиться около 1,97 тыс. т в межквартильном интервале от 0,27 тыс. т до 2,89 тыс. т (рис. 35), что

значительно ниже утверждённого ОДУ на 2024 г. в 5,4 тыс. т в Восточно-Камчатской зоне.

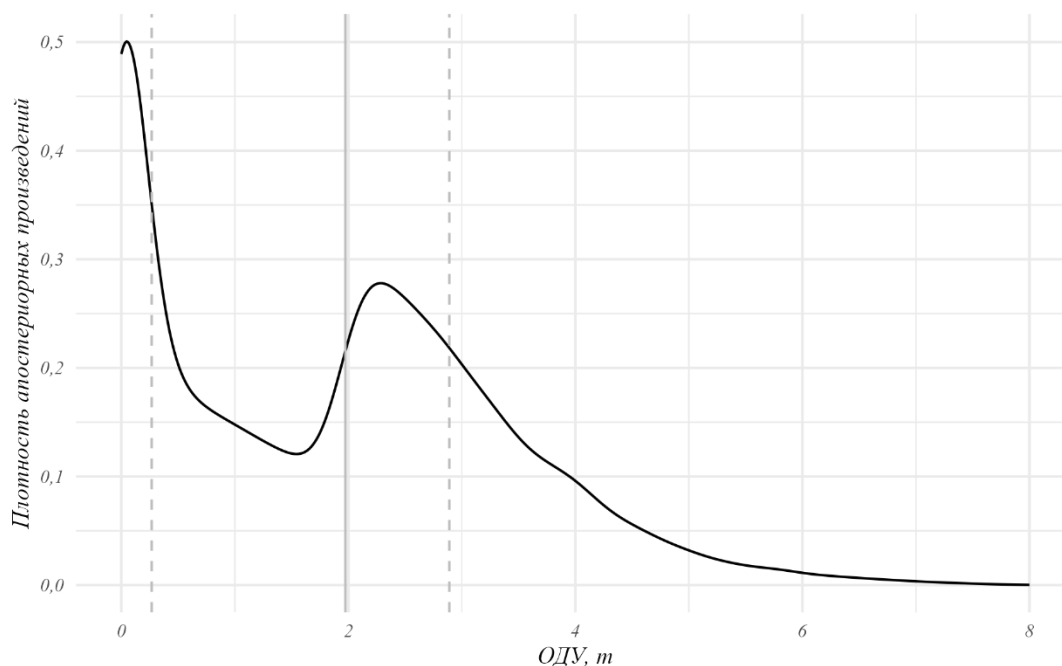


Рис. 35. Распределение ОДУ в 2026 г., вертикальные пунктирные линии показывают границы межквартильного интервала, а сплошная серая жирная вертикаль – медиану

С учётом неопределённости управления в современной практике регулирования ОДУ не рекомендуется изменять для восстановленных запасов [Kvamsdal et al., 2016]. Состояние запаса макруруса здесь можно считать восстановленным. Однако на 2024–2025 гг. ОДУ уже был повышен на 20% до 5,4 тыс. т, а новые данные показывают, что ОДУ необходимо снизить. Рекомендуем пока снизить ОДУ на 25%. Теоретически это позволит сохранить запас в безопасной зоне эксплуатации с вероятностью более 50% в 2026 г., но затем потребуются очередное снижение ОДУ.

Таким образом, рекомендуем установить **ОДУ макрурусов в Восточно-Камчатской зоне в 2026 г. на уровне 4,050 тыс. т** с пропорциональным распределением по подзонам согласно оценкам в модели REMA для 2024 г. с учётом съёмки 2024 г. (рис. 28): **в Карагинской подзоне - 3,270 тыс. т, в Петропавловско-Командорской подзоне - 0,780 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

Рекомендуемый суммарный ОДУ равный 4,05 тыс. т имеет низкий риск перелова по росту и пополнению (рис. 34). Он находится в пределах 90% С.І. вероятных ОДУ после применения ПРП в пространстве состояний (рис. 36).

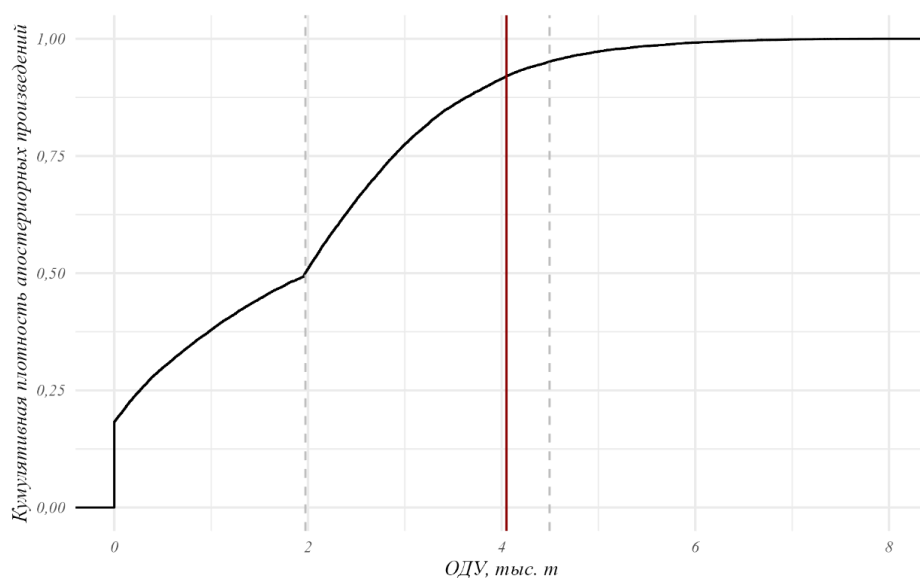


Рис. 36. Распределение кумулятивной вероятности ОДУ в 2026 г., вертикальные пунктирные линии показывают границы 90% С.И., а сплошная тёмно красная вертикаль – предлагаемый ОДУ = 4,05 тыс. т

Использованные в ППП «JABBA» индексы являются более информативными, чем авторегрессия AR1 (рис. 37).

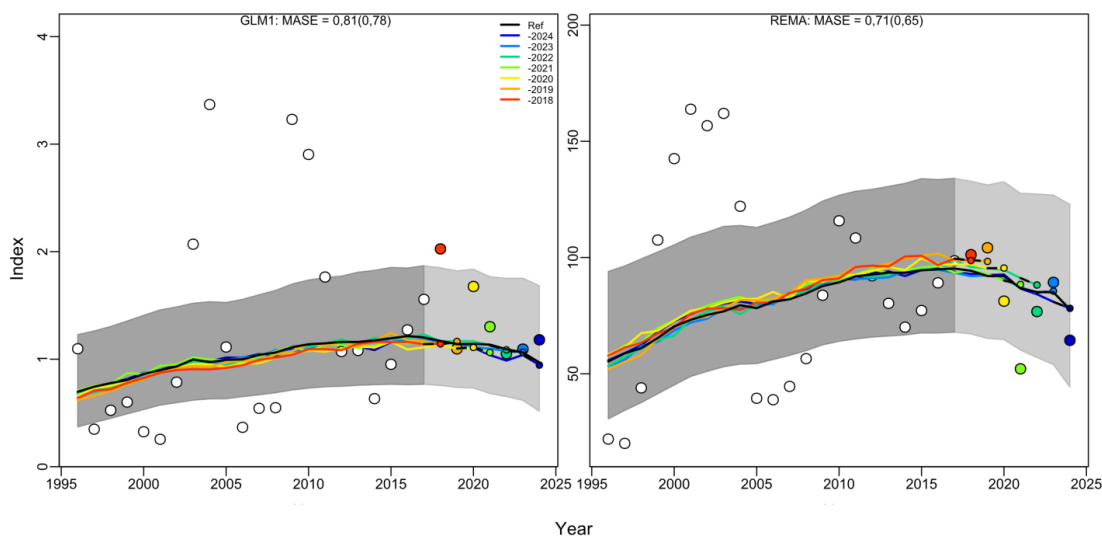


Рис. 37. Проверка скользящих прогнозов по относительной ошибке $MASE$ и после коррекции смещения – $MASE.adj$, показан в скобках

Вероятность падения B ниже B_{Lim} при постоянных уловах по 4,05 тыс. т ежегодно с учётом авторегрессии в стохастических ошибках процесса превысит 20% в 2027 г., а вероятность нахождения B ниже B_{MSY} в 2026 г. приблизится к 50% (рис. 38). Таким образом, считаем оправданным рекомендацию по снижению ОДУ 2026 г. и в последующие годы до нового уровня MSY , который найден около 1,9 тыс. т с учётом новых данных: научной ДТ съёмки в 2024 г. в Карагинской подзоне и индексам $CPUE$ стандартизированным с учётом биомасс из научных ДТ съёмок в REMA.

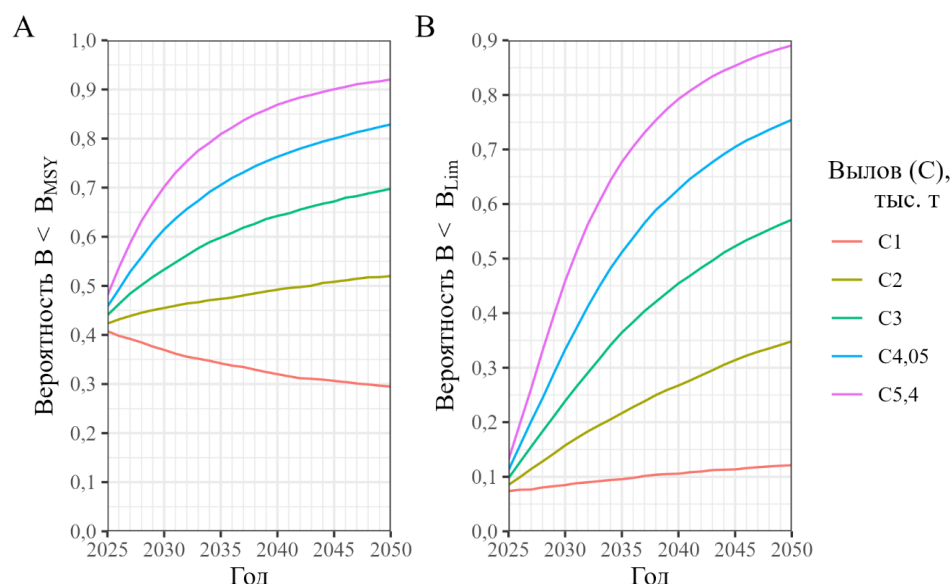


Рис. 38. Вероятность падения B ниже B_{MSY} (А) и ниже B_{Lim} (В) при постоянных уловах (C , тыс. т) с учётом авторегрессии в стохастических ошибках процесса

Диагностика модели в ППП «JABBA» показала, что все 16 запущенных цепочек $MCMC$ после 10000 итераций на разогрев и прогона в 100000 итераций, из которых сохранялась каждая сотая оценка, устоялись. Апостериорные распределения не имеют признаков полимодальности (рис. 29). Корень среднеквадратичной ошибки ($RMSE$) в настройке ППП «JABBA» находится на уровне в 60,1%, но ошибки в логарифмическом масштабе индексов, использованных для настройки «JABBA», не имеют сильной тенденции (рис. 39).

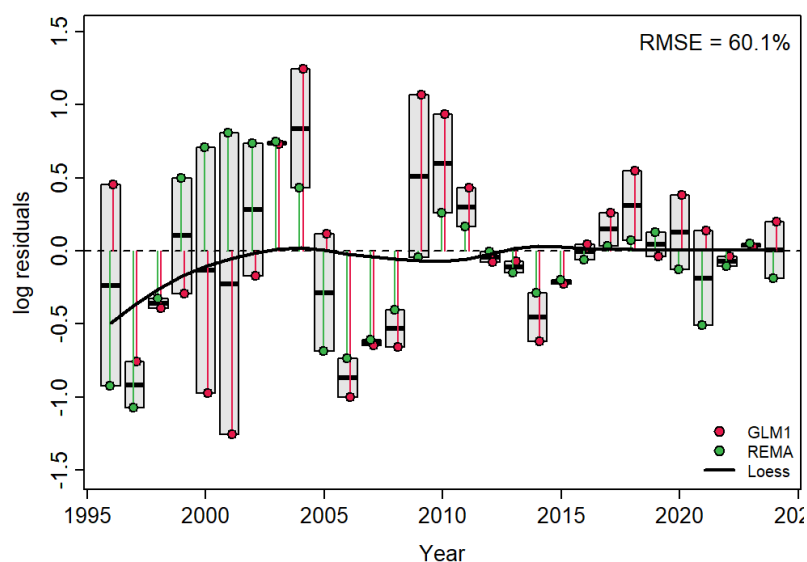


Рис. 39. Ошибки (residuals) в логарифмическом масштабе (log) индексов REMA и GLM1, и их аппроксимация по годам локально взвешенной регрессией (Loess)

Ошибка процесса σ в 2 раза ниже скорости мгновенного пополнения популяции r (табл. 8) и не имеет сильных отклонений (Process deviations) или тенденций (рис. 31). Следовательно, несмотря на высокие ошибки по индексам, модель находится в приемлемом состоянии для прогнозирования, что косвенно подтверждается по всем *MASE* ниже 1 (рис. 37).

Модельная оценка потерь улова найдена около 7% в очень узком диапазоне от 6,9% до 7,1%.

61.03 - Зона Северо-Курильская

Исполнитель: В.В. Кулик («ТИНРО»)

Куратор: А.В. Согрина (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Большинство последних лет (2001–2008, 2010–2017, 2019–2021 гг.) специальных исследований по состоянию сырьевых ресурсов макрурусов в Северо-Курильской зоне не проводилось. Последняя донная траловая съемка проведена здесь более 3-х лет назад – в 2018 г. (58 тралений на глубинах 350–1050 м).

Для оценки современного состояния запаса, прогноза биомассы и вылова макрурусов на 2026 г. в Северо-Курильской зоне привлечены:

- результаты учетных донных траловых съемок части материкового и островного склона, последние из них – на НИС «Профессор Леванидов» в сентябре-октябре 2000 г. (68 тралений до глубины 1000 м), марте-мае 2009 г. (58 тралений до глубины 1054 м);

- результаты более полных учетных донных траловых специализированных съёмок по макрурусам на глубинах от 200–400 до 1500–2000 м с 1980-х до начала 1990-х гг. на НИС «Шантар», «Пионер Николаева», «Дарвин», «Гиссар» [Тупоногов, 1986, 1991; Тупоногов, Куренной, 1986; Tupoanogov et al., 2008];

- информация о количественном и качественном составе макрурусов в уловах, распределении, биологическом состоянии, собранная наблюдателями при ведении тралового промысла макрурусов на БМРТ «Николай Чепик» в мае 2017 г., при ведении ярусного лова в 2020 г. в рамках ресурсных исследований на ЯМС «Восток 3», а также в 2022-2023 гг. на ЯМС АО РК «ВОСТОК-1», но всего 23 просмотренных ярусопостановки только в августе 2023 г. на ЯМС «Восток-8» недостаточно репрезентативны, т.к. промысел там ведётся почти весь год;

- материалы рыбопромысловой статистики по макрурусу по данным судовых суточных донесений (ССД) за 1996–2024 гг.

Ключевая информация для настройки моделей биологических процессов содержится в уровне годовых уловов, которые ни разу не превысили 80% (табл. 9).

Таблица 9

Вылов, ОДУ и освоение макрурусов в зоне Северо-Курильская в 2000–2024 гг.

Год	Вылов, т	ОДУ, т	Освоение, %
2000	222,000	15000	1,48
2001	222,000	15000	1,48
2002	7120,000	15000	47,47
2003	11300,000	15000	75,33
2004	8301,956	15000	55,35
2005	7824,356	15000	52,16
2006	4629,359	15000	30,86
2007	9390,000	15000	62,60
2008	7971,000	15000	53,14
2009	15710,000	20000	78,55
2010	7656,000	20000	38,28
2011	9359,000	20000	46,79
2012	9264,000	20000	46,32
2013	2848,000	20000	14,24
2014	7922,000	20000	39,61
2015	5262,000	10000	52,62
2016	5499,000	10000	54,99
2017	5976,000	10000	59,76
2018	4150,000	10000	41,50
2019	7277,000	10000	72,77
2020	7935,000	10000	79,35
2021	5895,000	10000	58,95
2022	6256,474	10000	62,56
2023	5529,016	10000	55,29
2024	4893,792	12000	40,78

В Северо-Курильской зоне в донных тралениях длина малоглазого макруруса в уловах составляла 25–145 см, при средних 80,4–92,0 см и средней массе 2,35–3,5 кг. Модальный размерный класс состава, как численности, так и биомассы траловых уловов давали особи длиной тела 80–85 см, ярусных уловов – 76–95 см.

Общий запас макрурусов в Северо-Курильской зоне по результатам более полных донных траловых съемок на глубинах от начала их встречаемости (400–450 м) до максимально исследованных (1300–1800 м) в летне-осенний период с 1980-х до 1990-х гг. оценены методом площадей [Аксютин, 1968] и зональных средних в 183,2–223,8 тыс. т. На всей акватории этой зоны – площади около 4300 миль², они составили около 250–300 тыс. т. Оценка биомассы в верхней части склона по последней съемке 2018 г. с пересчетом на весь батиметрический диапазон, сравнима по величине с оценкой общего запаса 1990-х гг. (табл. 10).

Таблица 10

Биомасса малоглазого макруруса в Северо-Курильской зоне по донным траловым съёмкам в 1981, 1982, 1989, 2000, 2009, 2018 гг., тыс. т

Показатель	Год					
	Осень 1981	Зима 1982	Осень-зима 1989	Осень 2000	Весна 2009	Лето 2018
Биомасса по съёмке	183,2	216,4	223,8	20,0*	382,81	199,312
Используемая для расчетов общая биомасса	250-300				400	250-300
Используемая для расчетов промысловая биомасса	150,0	150,0	150,0	150,0	200,0	100,0
Площадь съёмки, миль ²	1912	2639	3148	2350	5633,6	3316,3
Количество тралений съёмок	48	68	58	61	68	58
Диапазон глубин съёмок, используемый для расчетов	От 400 до 1400–1800 м			400–1000 м	400–1400 м	350–1050 м

*Примечание: * оценка занижена, т.к. съёмка неполная и выполнена на глубинах до 1000 м*

Большая биомасса макруруса по результатам съёмки 2009 г. в отличие от последней съёмки 2018 г. отражает не уменьшение запаса, т.к. распределение численности и биомассы по размерным группам были близки, а охват большего диапазона глубин и большую плотность весенних преднерестовых скоплений в 2009 г.

По данным ССД оценён стандартизированный в GLM индекс CPUE за 1996–2024 гг. (рис. 40). Настроенная GLM описала 55,6%.

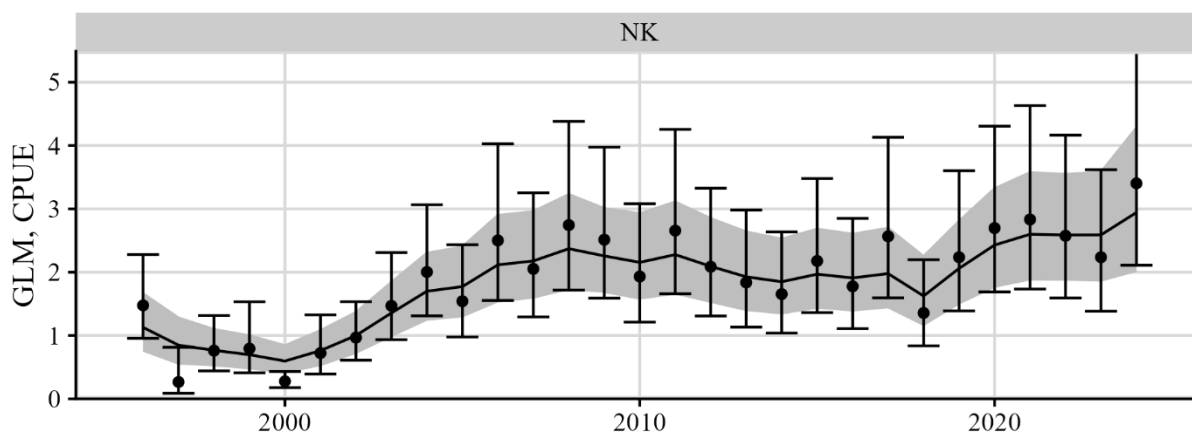


Рис. 40. Динамика индексов с С.И. в виде услов для CPUE в GLM, а также из REMA – чёрная кривая с С.И., показанным серой заливкой

В целом, уровень информационного обеспечения – II, т.к. в распоряжении есть ряды уловов и стандартизированный индекс численности в дополнение к оценкам биомасс по научным съёмкам.

Обоснование выбора методов оценки запаса

Надёжная оценка возрастного состава рыб в уловах отсутствует (подробнее аналогичный раздел для Западно-Берингоморской зоны). Можем использовать ППП «JABBA», задав информативные априорные

распределения для основных параметров. Допустили, что K находится около максимальной B по учётным съёмкам (от 100 тыс. т до 400 тыс. т). Коэффициент популяционного роста (r) установили типичным для долгоживущих рыб от 0,05 до 0,15 [Методические рекомендации, 2018], а уровень B в 1996 г. относительно K предположили на уровне 0,5 ($CV=50\%$). Вид априорных и апостериорных распределений основных параметров показан на рисунке 41. Старт настройки обобщённой модели осуществлён с параметром формы, аналогичным найденному для Западно-Беринговоморской зоны ($B_{MSY}/K=0,5$), с заданием информативного $CV=10\%$. Перелов по пополнению задан равным $0,25 \times K$, а вылов дан с оценкой его вероятного занижения до $10\% CV$.

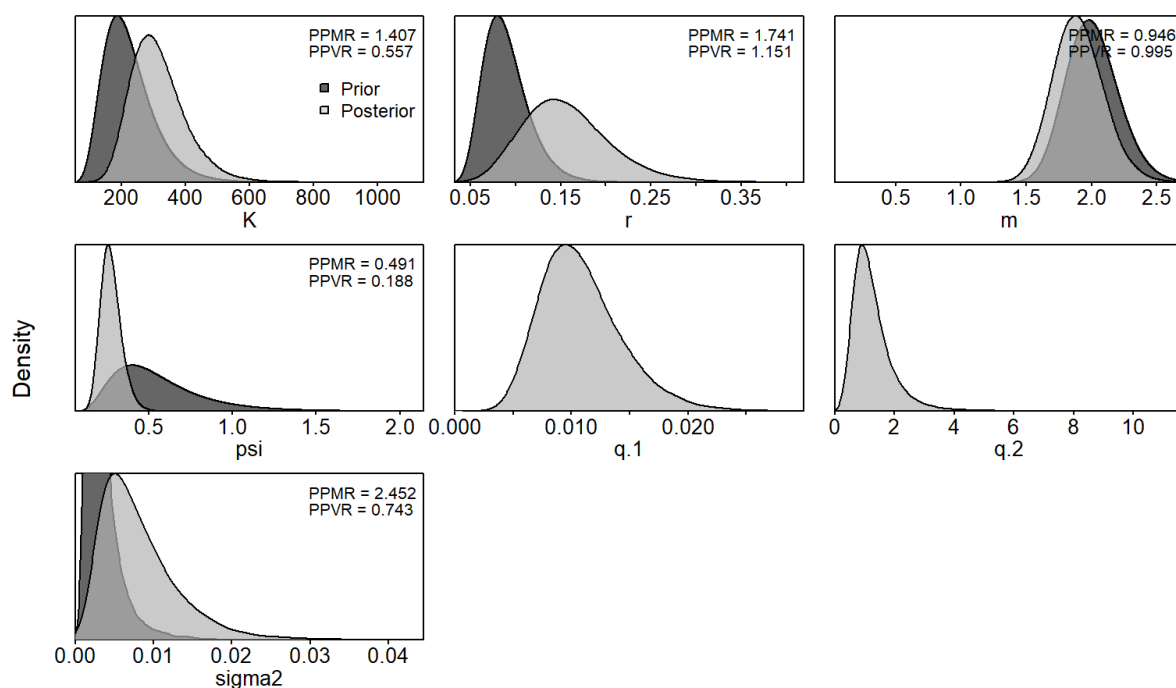


Рис. 41. Плотность априорных (Prior) и апостериорных (Posterior) распределений ключевых параметров в ППП «JABBA» (K , r , m), ψ – вероятное отношение биомассы к приёмной ёмкости в первый год наблюдений, $q.1$ – коэффициент CPUE после REMA, $q.2$ – коэффициент доступности биомассы из научных ДТ съёмок, σ^2 – дисперсия процесса, PPMR – отношение апостериорного среднего к априорному, PPVR – отношение апостериорной дисперсии к априорной

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Ретроспективный анализ – это результаты применения модели с последовательным укорачиванием рядов входных данных, начиная с терминального. Последовательно укорачивали ряды наблюдений до 7 лет в прошлое для оценки показателя Боба Мона (ρ) [Mohn, 1999] и не обнаружили значимой систематической ошибки (рис. 42).

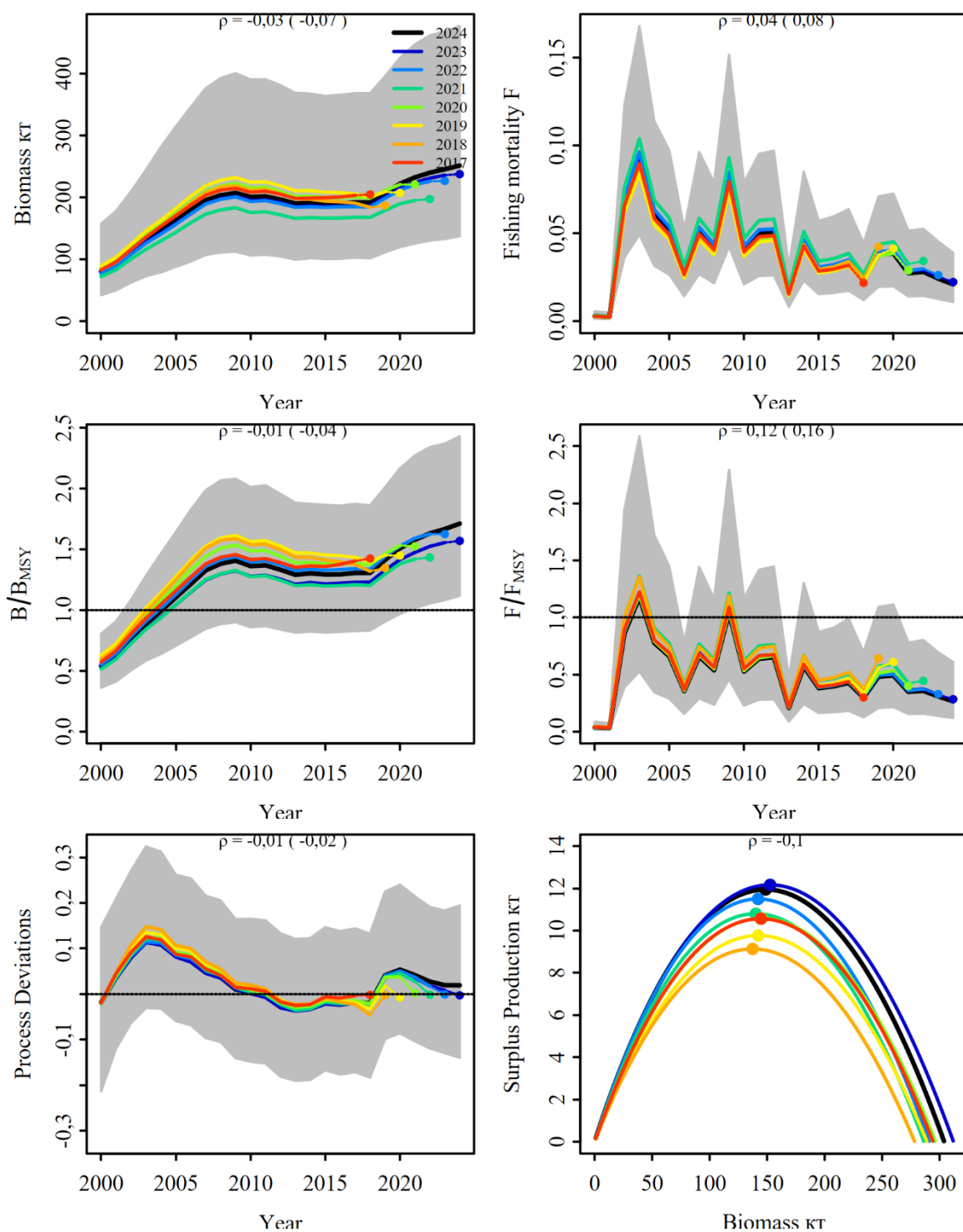


Рис. 42. Ретроспективный анализ настройки ППП «JABBA» для оценки запаса малоглазого макруруса и его состояния, а также состояния промысла

Параметры модели прибавочной продукции и ориентиры управления найдены в широких доверительных интервалах в ППП «JABBA» (табл. 11).

Судя по состоянию запаса (B/B_{MSY}) и промысла (F/F_{MSY}) в ретроспективе (рис. 42), эксплуатация запаса происходила в широком диапазоне промысловых нагрузок. Вероятность того, что запас в 2024 г. был в безопасной зоне ($B > B_{MSY}$ и $F < F_{MSY}$), находится в 99,2% вероятных

относительных значений B и F , а в опасной зоне эксплуатации ($B < B_{MSY}$ и $F > F_{MSY}$) пока находится 0% (рис. 43).

Таблица 11

Оценки некоторых параметров и ориентиров модели прибавочной продукции
Пелла-Томлинсона, полученные в ППП «JABBA»

Параметр	Медиана	Нижняя граница доверительного интервала	Верхняя граница доверительного интервала
K , тыс. т	304,104	186,981	511,730
r	0,151	0,079	0,263
ψ	0,271	0,177	0,412
σ	0,084	0,046	0,145
m	1,892	1,555	2,303
F_{MSY}	0,080	0,040	0,144
B_{MSY} , тыс. т	148,524	90,103	252,463
MSY , тыс. т	12,072	5,452	22,620
B_{MSY}/K	0,489	0,451	0,527
B_{2024}/B_{MSY}	1,712	1,118	2,432
F_{2024}/F_{MSY}	0,265	0,119	0,609

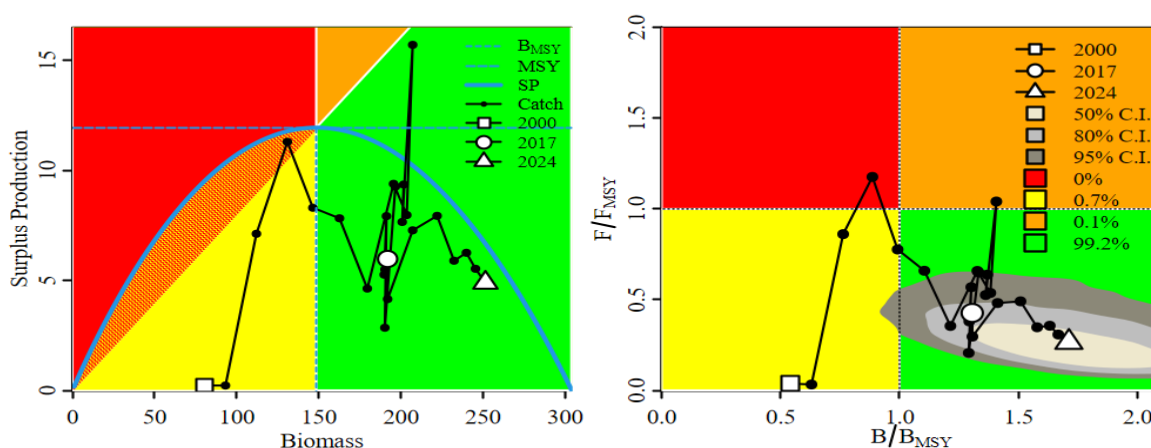


Рис. 43. Состояния запаса малоглазого макруруса в абсолютном масштабе улова (Catch), биомассы (Biomass) и прибавочной продукции (Surplus production или SP) в тыс. т (слева), а также относительно ориентиров максимального устойчивого улова (MSY) с доверительными интервалами (% C.I.), показанными серой заливкой на графике Кобе (справа)

Определение биологических ориентиров

С учётом широких доверительных интервалов оценок ориентиров взяты не их средние значения, а более робастные – медианные (табл. 11):

– граничный ориентир по промысловой смертности установили по верхней границе доверительного интервала F_{MSY} , т.е. $F_{Lim} = 0,144$, что равно предыдущей оценке. Стоит напомнить, что в «JABBA» $F = C/B$, где C – это вылов;

– целевой коэффициент эксплуатации $F_{tr} = F_{pa}$ установили в результате применения предосторожного подхода по формуле [Бабаян, 2000]:

$$F_{pa} = F_{MSY} \times \exp(-1,645 \times s) = 0,144 \times \exp(-1,645 \times 0,326), \text{ т.е. } F_{tr} \approx 0,047,$$

где -1,645 – значение коэффициента Стьюдента для 95% доверительной вероятности, а s – стандартная ошибка F_{MSY} в логарифмическом масштабе;

– целевой ориентир по биомассе B_{tr} установили по медиане B_{MSY} , таким образом, $B_{tr} \approx 148,5$ тыс. т;

– граничный ориентир по биомассе B_{Lim} приняли равным $0,25 \times K = 0,25 \times 304,104$, т.е. $B_{Lim} \approx 76$ тыс. т по максимуму из известных ориентиров перелома по пополнению в продукционных моделях [Winker et al, 2018].

В целом, эти ориентиры заметно изменились из-за новых данных и стягивания модели к Шеферовской кривой прибавочной продукции ($B_{MSY}/K \approx 0,5$), но F_{tr} ориентир стал ближе к соседним северным запасам.

Обоснование правила регулирования промысла

Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], правило регулирования промысла (ПРП) определяется с определённой целью. Здесь цель – сохранить запас в безопасной зоне эксплуатации или постоянной интенсивности промысла.

Предлагаем кусочно-линейное ПРП, которое будет пропорционально снижать рекомендуемую долю изъятия запаса при снижении биомассы ниже целевого ориентира. Аналитическая форма кусочно-линейного ПРП выражается по зонам состояния запаса согласно следующим формулам [Методические рекомендации, 2018]:

$$\text{I} - F_i = 0, \text{ при } B_i < B_{Lim},$$

$$\text{II} - F_i = (F_{tr} - F_0) \times (B_i - B_{Lim}) / (B_{tr} - B_{Lim}) + F_0, \text{ при } B_{Lim} < B_i < B_{tr},$$

$$\text{III} - F_i = F_{tr} = \text{const}, \text{ при } B_i > B_{tr},$$

где: F_i – рекомендуемая в прогнозный год величина промысловой эксплуатации; B_i – величина запаса в прогнозный год, тыс. т; B_{Lim} – граничный ориентир по биомассе, тыс. т; F_{tr} – целевой ориентир по промысловой эксплуатации; F_0 – рекомендуемая эксплуатация для проведения научных исследований, пока роли не играет и равна 0; B_{tr} – целевой ориентир по биомассе, тыс. т. Вариант реализации такого ПРП показан ниже (рис. 44).

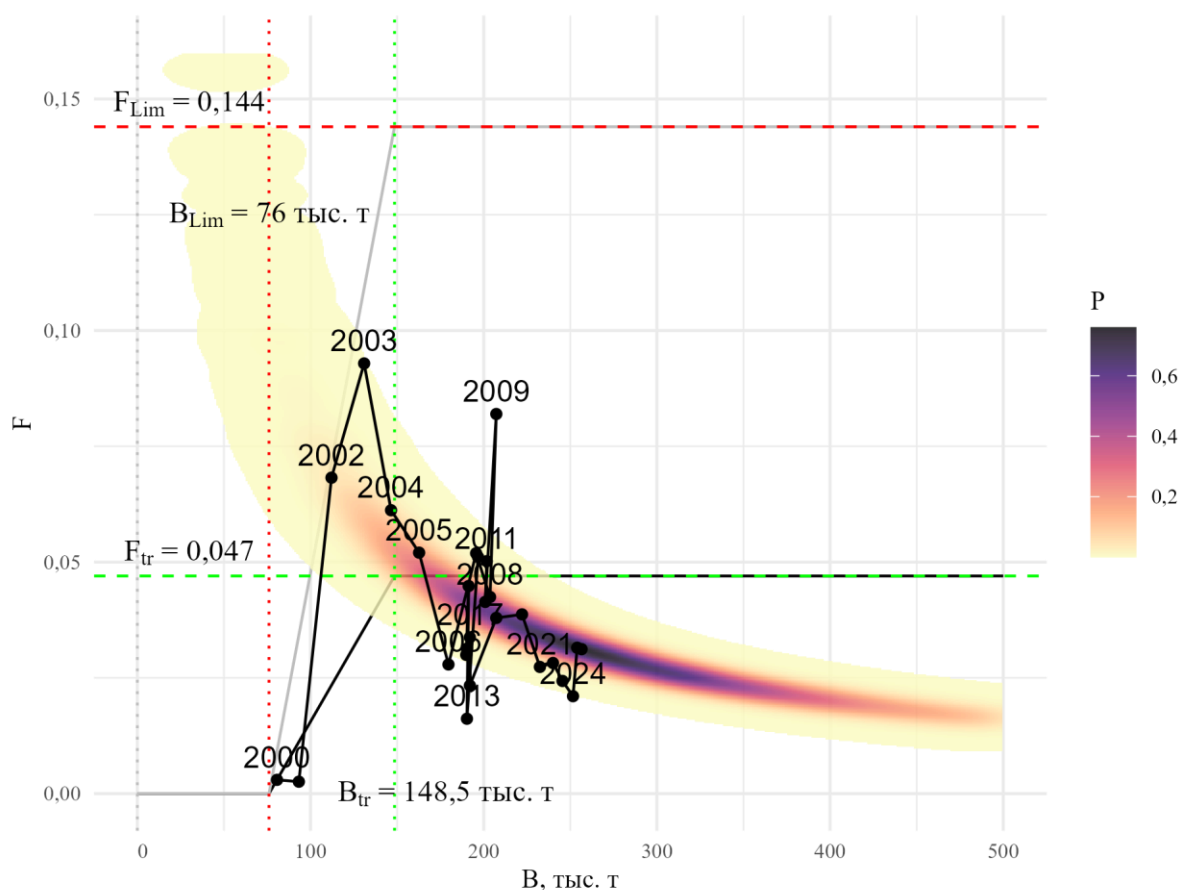


Рис. 44. Реализация ПРП в 2026 г. (точка почти полностью накладывается на 2025 г.) при вылове по 8 тыс. т в 2025-2026 гг., где P – плотность апостериорных оценок

Прогнозирование состояния запаса

В условиях высокой неопределённости по параметрам затруднительно предсказать какую-либо конкретную динамику запаса, а, следовательно, и его точного состояния.

Однако можно оценить их вероятный разброс и математическое ожидание, например, в зависимости от различных уловов в перспективе (рис. 45). В среднем выходит, что при вылове в 12 тыс. т запас в 2031 г. имеет риск перелома по росту и в 2044 г. по пополнению выше 20%. Следовательно, сохранять столь высокий ОДУ далее уже нельзя. При сохранении улова на прежнем уровне (около 5 тыс. т) в 2025 г. к 2026 г. биомасса, вероятно, будет находиться в пределах 50% *C.I.* от 206,22 до 332,76 тыс. т с медианой около 262,39 тыс. т и средней около $279,79 \pm 103,83$ тыс. т стандартного отклонения (*SD*). В среднем это незначительно выше предыдущей оценки, основанной на допущении о полном освоении ОДУ около 12 тыс. т.

При вылове около 8 тыс. т в 2025 г. к 2026 г. биомасса, вероятно, будет находиться в пределах 50% *C.I.* от 256,49 до 326,72 тыс. т с медианой около 256,49 тыс. т и средней около $273,96 \pm 103,55$ тыс. т *SD*. За последние 5 лет улова приближался 8 тыс. т в 2020 г. Считаем, что ничто не мешает повториться такому улову в 2025 г., поэтому принимаем этот вариант в дальнейших расчётах ОДУ.

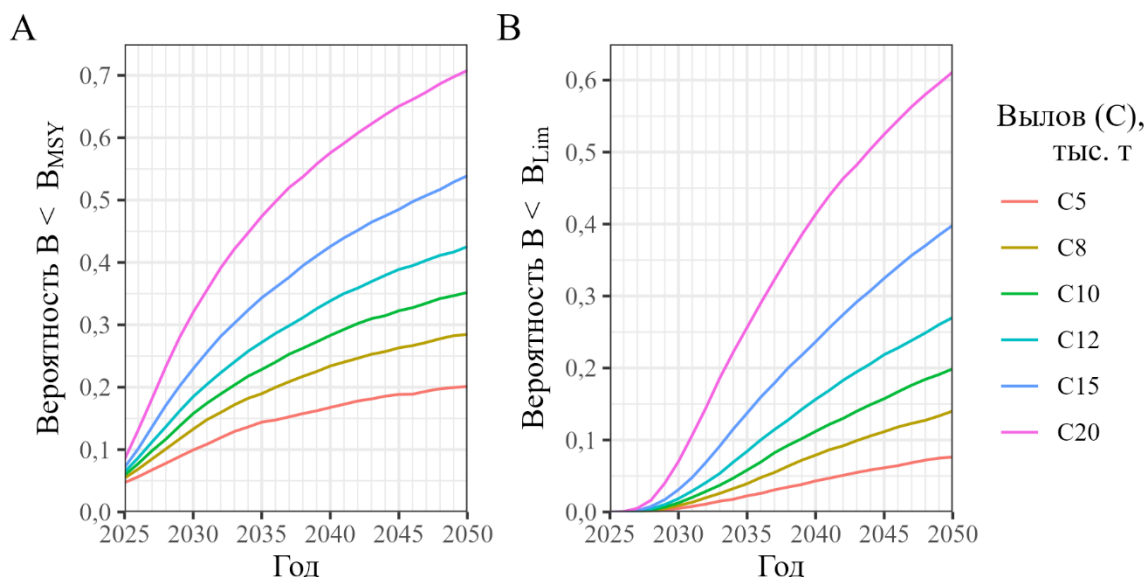


Рис. 45. Вероятность падения B ниже B_{MSY} (А) и ниже B_{Lim} (В) при постоянных уловах (C , тыс. т) с учётом авторегрессии в стохастических ошибках процесса

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Ожидаем, что биомасса макрурусов в 2026 г., как и прежде, будет находиться на уровне выше той, что обеспечивает MSY , т.е. состояние запаса не будет вызывать опасений (рис. 45).

Теоретически эксплуатация на целевом уровне должна способствовать стабилизации запаса. Следовательно, можно рекомендовать эксплуатацию на целевом уровне (0,047), что при медиане биомассы в 2026 г., равной 256,5 тыс. т после максимального за последние 5 лет улова (около 8 тыс. т), приводит к расчёту ОДУ около 12,06 тыс. т, что примерно равно утверждённому ОДУ на 2025 г. (12 тыс. т). Также в распоряжении имеется всё вероятное распределение F_{tr} и B в 2026 г., а не только точечная оценка медианы, поэтому перемножили их апостериорные оценки в 2026 г. В итоге медиана апостериорного распределения ОДУ в 2026 г. будет находиться около 12,06 тыс. т в межквартильном интервале от 9,43 тыс. т до 15,36 тыс. т (рис. 46, 47).

Однако анализ рисков показывает, что безопаснее сохранять уловы не выше 10 тыс. т (рис. 45). Более того, ОДУ рассчитан при расчёте потерь вылова, который в среднем составил 7%. Следовательно, необходимо установить ОДУ ниже 12 тыс. т, как минимум за вычетом потерь. Снижение ОДУ до нижней границы межквартильного интервала (9,43 тыс. т) позволит сохранить все риски переловов ниже допускаемых 20% (рис. 45). Уровень ОДУ равный 10 тыс. т уже устанавливался с 2015 по 2023 гг., но осваивался максимум на 79,35% в 2020 г. (табл. 9). Считаем, что снижение ОДУ в 2026 г. до уровня 25% его вероятного распределения (9,43 тыс. т) достаточно приемлемым.

Таким образом, рекомендуем установить **ОДУ макрурусов в Северо-Курильской зоне в 2026 г. равным 9,430 тыс. т.**

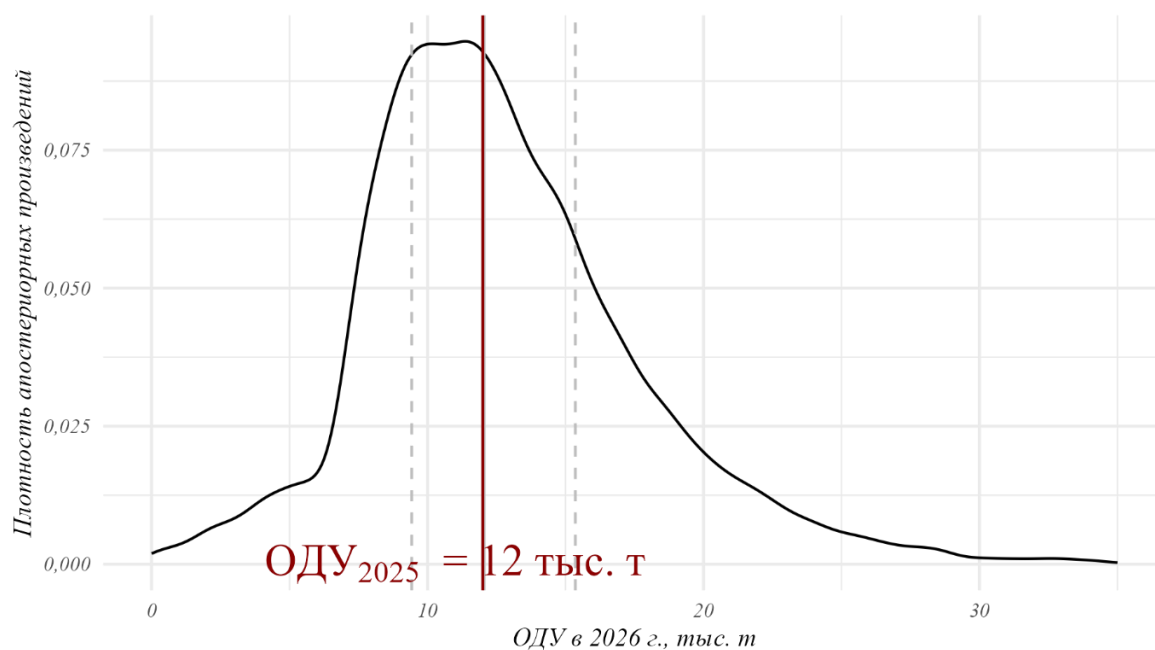


Рис. 46. Распределение вероятного ОДУ в 2026 г., вертикальные пунктирные линии показывают границы межквартильного интервала, а сплошная серая жирная вертикаль – медиану

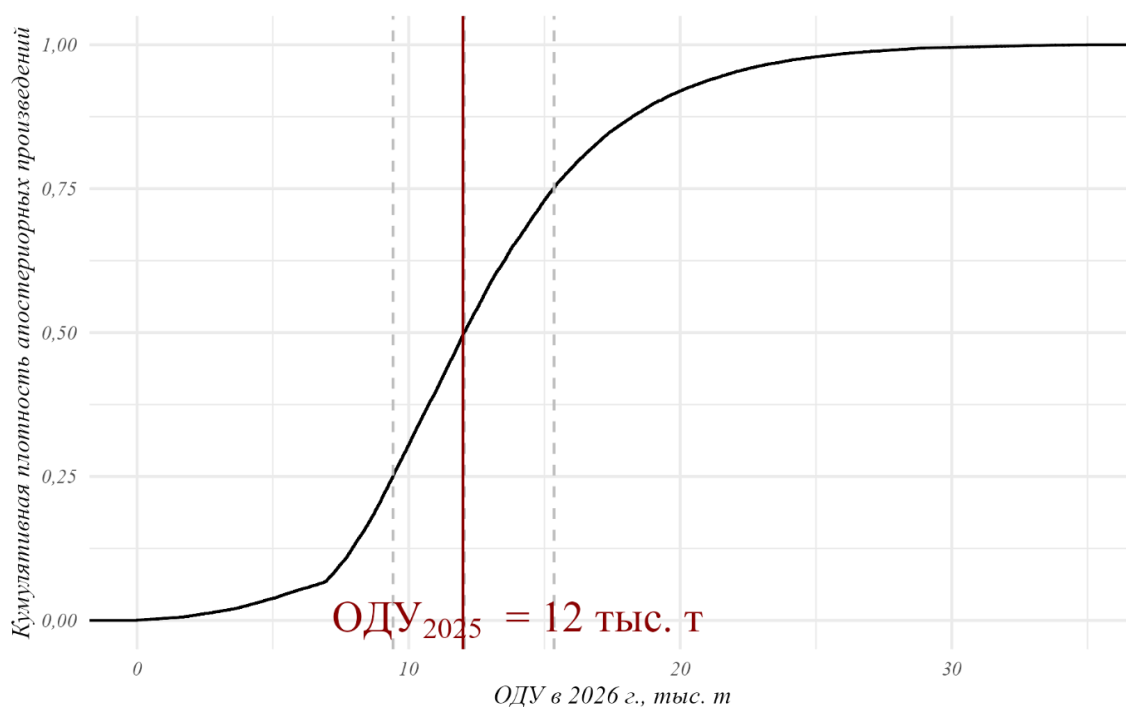


Рис. 47. Распределение кумулятивной вероятности ОДУ в 2026 г., вертикальные пунктирные линии показывают границы межквартильных интервалов и медиану, а сплошная тёмно красная вертикаль – ОДУ, установленное на 2025 г.

Анализ и диагностика полученных результатов

Расчёт ОДУ выполнен с учётом неопределённости, рассчитанной для промысловых индексов в оптимальной *GLM*, опираясь на ранние экспертные оценки биомасс с учётом неопределённости в REMA.

Найденные в ППП «ЈАВВА» оценки биомассы с низкой ошибкой биологического процесса пересекли вероятные значения всех индексов во все годы (рис. 48). Ошибка процесса σ ниже скорости мгновенного пополнения популяции r (табл. 11). Оба индекса хорошо проходят Байесовскую проверку. Общий $p = 0,584$, что близко к идеальному значению $p = 0,5$ (рис. 49), и находится между допустимых значений p (0,2 и 0,8), а год назад общий p был близок к 0,8 (равен 0,72).

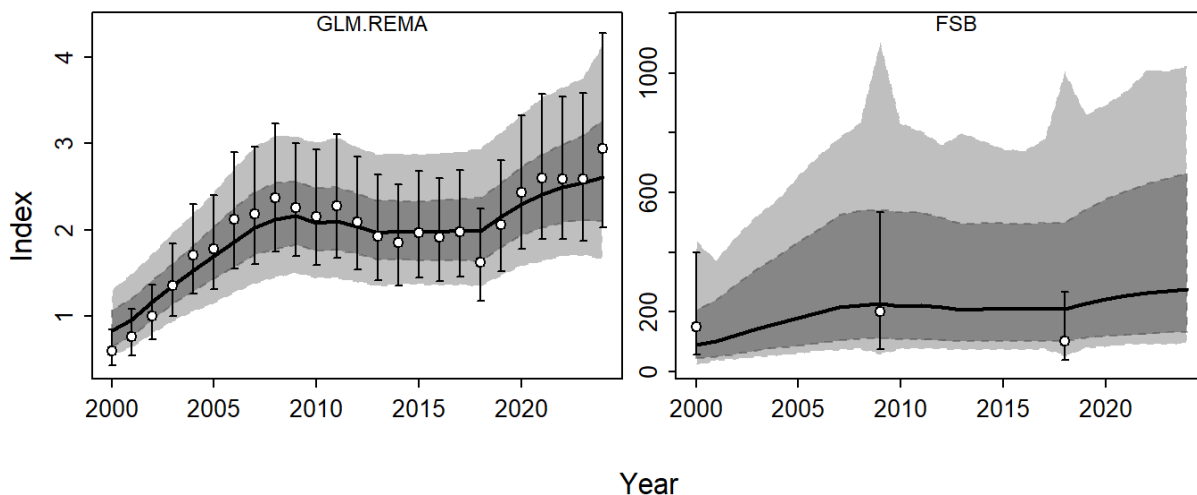


Рис. 48. Относительная динамика (Index) биомассы (чёрная кривая) с доверительными интервалами 90% (серая заливка) в масштабе коэффициентов индексов CPUE (GLM.REMA) и биомассы из экспертных оценок по данным научных ДТ съёмок (FSB), чьи доверительные интервалы показаны усами по годам (Year)

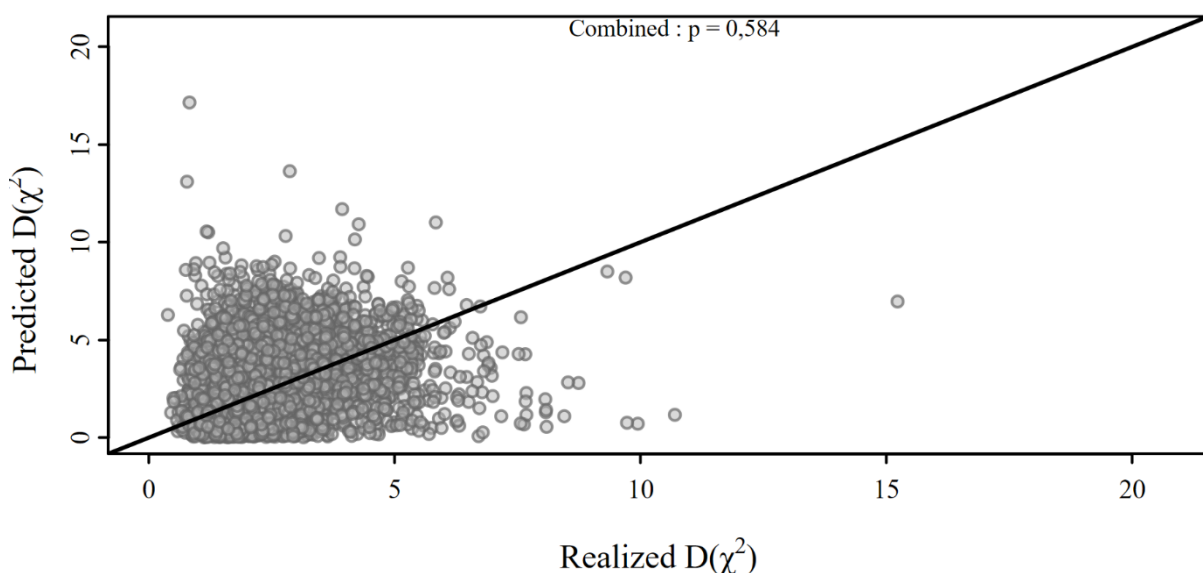


Рис. 49. Байесовская проверка воспроизводимости индексов, по оси абсцисс – реализованное $D(\chi^2)$, а по оси ординат – вычисляемое в модели $D(\chi^2)$. В идеальной настройке $p = 0,5$

Диагностика модели в ППП «ЈАВВА» показала, что все 16 запущенных цепочек МСМС после 10000 итераций на разогрев и прогона в 100000 итераций, из которых сохранялась каждая сотая оценка, устоялись.

Апостериорные распределения не имеют признаков полимодальности (рис. 41). Корень среднеквадратичной ошибки ($RMSE$) в настройке ППП «JABBA» находится на невысоком уровне в 24,7% (рис. 50), что ниже, чем было год назад при обосновании ОДУ на 2025 г. (25,3%).

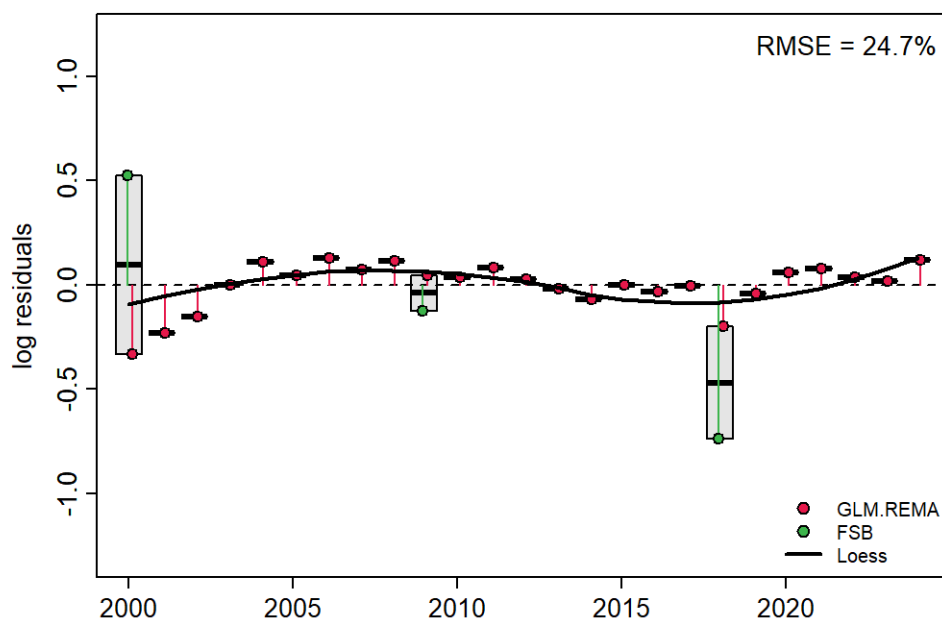


Рис. 50. Ошибки (residuals) в логарифмическом масштабе (log) индексов GLM.REMA и FSB, и их аппроксимация по годам локально взвешенной регрессией (Loess)

Оба индекса [Heidelberger & Welch, 1983; Geweke, 1992] одновременно не имели значимых отклонений у всех найденных биологических параметров (табл. 12). Следовательно, цепочки устоялись (модель хорошо настроилась).

Таблица 12

Оценки параметров модели прибавочной продукции Пелла-Томлинсона, полученные в ППП «JABBA»

Параметр	Медиана	Geweke [1992], p	Heidelberger & Welch [1983], p
K , тыс. т	304,104	0,126	0,751
r	0,151	0,059	0,068
$q.1$	0,010	0,421	0,387
$q.2$	1,106	0,157	0,206
ψ	0,271	0,193	0,311
σ^2	0,007	0,857	0,694
$\tau^2.1$	0,003	0,159	0,060
$\tau^2.2$	0,048	0,575	0,258
m	1,892	0,727	0,201

Таким образом, диагностика показывает, что сейчас настройка модели стала лучше, чем была в прошлом году при обосновании ОДУ на 2025 г.

61.04 - Зона Южно-Курильская

Исполнитель: В.В. Кулик («ТИНРО»)

Куратор: А.В. Согрина (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

В 2001–2008 и 2010–2024 гг. специальных исследований по состоянию сырьевых ресурсов южнокурильского островного склона «ТИНРО» не проводил.

Для оценки современного состояния запаса, прогноза биомассы и вылова макрурусов на 2026 г. в Южно-Курильской зоне привлечены:

- результаты учетных донных траловых съёмок части материкового и островного склона, последние из них – на НИС «Профессор Леванидов» в сентябре-октябре 2000 гг. (до глубины 1000 м) и апреле-мае 2009 г. (до глубины 1000 м);

- результаты более полных учетных донных траловых специализированных съёмок по макрурусам от 200–400 до 1500–2000 м с 1980-х до начала 1990-х гг. на НИС «Шантар», «Пионер Николаева», «Дарвин», «Гиссар» [Tyronogov et al., 2008];

- информация о количественном и качественном составе макрурусов в уловах, его распределении, биологическом состоянии, собранная наблюдателями в рамках ресурсных исследований при ведении тралового лова макрурусов на РТМС «Новозлатополь» в ноябре 2003 г. и при ярусном промысле в 2020 г. на ЯМС «Восток 4»;

- материалы рыбопромысловой статистики по макрурусу по данным судовых суточных донесений (ССД) за 1980–2024 гг.

Макрурусы этого района до 2001 г. промыслом почти не использовались, добывались в небольших количествах в виде прилова при добыче лемонемы. ОДУ с начала 2000-х гг. рекомендовался в 5,0 тыс. т. С 2009 по 2017 г. макрурус почти не добывался, составляя 0,005–0,444 тыс. т, 0,1–8,8% ОДУ. После 2017 г. вылов возрос и в 2020–2021 гг. достиг 1,8–1,9 тыс. т, 37–38% ОДУ, а в 2022–2024 гг. произошло снижение уловов (табл. 13).

Причины недоосвоения рекомендованных объемов вылова макрурусов в этом районе были вызваны невыставлением флота. Кроме организационно-экономических причин на промысел в этом районе влияет и сложный рельеф. Плотные скопления макрурусов, пригодные для донного тралового лова выявлены всего на нескольких участках с глубинами более 1000 м. Особенностью промысла макрурусов этого района в сравнении с другими было использование в течение всего рассматриваемого периода траловых орудий лова. Только в 2016 г. макрурусов стал ловить ярусолов, а в 2020–2021 гг. с выставлением квот на аукционы добыча ярусоловов выросла.

Особенности биологии, распределения и образования скоплений, сроки промысла макрурусов у южных и северных Курильских о-вов сходны. По

данным до начала 1990-х гг. наиболее плотные концентрации макрурусов – с плотностью до 50–100 т/милю² были известны на нескольких небольших участках на склоне у о-ва Уруп (между 45°30'–46° с.ш, 150°20'–151°20' в.д.).

Это во многом определяется рельефом (узким островным склоном) и глубинными течениями. Отмечены очень небольшие межгодовые различия в расположении скоплений. С похолоданием скопления макрурусов смещаются на большие глубины, но промысел здесь можно вести в течение всего года.

Таблица 13

Прогноз, вылов и освоение макрурусов в Южно-Курильской зоне в 2000–2024 гг.

Год	Вылов, т	ОДУ, т	Освоение, %	Год	Вылов, т	ОДУ, т	Освоение, %
2001	1,097	5000	0,02	2013	122,000	5000	2,44
2002	250,000	5000	5,00	2014	137,000	5000	2,74
2003	630,000	5000	12,60	2015	212,000	5000	4,24
2004	3733,312	5000	74,67	2016	444,000	5000	8,88
2005	4420,737	5000	88,41	2017	117,000	5000	2,34
2006	3068,006	5000	61,36	2018	645,000	5000	12,90
2007	2840,000	5000	56,80	2019	719,000	5000	14,38
2008	2829,000	5000	56,58	2020	1923,000	5000	38,46
2009	21,000	5000	0,42	2021	1848,000	5000	36,96
2010	5,000	5000	0,10	2022	1359,000	5000	27,18
2011	311,000	5000	6,22	2023	743,307	5000	14,87
2012	5,000	5000	0,10	2024	735,487	6000	12,26

Уловы за часовое траление составляют для КТФ от 2–3 до 6–10 т, за судосутки 20–30 и более тонн. Малоглазый макрурус на глубинах 600–1500 м в рассматриваемом районе составляет около 90–95% общих уловов. Плотность концентраций возрастает глубже 1000 м. Здесь чаще встречается макрурус длиной от 45 до 130 см, преобладают самки (20:1) длиной 65–95 см массой 2–4 кг.

Нерестовые особи макруруса могут встречаться в течение всего года, но период наибольшей интенсивности нереста здесь – с февраля по июнь [Тупоногов, 1986, 1991, 1993, 2003; Tuponogov et al., 2008].

Биомасса макрурусов по нескольким траловым съемкам в летне-осенний период в начале и конце 1980-х гг. на глубинах от 400 до 1400–1500 м, подсчитанная методом площадей [Аксютин, 1968] и зональных средних на площади 242–358,9 милю² оценена в 19,8–23,2 тыс. т. Оценка биомассы по результатам съемки осенью 2000 г. на глубинах до 1000 м, с пересчетом на весь батиметрический диапазон, сравнима по величине с оценками общего запаса периода 1980–1990-х гг. Результаты донной съемки в апреле-мае 2009 г. (самая большая площадь - 4043,44 милю²) дали наибольшую биомассу макруруса – 166,05 тыс. т и общую учётную численность – 82,43 млн экз. (табл. 14). Последняя оценка биомассы, скорее

всего, завышена из-за перенесения пусть и меньшей плотности распределения биомассы по съёмке на неохваченную тралениями площадь, на которой уловы значительно ниже. Поэтому для расчетов ОДУ по результатам нескольких траловых съёмок 1980–2000 гг. средняя минимальная общая биомассы ($B_{общая}$) оценена в 90 тыс. т.

Таблица 14

Биомасса малоглазого макруруса в Южно-Курильской зоне у о-ва Уруп по данным донных траловых съёмок осенью-зимой 1988–1989, 2000, 2009 гг., тыс. т

Показатель	Год			
	Октябрь-ноябрь 1988	Январь 1989	Сентябрь 2000	Апрель-май 2009
Биомасса по съёмке	19,8	23,2	14,7*	166,05**
Минимальная общая биомасса	100,0	80,0	90,0	170,0**
Плотность распределения биомассы, т/миль ²	81,82	64,64	81,67	41,067
Площадь съёмки, миль ²	242,0	358,9	180	4043,44
Количество тралений	31	37	15	57
Диапазон охваченных съёмкой глубин	От 400 до 1400–1500 м		500–1000 м	500–1400 м

Примечание: * – оценка не отражает состояние запасов и занижена, т.к. съёмка выполнена на глубинах только до 1000 м; ** - оценка значительно завышена

Такие оценки минимальной общей биомассы определяются тем, что в течение всех многолетних донных траловых исследований у южных Курильских о-вов известны всего несколько небольших по площади скоплений макруруса на площади менее 600 миль². Также в этом районе в большей степени, чем в других районах сказывается сложный рельеф дна большинства участков склона, не позволяющий проводить учетную траловую съёмку по относительно равномерной сетке станций.

Значительной межгодовой изменчивости размерно-возрастного и полового состава, уловов, запаса малоглазого макруруса здесь, как и в других районах, не отмечено.

По данным ССД оценка стандартизированного в GLM индекса CPUE производилась за период 2001–2023 гг., но именно стандартизированный индекс показывал резкий кратный рост несвойственный долгоживущим рыбам. Считаем эту информацию ненадёжной.

Обоснование выбора методов оценки запаса

Надёжная оценка возрастного состава рыб в уловах отсутствует. Ранее использовали ППП «JABBA», но $RMSE$ достигал максимальных значений среди всех запасов (150,2%), считая такой результат сомнительным, переходим к использованию модели, опирающейся на уровни биомасс без использования индекса $CPUE$, но с использованием машинного обучения по всемирной базе оценок запасов – $CMSY++$ [Froese et al., 2023].

Заданное информативное априорное распределение находилось от 0,079 до 0,263 для r из оценки соседнего запаса в Северо-Курильской зоне (табл. 11), а для q по научным съёмкам задан диапазон поиска от 0,5 до 4, т.к. оценки биомасс ранее экспертно завышались в разы относительно оценок в рейсовых отчётах. Все остальные априорные распределения подбирались по опубликованному алгоритму [Froese et al., 2023]. Вид априорных и апостериорных распределений основных параметров показан на рисунке 51.

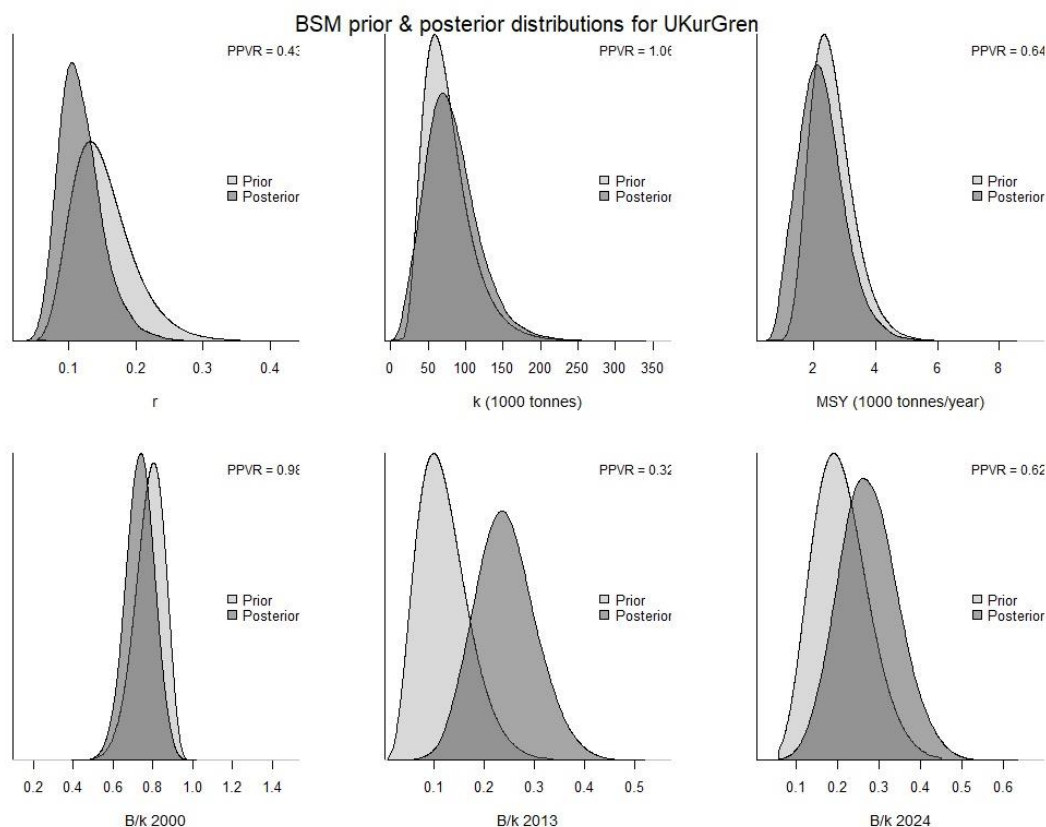


Рис. 51. Плотность априорных (Prior) и апостериорных (Posterior) распределений ключевых параметров в ППП «JABBA» (K , r , m), ψ – вероятное отношение биомассы к приёмной ёмкости в первый год наблюдений, $q.1$ – коэффициент CPUE, $q.2$ – коэффициент доступности биомассы для учётом научных съёмок, σ^2 – дисперсия процесса, PPMR – отношение апостериорного среднего к априорному, PPVR – отношение апостериорной дисперсии к априорной

Настройки Байесовой модели Шефера произведена с учётом перехода классической продукционной функции к «хоккейной клюшке» при перелове по пополнению, когда биомасса опускает ниже $B_{MSY}/2$ или $K/4$ [Froese et al., 2016], а вылов дан с оценкой его вероятного занижения в 7% CV, как было найдено в Северо-Курильской зоне.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Ретроспективный анализ – это результаты применения модели с последовательным укорачиванием рядов входных данных, начиная с терминального. Последовательно укорачивали ряды наблюдений до 6 лет в прошлое для оценки показателя Боба Мона (ρ) [Mohn, 1999] и обнаружили

значимые систематические ошибки как по биомассе (рис. 52) при нестабильном масштабе, так и по эксплуатации (рис. 53).

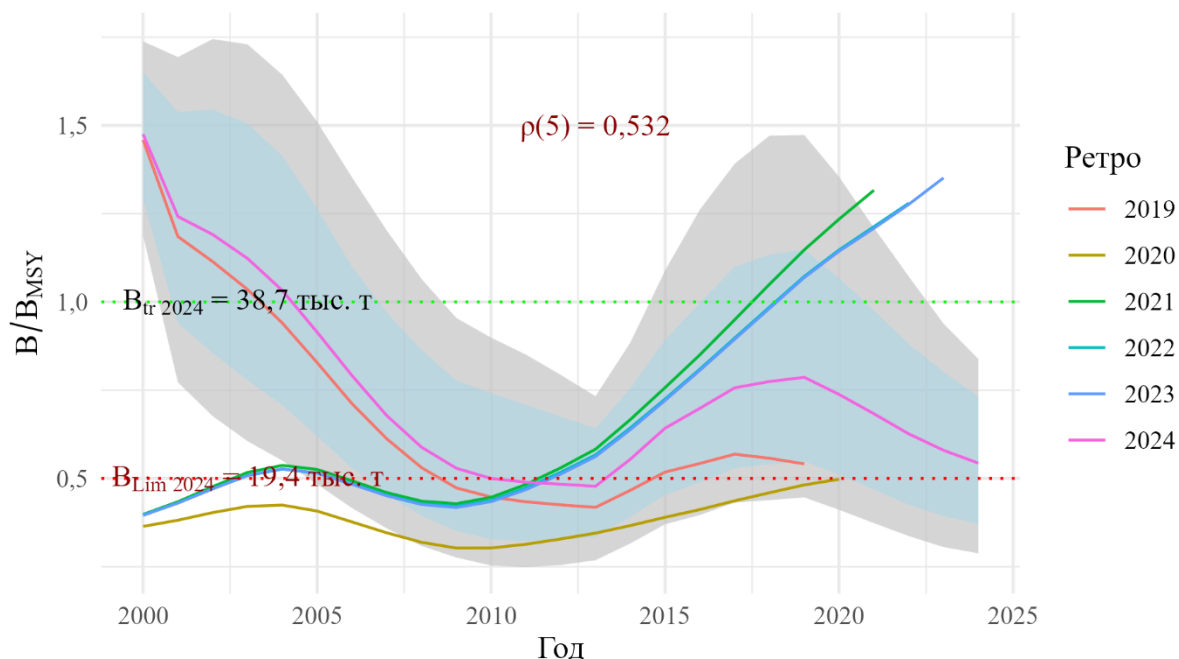


Рис. 52. Ретроспективный анализ состояния запаса (B/B_{MSY}) малоглазого макруруса в Южно-Курильской зоне

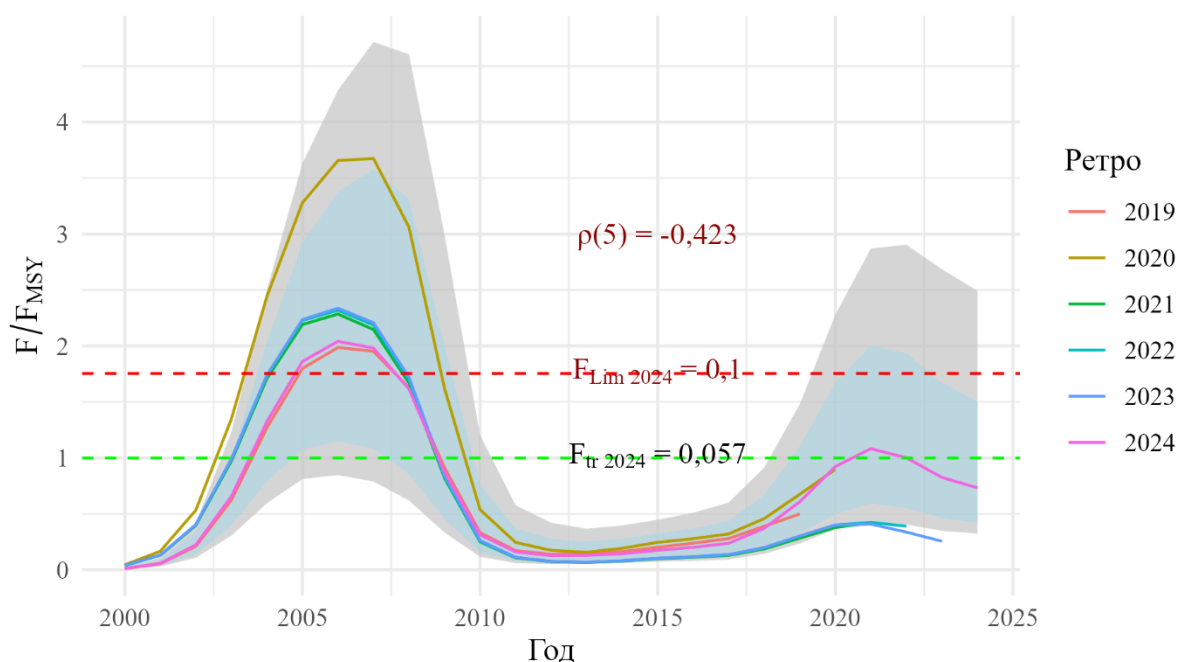


Рис. 53. Ретроспективный анализ состояния промысла (F/F_{MSY}) малоглазого макруруса в Южно-Курильской зоне

Стоит отметить, что по данным с 2021 по 2023 гг. динамика относительной биомассы сильно похожа на полученную ранее в ППП «ЈАВВА» и опубликованную [Кулик и др., 2023]. Судя по состоянию запаса

(B/B_{MSY}) и промысла (F/F_{MSY}) в ретроспективе (рис. 53), в 2021–2023 гг. запас определялся как недоиспользуемый, но с учётом улова 2024 г. он оказался переловленным по росту. Вероятность того, что запас в 2024 г. был в безопасной зоне ($B > B_{MSY}$ и $F < F_{MSY}$), находится теперь в 0,1% вероятных относительных значений B и F , а в опасной зоне эксплуатации ($B < B_{MSY}$ и $F > F_{MSY}$) уже находится 28,6% (рис. 54).

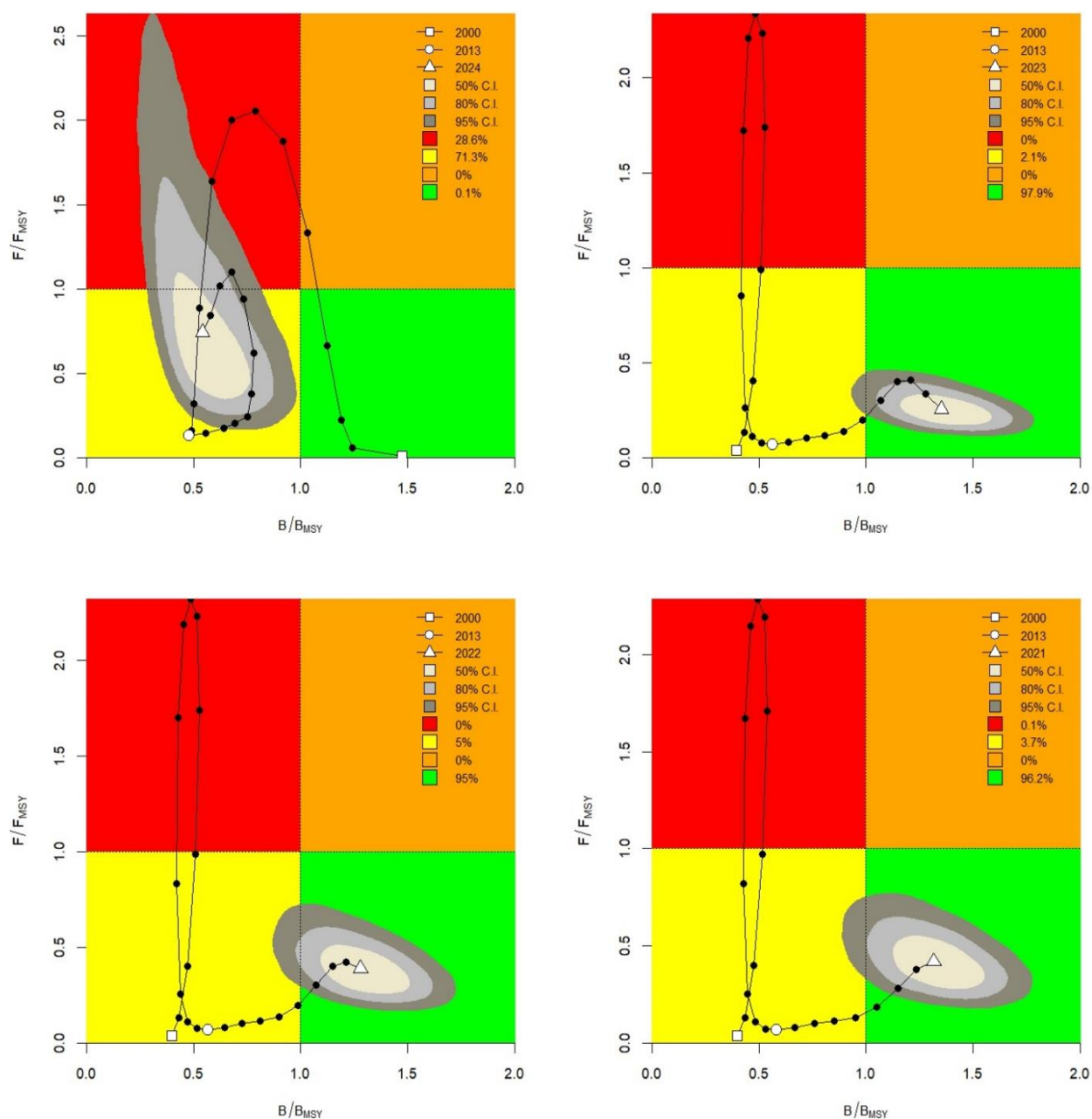


Рис. 54. Состояния запаса малоглазого макруруса Южно-Курильской зоне относительно ориентиров максимального устойчивого улова (MSY) с доверительными интервалами (% C.I.), показанными серой заливкой на графике Кобе при урезании данных до 2021 г.

Параметры модели прибавочной продукции Шефера и ориентиры управления найдены в широких доверительных интервалах (табл. 15). Корреляция в лог масштабе между r и k составила -0,68.

**Оценки некоторых параметров и ориентиров модели прибавочной продукции
Шефера, полученные в ППП «CMSY++»**

Параметр	Медиана	Нижняя граница 95% доверительного интервала	Верхняя граница 95% доверительного интервала
K , тыс. т	77,5	25,8	167
r	0,114	0,0681	0,194
q	2,37	1,08	6,26
F_{MSY}	0,057	0,034	0,0972
B_{MSY} , тыс. т	38,7	12,9	83,3
MSY , тыс. т	2,19	1,04	3,92
B_{2024}/B_{MSY}	0,542	0,288	0,839
B_{2024}	20,4	6,68	48,5
F_{2024}/F_{MSY}	0,743	0,339	2,55
F_{2024}	0,0401	0,0167	0,124

Определение биологических ориентиров

С учётом широких доверительных интервалов оценок ориентиров взяты не их средние значения, а более робастные – медианные (табл. 15):

– новый граничный ориентир по промысловой смертности $F_{Lim} = 0,1$, ниже предыдущего всего на 0,004 и является его округлением;

– целевой коэффициент эксплуатации F_{tr} установили немного выше прежнего уровня (0,052) на уровне медианы F_{MSY} данной оценки $F_{tr} = 0,057$;

– целевой ориентир по биомассе установили по медиане B_{MSY} , что ниже, чем было найдено в ППП «JABBA» ранее, но здесь уже не используются все опубликованные тогда оценки биомасс, поэтому $B_{tr} = 38,7$ тыс. т;

– граничный ориентир по биомассе B_{Lim} приняли равным $K/4$ или $B_{MSY}/2$, т.е. $B_{Lim} = 19,4$ тыс. т по максимуму из известных ориентиров перелова по пополнению в продукционных моделях [Winker et al, 2018].

Обоснование правила регулирования промысла

Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], правило регулирования промысла (ППП) определяется с определённой целью. Здесь цель – вывести запас в безопасную зону эксплуатации или постоянной интенсивности промысла.

Предлагаем кусочно-линейное ППП, которое будет пропорционально снижать рекомендуемую долю изъятия запаса при снижении биомассы ниже целевого ориентира.

Аналитическая форма кусочно-линейного ППП выражается по зонам состояния запаса согласно следующим формулам [Методические рекомендации, 2018]:

$$\text{I} - F_i = 0, \text{ при } B_i < B_{Lim},$$

$$\text{II} - F_i = (F_{tr} - F_0) \cdot (B_i - B_{Lim}) / (B_{tr} - B_{Lim}) + F_0, \text{ при } B_{Lim} < B_i < B_{tr},$$

$$\text{III} - F_i = F_{tr} = \text{const}, \text{ при } B_i > B_{tr},$$

где: F_i – рекомендуемая в прогнозный год величина промысловой эксплуатации; B_i – величина запаса в прогнозный год, тыс. т; B_{Lim} – граничный ориентир по биомассе, тыс. т; F_{tr} – целевой ориентир по промысловой эксплуатации; F_0 – рекомендуемая эксплуатация для проведения научных исследований, пока роли не играет и равна 0; B_{tr} – целевой ориентир по биомассе, тыс. т. Вариант реализации такого ПРП в 2026 г. показан ниже (рис. 55).

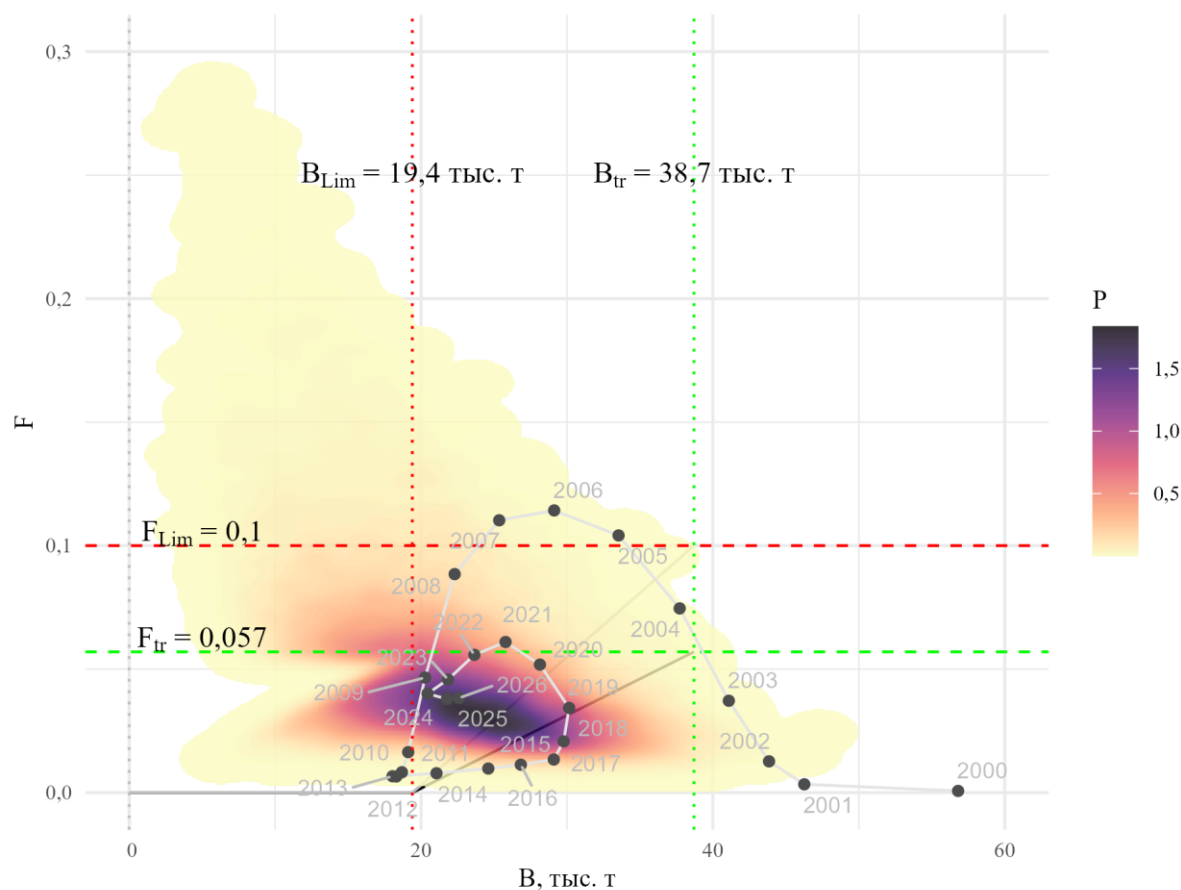


Рис. 55. Реализация ПРП в 2026 г. при сохранении эксплуатации 2024 г., где P – соответствует плотности апостериорных оценок

Прогнозирование состояния запаса

В условиях неопределённости по параметрам (табл. 15) затруднительно предсказать какую-либо конкретную динамику запаса, а, следовательно, и его точного состояния. Однако можно оценить вероятные состояния, например, в зависимости от различных F в перспективе до 2050 г. (рис. 56). Выходит, что сохранение промысловой нагрузки 2024 г. (F около 0,0401) приведёт к высоко вероятному восстановлению запаса быстрее всего, а удвоение F подорвёт запас. С риском около 30% перелома по пополнению можно увеличить F в 1,5 раза до 0,06, что с точностью до 2 десятичного знака соответствует F_{MSY} .

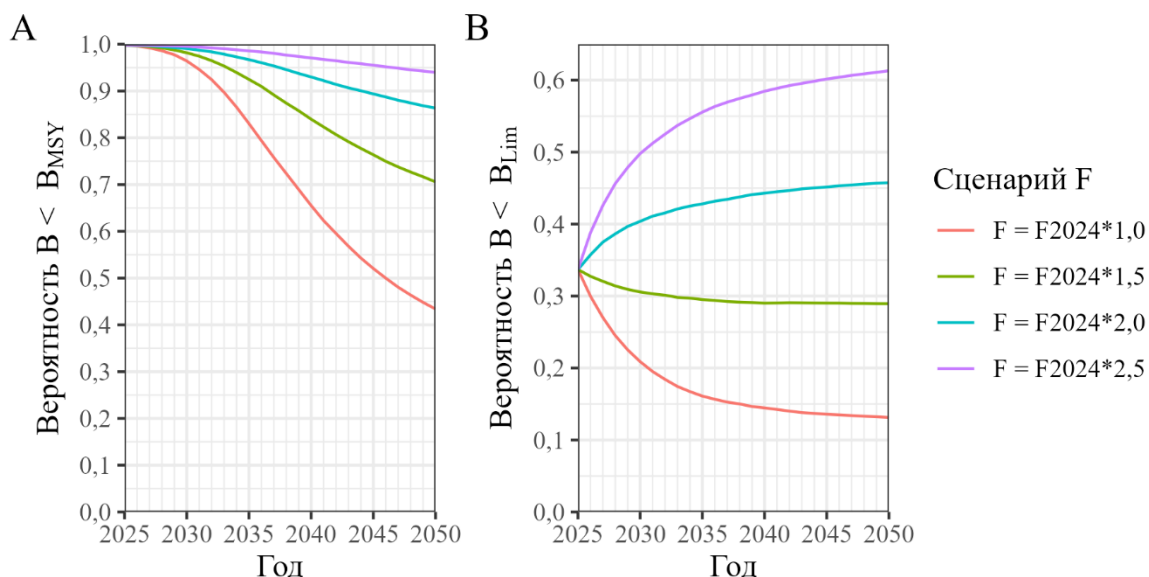


Рис. 56. Прогноз состояния запасов макрурусов, рассчитанный в различных прогонах (run) при постоянном улове C в тоннах в ППП «JABBA» в последующие годы. Ящиками показаны межквартильные интервалы (IQR), а усами $1,5 \cdot IQR$

Сохранение в 2025 г. промысловой эксплуатации 2024 г. приводит к предполагаемому улову около 0,88 тыс. т, тогда биомасса в 2026 г., вероятно, будет находиться в пределах 50% доверительного интервала (50% $C.I.$) от 18,4 до 26,8 тыс. т с медианой около 22,6 тыс. т и средней около $22,6 \pm 6,15$ тыс. т SD .

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Допускаем, что биомасса макрурусов в 2026 г. будет находиться на уровне ниже той, что обеспечивает MSY , т. е. состояние запаса вызывает и будет вызывать опасения (рис. 55). Следовательно, нужно рекомендовать эксплуатацию по ПРП, тогда $F_i = 0,0095$, что при медиане биомассы в 2026 г., равной 22,6 тыс. т, даёт ОДУ, равное 0,215 тыс. т. Однако в распоряжении имеется всё вероятное распределение F_{tr} и B в 2026 г., а не только точечная оценка медианы, поэтому перемножим их апостериорные оценки в 2026 г. при F в 2025 г. равном 0,0401. В итоге медиана апостериорного распределения ОДУ в 2026 г. будет находиться около 0,213 тыс. т в межквартильном интервале от 0 тыс. т до 0,581 тыс. т (рис. 57, 58), что значительно ниже утверждённого ОДУ на 2025 г. в 6 тыс. т. Однако выше в результате анализа рисков было показано, что сохранение нагрузки 2024 г. тоже имеет высокие шансы восстановить запас (рис. 56). Это соответствует уровню ОДУ $0,0401 \times 22,6 = 0,906$ тыс. т. или около 0,9 тыс. т. Тем не менее, такое резкое снижение утверждённого ОДУ на 2025 г. (более 6 раз) может быть вызвано нестабильностью оценки состояния, которая до 2024 г. находилась в благоприятной зоне эксплуатации, а затем резко все параметры одной и той же модели и оценка состояния запаса и промысла изменилась (рис. 54).

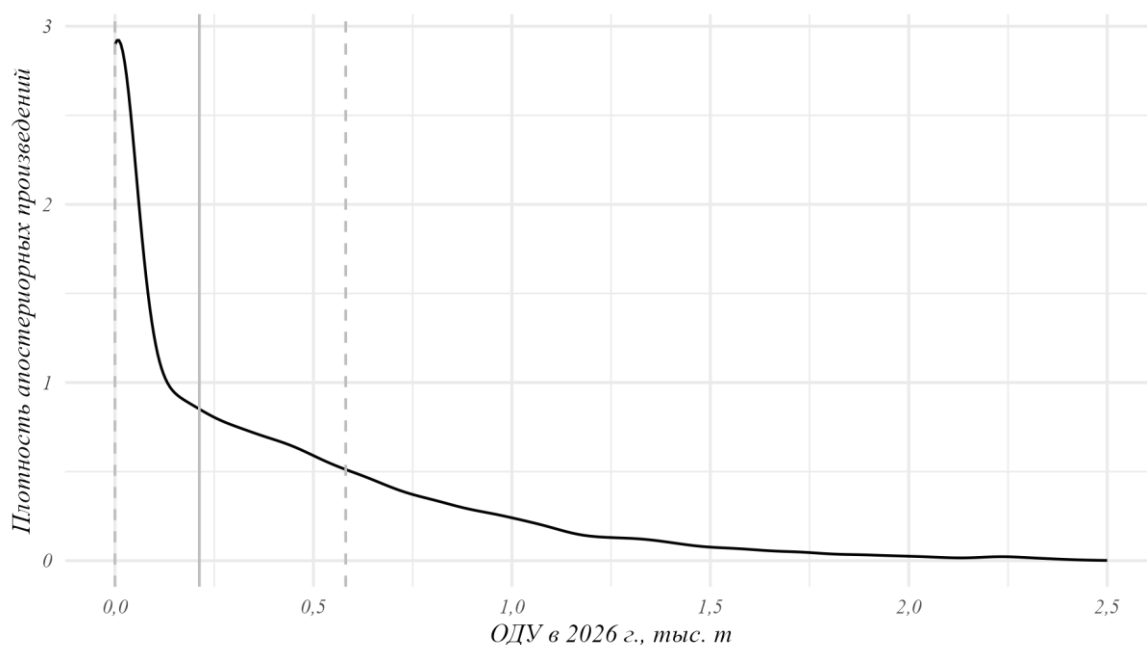


Рис. 57. Распределение ОДУ в 2026 г., вертикальные пунктирные линии показывают границы межквартильного интервала, а сплошная серая вертикаль – медиану

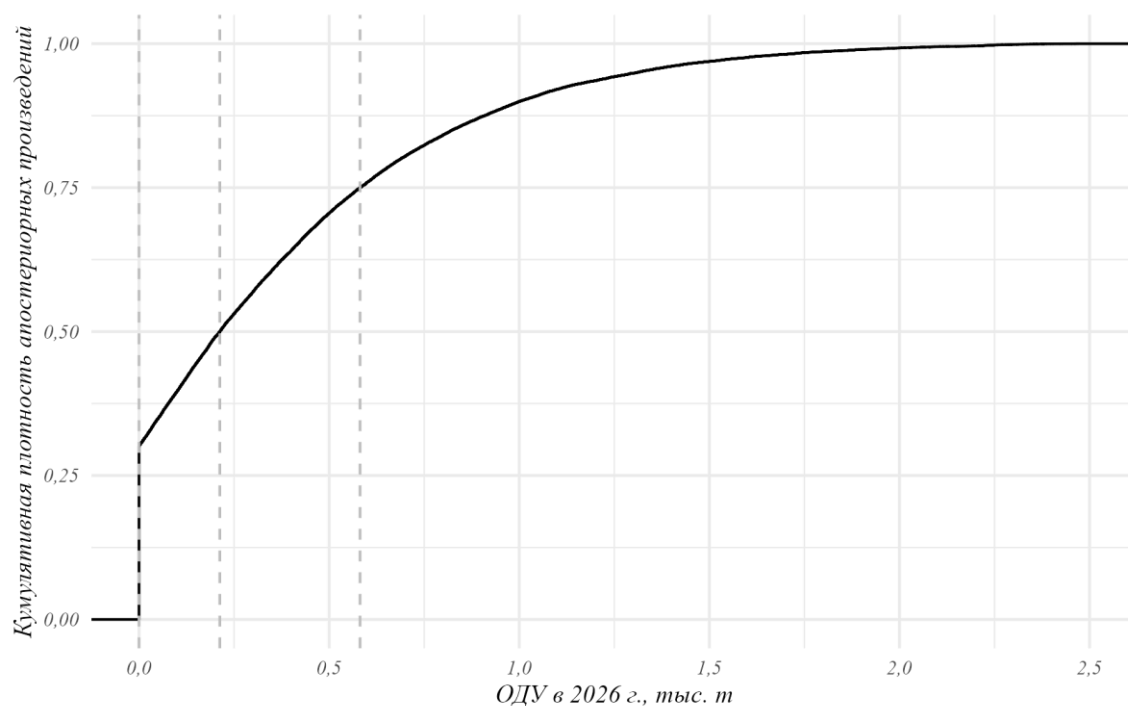


Рис. 58. Распределение кумулятивной вероятности ОДУ в 2026 г., вертикальные пунктирные линии показывают границы межквартильных интервалов и медиану

Следовательно, необходимо учесть неопределённость управления. В современной практике регулирования ОДУ не рекомендуется изменять для восстановленных запасов, например, для трески Северного моря более, чем на 20% [Kvamsdal et al., 2016]. Состояние запаса макруруса здесь можно считать восстановленным, если опираться на оценки 2021–2023 гг. (рис. 54).

Таким образом, рекомендуем пока снизить ОДУ на 20%, т.е. $6 \times 0,8 = 4,8$ тыс. т.

В итоге, рекомендуем установить **ОДУ макрурусов в Южно-Курильской зоне в 2026 г. равным 4,800 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

Найденные в ППП «CMSY++» оценки биомассы пересекли вероятные значения предыдущей оценки в ППП «JABBA» не более, чем в 3 из 5 выбранных (рис. 59). Оценок биомассы из научных ДТ съёмов недостаточно (всего 2 с 2000 г., табл. 14), чтобы использовать Байесову модель Шефера в ППП «CMSY++», поэтому было выбрано минимально необходимое число оценок биомассы (5) из предыдущей оценки в ППП «JABBA», но не все, чтобы не сильно влиять на настройку в ППП «CMSY++». Отклонения между оценками есть, но они незначительные.

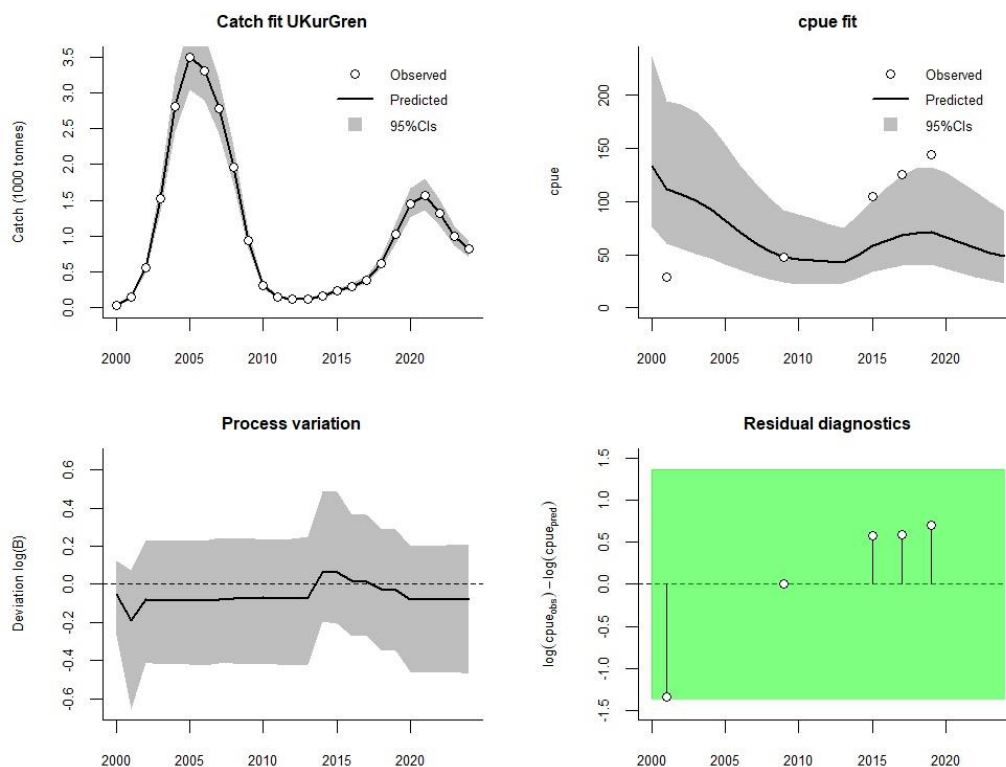


Рис. 59. Динамика улова (Catch, тыс. т), биомассы (срue, тыс. т) в масштабе индекса, ошибки процесса (Deviation) с доверительными интервалами 95% (серая заливка) и поочерёдного теста ошибок (Residual diagnostic)

Корень среднеквадратичной ошибки (*RMSE*) в настройке ППП «JABBA» находился на самом высоком уровне в 150,2% среди всех запасов макрурусов, а в данной настройке ППП «CMSY++» в 2 раза ниже (77,5%). Ранее уже допускали, что стандартизация не справилась с задачей учёта массового перехода добычи ярусами в 2020 г., который начался в 2016 г., поэтому рост биомассы, определяемой индексами, мог сильно завышаться. Здесь (в ППП «CMSY++») индекс *CPUE* ни в каком виде вообще не

участвовал в настройке, но использовано всего 5 оценок биомасс из ППП «JABBA». Анализ чувствительности к ним показал, что модель вообще без индексов ($CMSY$) похожа на $CMSY++$, но ещё более пессимистично оценивает состояние запаса как переловленного не только по росту, но и по пополнению (рис. 60). Таким образом, считаем рекомендацию резко снизить ОДУ обоснованной результатами анализа рисков и чувствительности.

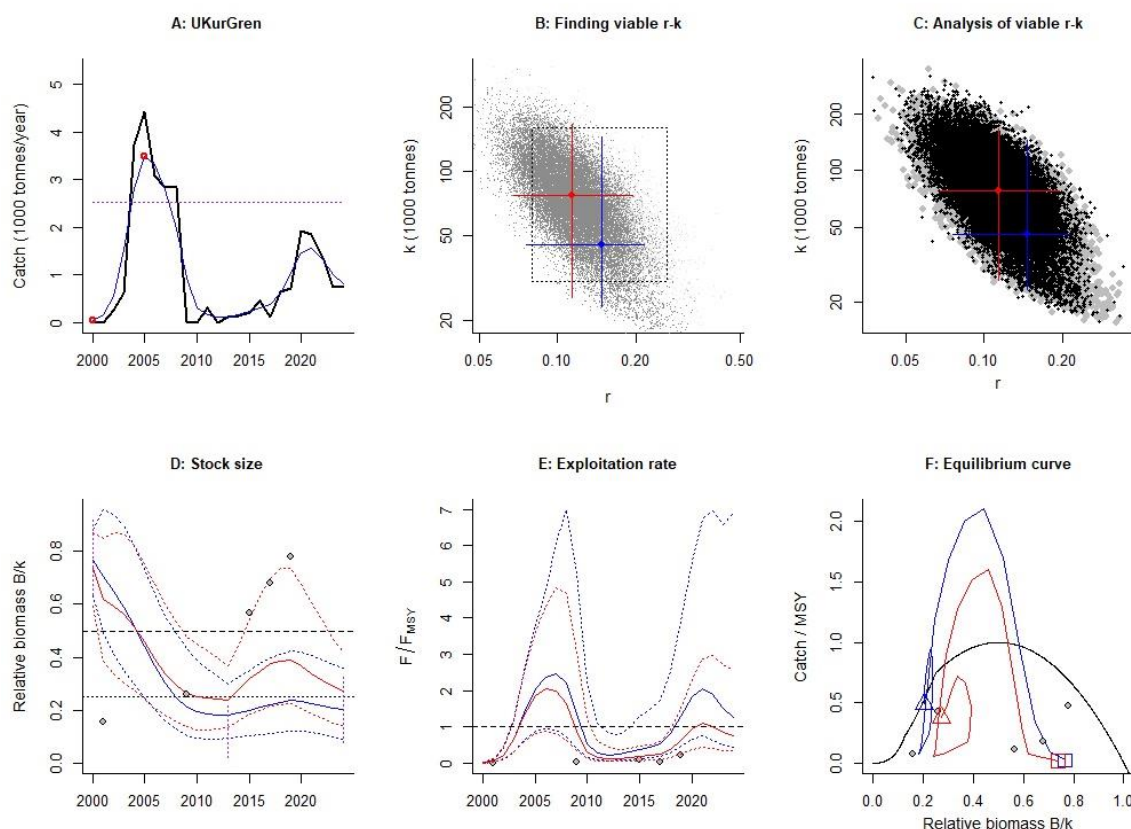


Рис. 60. Стандартные диагностические графики из ППП «CMSY++»: (А) улов (чёрная линия) и его сглаживание (синяя линия) с её минимумом и максимумом (красные точки); (В) мультилогнормальное априорное распределение r - K пар и (С) анализ подходящих r - K пар, где светлосерые точки соответствуют потенциальным парам, а тёмные выбранным, синий крест соответствует области 95% $C.I.$ $CMSY++$ (без индексов), а красный для Байесовой модели Шефера или BSM (с индексом биомассы); (D) состояние запаса с 95% $C.I.$ относительно приёмной ёмкости по годам, где синие линии – результат оценки в $CMSY++$ (без индексов), а красные в BSM (серые кружки – индекс из предыдущей оценки биомассы в ППП «JABBA»); (E) состояние промысла с 95% $C.I.$ относительно F_{MSY} по годам, где синие линии – результат оценки в $CMSY++$ (без индексов), а красные в BSM (серые кружки – индекс из предыдущей оценки биомассы в ППП «JABBA»); (F) фазовый портрет с кривой прибавочной продукции (чёрная парабола после $B/k > 0,25$), где синие линии – результат оценки в $CMSY++$ (без индексов), а красные в BSM (серые кружки – индекс из предыдущей оценки биомассы в ППП «JABBA»)

61.05 - Зона Охотское море

61.05.1 - Северо-Охотоморская подзона

61.05.2 - Западно-Камчатская подзона

61.05.3 - Восточно-Сахалинская подзона

61.05.4 - Камчатско-Курильская подзона

Исполнитель: В.В. Кулик («ТИНРО»)

Куратор: А.В. Согрина (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Считается, что во всех рыбопромысловых подзонах Охотского моря макрурус образует одну единицу запаса [Тупоногов, 1993, 1997, 2005], поэтому ранее прогноз давался для всей зоны Охотское море в целом. Учитывая отсутствие препятствий для захода пелагической молоди макрурусов в Охотское море из Северо-Курильской зоны, а также доказательств генетических различий запасов в 2 зонах до уровня самостоятельных популяций не видим смысла рассматривать эти 2 зоны отдельно.

В последние годы материалы по уловам, плотности распределения и биологическому состоянию макрурусов были получены только на части акватории Охотского моря в части диапазона глубин их обитания при несистематических работах или попутно при исследовании других видов. Полноценных экспедиционных морских исследований по состоянию сырьевых ресурсов макрурусов во всем батиметрическом диапазоне всей площади Охотского моря «ТИНРО» не проводил с конца 1990-х гг. Наиболее полная за последнее время донная траловая съемка во всех подзонах Охотского моря проведена в апреле-мае 2018 г. на НИС «ТИНРО» - 167 учетных траления на глубинах 263–972 м (рис. 61).

Промысел макрурусов в Охотском море до 2000-х гг. не проводился. Их запас практически не эксплуатировался, вылов в небольших количествах производился при донном траловом, ярусном и сетном промысле других донных рыб. Чаще всего этот вылов даже не показывался и не учитывался в рыбопромысловой статистике.

С 2000 до 2009 гг. и с 2012 до 2015 гг. ОДУ макруруса для всего Охотского моря предлагался в объеме 5,0 тыс. т, а в 2010–2011 и в 2016–2018 гг. в объёме 6 тыс. т (табл. 16).

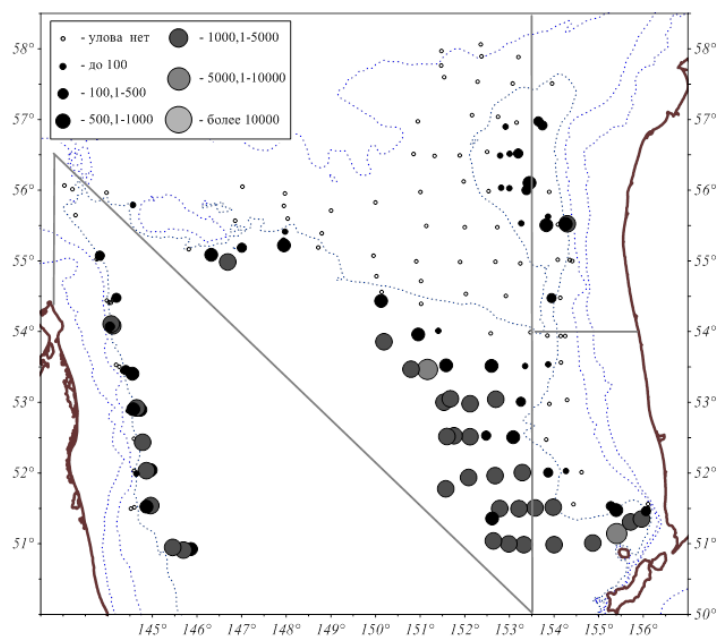


Рис. 61. Распределение малоглазого макруруса по данным донной траловой съемки в Охотском море в апреле-мае 2018 г., кг/км²

Таблица 16

Вылов, ОДУ и освоение макрурусов в зоне Охотском море

Год	Вылов, т	ОДУ, т	Освоение ОДУ, %
1	2	3	4
1996	14,000		
1997	38,823		
1998	41,948		
1999	11,807		
2000	74,840	5000	1,50
2001	775,000	5000	15,50
2002	1991,334	5000	39,83
2003	2161,000	5000	43,22
2004	1764,000	5000	35,28
2005	1541,000	5000	30,82
2006	843,000	5000	16,86
2007	1727,002	5000	34,54
2008	1162,000	5000	23,24
2009	4122,000	5000	82,44
2010	1550,000	6000	25,83
2011	2703,000	6000	45,05
2012	2281,000	5000	45,62
2013	1464,000	5000	29,28
2014	1648,000	5000	32,96
2015	2169,000	5000	43,38
2016	3571,000	6000	59,52

1	2	3	4
2017	3468,000	6000	57,80
2018	2685,000	6000	44,75
2019	5673,000	7000	81,04
2020	6930,000	8000	86,63
2021	6014,000	9000	66,82
2022	6032,000	6400	94,25
2023	8083,964	10000	80,84
2024	3423,904	8000	42,80

С началом разделения прогноза вылова макрурусов в Охотском море по рыбопромысловым подзонам (с 2004 г.), к первоначальному освоению ресурсов рекомендовали более плотные скопления в Северо-Охотоморской и Камчатско-Курильской подзонах, доступные для облова донными тралами. Для Восточно-Сахалинской подзоны, где такие скопления не были обнаружены, величины изъятия в то время не обосновывали. В Охотском море длина макруруса в донных уловах по многолетним данным изменялась от 30–55 до 120–130 см. В целом здесь больше доля неполовозрелых особей и почти не встречаются нерестовые особи [Тупоногов, 1991, 1993, 2003, Tuponogov et al., 2008]. В последние годы в донных ярусных и траловых уловах преобладал малоглазый макрурус модальных групп 70–90 см – средние 76,9–83,2 см и массой 2,5–3,0 кг.

Для оценки современного состояния запаса, прогноза биомассы и вылова макрурусов на 2026 г. в зоне Охотское море, кроме этого, привлечены:

- результаты многолетних более полных учетных донных траловых специализированных глубоководных съёмок по макрурусам до глубин 1500–2000 м в 1983–1989 гг. на НИС «Гневный», «Дарвин» [Тупоногов, 2005; Tuponogov et al., 2008];

- результаты учетных донных траловых съёмок отдельных районов верхней части материкового склона Охотского моря, охватывающих верхние и средние диапазоны глубин обитания макрурусов: в 2000 г. – 2-я Охотоморская комплексная экспедиция до глубины 1000 м, в 2009 г. – на НИС «ТИНРО» (до глубины 680 м в Северо-Охотоморской и Восточно-Сахалинской подзонах), в 2010 г. – на НИС «Профессор Кизеветтер» (на глубинах 400–981 м в восточной части Охотского моря), в 2012 г. – на НИС «ТИНРО» (на глубинах 485–970 м), в 2013 г. – на НИС «Профессор Кагановский» (на глубинах 560–980 м);

- результаты донной ярусной учетной микросъёмки в Восточно-Сахалинской подзоне на СРТМ-К «Шурша» в марте-апреле 2015 г. (23 донные ярусопостановки на глубинах 1060–1528 м);

- информация о количественном и качественном составе макрурусов в уловах, его распределении, биологическом состоянии при ведении донного

ярусного и сетевого лова макрурусов в 2003–2023 гг., собранная наблюдателями в рамках ресурсных исследований, в 2020 и 2021 гг. – на ЯМС «Триумф» и в 2022–2023 гг. на ЯМС АО РК «ВОСТОК-1»;

– материалы рыбопромысловой статистики вылова макруруса по данным судовых суточных донесений (ССД) за 1980–2024 гг.

По результатам нескольких донных траловых съёмок в конце 1980-х гг. общий запас малоглазого макруруса Охотского моря на глубинах 300–2000 м, рассчитанный методом площадей [Аксютин, 1968] с учётом необследованной акватории достаточно велик и составлял более 500 тыс. т на площади 160343 миль². Данные комплексных экспедиций 1997 и 2000 гг., учетных донных траловых съёмок 2010, 2012, 2013 гг. (захватывающих только верхнюю часть скоплений макрурусов на части акватории моря) показывают, что биомасса в основных промысловых подзонах Охотского моря (Северо-Охотоморской и Камчатско-Курильской) составляет не менее 100–240 тыс. т. Колебания этих оценок вызваны, преимущественно сезонными перемещениями. Общая биомасса макрурусов в Охотском море с пересчётом на весь батиметрический диапазон (300–2000 м) составляет не менее 400 тыс. т (табл. 17). Для начала введения промысла макруруса в Восточно-Сахалинской подзоне отдельно от других подзон была оценена их общая биомасса. Исходя из результатов ограниченных по площади учетных донных траловых съёмок НИС «ТИНРО» в июле-сентябре 2009 г. и апреле-мае 2018 г., учтенные биомассы малоглазого макруруса составили только в верхней части материкового склона северной части Восточно-Сахалинской подзоны 8–9,3 тыс. т. С учетом необследованной акватории на глубинах 400–2000 м в летне-осенний период, по минимальным оценкам донных траловых съёмок 1986–1987, 1989 и 2018 гг., общая биомасса составит не менее 25–50 тыс. т. Уловы и плотность распределения макруруса начинают возрастать глубже 500–600 м, а наибольшие они на максимально обследованных глубинах 800–950 м.

Таблица 17

Биомасса малоглазого макруруса в Охотском море по данным донных траловых съёмок в 1986, 1989, 2000, 2010, 2012, 2013, 2018 гг.

Показатель	Год						
	Октябрь 1986- январь 1987	Май- август 1989	Осень 2000	Лето 2010	Лето 2012	Осень 2013	Весна 2018
Биомасса по учетной съёмке (глубины 200–900 м), тыс. т	68,0	270,0	19,4	240,5	12,8	112,4	186,1
Обследованная при съёмках площадь, миль ²	38750	160343	65500	24351*	19348**	44767	739371
Биомасса общая расчётная (глубины 300–2000 м)	550,0	866,8	510,0	450,0	Не менее 400,0	Не менее 400,0	Не менее 400,0
Промысловый запас, тыс. т	не менее 100–150						
Количество тралений	407	257	120	99	36	102	167

Примечание: *восточная часть Охотского моря 51–58°с.ш. от 151°в.д. до изобаты 400 м;

** часть восточной половины Охотского моря 51°30'–57°с.ш. и от 152°30'в.д. до изобаты 450 м

По данным ССД оценён стандартизированный в *GLM* индекс *CPUE* за 1996–2024 гг. с учётом различий по подзонам и индекса в соседней Северо-Курильской зоне в *REMA* (рис. 62).

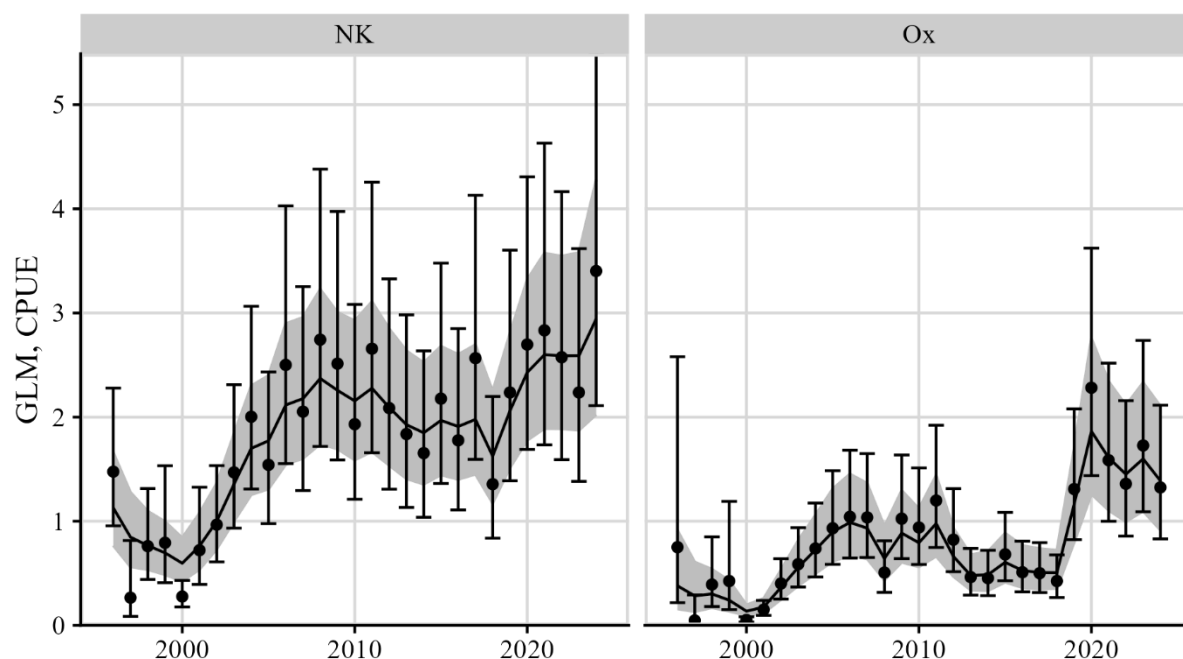


Рис. 62. Динамика индексов с доверительными интервалами в виде услов для биомассы промыслового запаса по ДТ съёмкам (сверху) и *CPUE* в *GLM* (снизу), а также результат их объединения в *REMA* – чёрная кривая с доверительным интервалом, показанным серой заливкой, где NK – Северо-Курильская зона, а Ох – зона Охотское море

По многолетним данным и исходя из особенностей экологии этого вида, на больших глубинах отмечены более значительные по плотности скопления [Тупоногов, 1986, 1991, 2003 и др.] и общая расчетная биомасса малоглазого макруруса в Восточно-Сахалинской подзоне по съёмкам 2009 и 2018 гг. сравнима с оценками более полных съёмок 1980-х гг.

В целом, уровень информационного обеспечения – II, т.к. в распоряжении есть ряды уловов и стандартизированный индекс численности в дополнение к оценкам биомасс по научным съёмкам.

Обоснование выбора методов оценки запаса

Надёжная оценка возрастного состава рыб в уловах отсутствует.

Ошибки в предыдущей оценке были высокими ($RMSE = 59,2\%$), но в разы ниже, чем в Южно-Курильской зоне, поэтому считаем возможным продолжать использовать ППП «JABBA». Как и прежде задали информативные априорные распределения для основных параметров. Допустили, что K находится около максимальной B по учётным съёмкам (от 100 тыс. т до 510 тыс. т). Коэффициент популяционного роста (r) установили типичным для долгоживущих рыб от 0,05 до 0,15 [Методические рекомендации, 2018], а уровень B в 1996 г. относительно K предположили на уровне 0,5 ($CV = 50\%$). Вид априорных и апостериорных распределений

основных параметров показан на рисунке 63. Старт настройки обобщённой модели осуществлён с параметром формы, аналогичным модели Шефера ($B_{MSY}/K=0,5$), с заданием информативного $CV = 10\%$. Перелов по пополнению задан равным $0,25 \times K$, а вылов дан с оценкой его вероятного занижения до $10\% CV$.

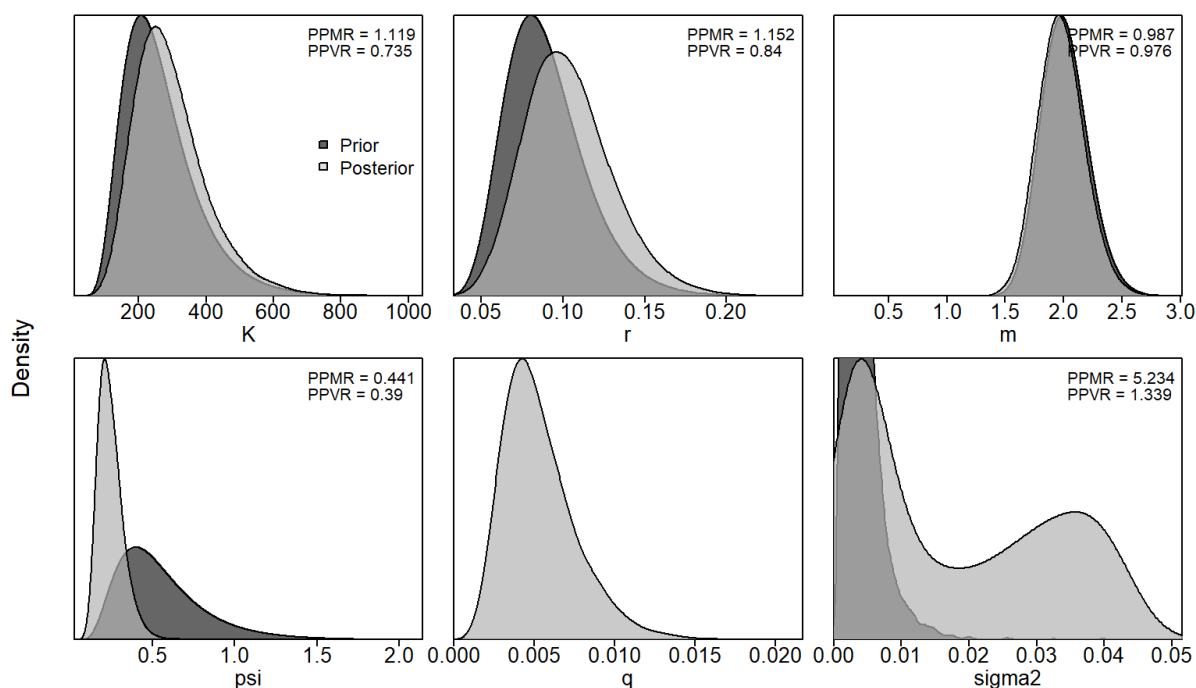


Рис. 63. Плотность априорных (Prior) и апостериорных (Posterior) распределений ключевых параметров в ППП «JABBA» (K , r , m), ψ – вероятное отношение биомассы к приёмной ёмкости в первый год наблюдений, q – коэффициент уловливаемости $CPUE$ из GLM после $REMA$, σ^2 – дисперсия процесса, $PPMR$ – отношение апостериорного среднего к априорному, $PPVR$ – отношение апостериорной дисперсии к априорной

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Ретроспективный анализ – это результаты применения модели с последовательным укорачиванием рядов входных данных, начиная с терминального. Последовательно укорачивали ряды наблюдений до 7 лет в прошлое для оценки показателя Боба Мона (ρ) [Mohn, 1999] и не обнаружили систематические ошибки, т.к. все они были в пределах доверительного интервала терминальной оценки, но в прогнозе ρ выходил за рамки допустимых значений от $-0,15$ до $0,2$, хотя обнаружена заметная нестабильность масштаба биомассы, поэтому требуется регулярный пересмотр ориентиров.

Судя по состоянию запаса (B/B_{MSY}) и промысла (F/F_{MSY}) в ретроспективе (рис. 64), эксплуатация запаса происходила в широком диапазоне промысловых нагрузок.

Вероятность того, что запас в 2024 г. был в безопасной зоне ($B > B_{MSY}$ и $F < F_{MSY}$), находится более чем в 95% вероятных относительных значений B

и F , а в опасной зоне эксплуатации ($B < B_{MSY}$ и $F > F_{MSY}$) пока находится менее 1% (рис. 65).

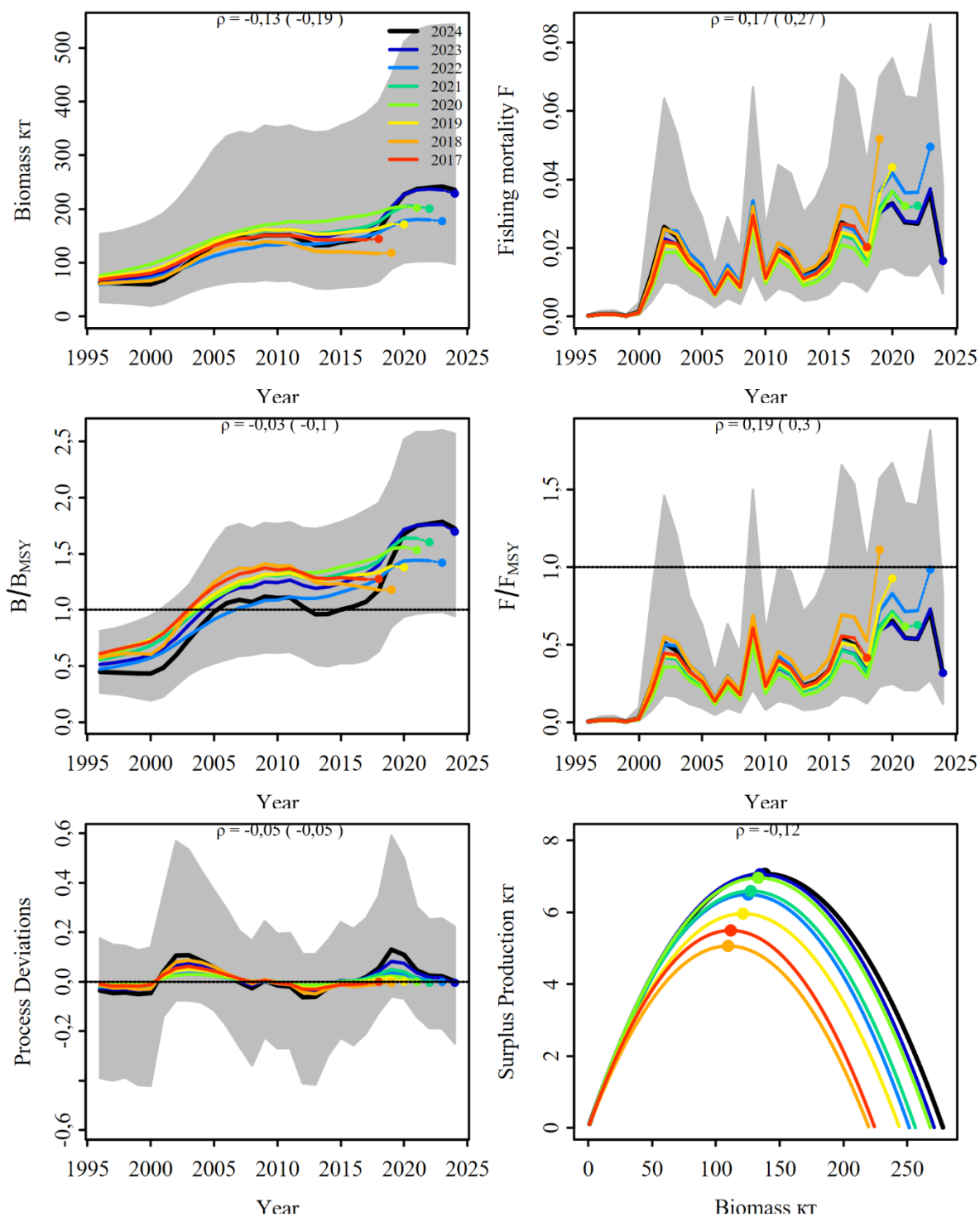


Рис. 64. Ретроспективный анализ настройки ППП «JAWBA» для оценки запаса малоглазого макруруса и его состояния, а также состояния промысла и промысловой смертности в зоне Охотское море

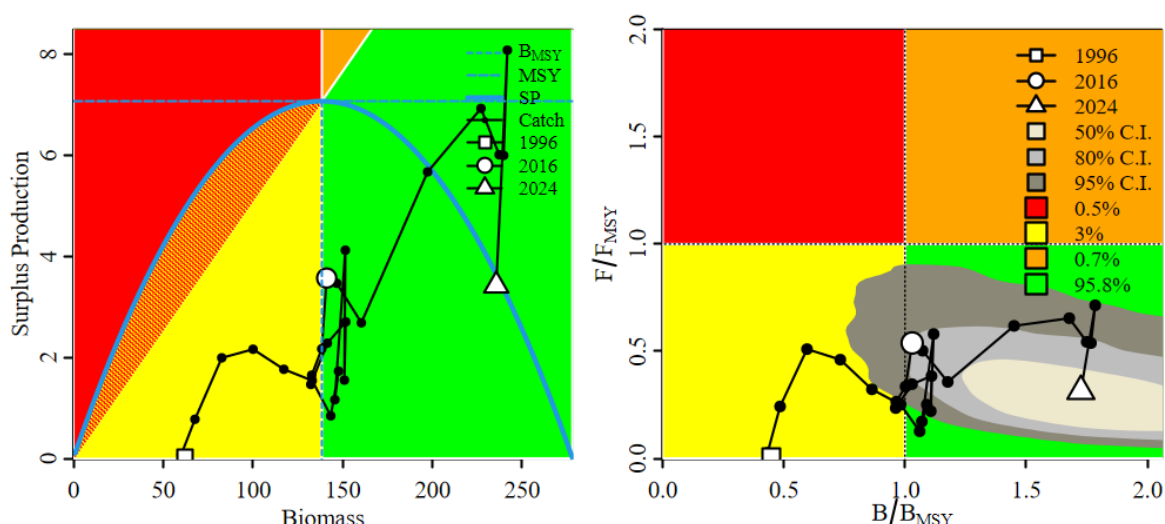


Рис. 65. Состояния запаса малоглазого макруруса в абсолютном масштабе улова (*Catch*), биомассы (*Biomass*) и прибавочной продукции (*Surplus production* или *SP*) в тоннах (слева), а также относительно ориентиров максимального устойчивого улова (*MSY*) с доверительными интервалами (% *C.I.*), показанными серой заливкой на графике Кобе (справа)

Параметры модели прибавочной продукции и ориентиры управления найдены в широких доверительных интервалах в ППП «JABBA» (табл. 18).

Таблица 18

Оценки некоторых параметров и ориентиров модели прибавочной продукции Пелла-Томлинсона, полученные в ППП «JABBA»

Параметр	Медиана	Нижняя граница доверительного интервала	Верхняя граница доверительного интервала
K , тыс. т	278,137	141,654	563,774
r	0,101	0,059	0,163
B_{1996}/K	0,236	0,136	0,432
σ	0,111	0,040	0,207
m	1,974	1,627	2,390
F_{MSY}	0,051	0,029	0,085
B_{MSY} , тыс. т	138,456	69,816	281,002
MSY , тыс. т	7,056	3,013	15,772
B_{2024}/B_{MSY}	1,726	0,947	2,568
F_{2024}/F_{MSY}	0,314	0,117	0,844

Определение биологических ориентиров

С учётом широких доверительных интервалов оценок ориентиров взяты не их средние значения, а более робастные – медианные:

– граничный ориентир по промысловой смертности оставлен на прежнем уровне $F_{Lim} = 0,074$, которые прежде был равен F_{MSY} . Стоит напомнить, что в «JABBA» $F = C/B$, где C – это вылов;

– целевой коэффициент эксплуатации F_{tr} установили равным медиане F_{MSY} или $F_{tr} = 0,051$, что незначительно отличается от прежнего целевого ориентира ($F_{pa\ 2023} = 0,05$);

– целевой ориентир по биомассе B_{tr} установили по медиане B_{MSY} , которая в результате нестабильного масштаба оказалась выше прежней, теперь $B_{tr} = 138,5$ тыс. т;

– граничный ориентир по биомассе B_{Lim} приняли равным $0,25 \times K = 0,25 \times 278,137 = 69,534$ или $B_{Lim} \approx 69,5$ тыс. т по максимуму из известных ориентиров перелова по пополнению в продукционных моделях [Winker et al, 2018].

Обоснование правила регулирования промысла

Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], правило регулирования промысла (ПРП) определяется с определённой целью. Здесь цель – сохранить запас в безопасной зоне эксплуатации или постоянной интенсивности промысла.

Предлагаем кусочно-линейное ПРП, которое будет пропорционально снижать рекомендуемую долю изъятия запаса при снижении биомассы ниже целевого ориентира. Аналитическая форма кусочно-линейного ПРП выражается по зонам состояния запаса согласно следующим формулам [Методические рекомендации, 2018]:

I – $F_i = 0$, при $B_i < B_{Lim}$,

II – $F_i = (F_{tr} - F_0) \cdot (B_i - B_{Lim}) / (B_{tr} - B_{Lim}) + F_0$, при $B_{Lim} < B_i < B_{tr}$,

III – $F_i = F_{tr} = const$, при $B_i > B_{tr}$,

где: F_i – рекомендуемая в прогнозный год величина промысловой эксплуатации; B_i – величина запаса в прогнозный год, тыс. т; B_{Lim} – граничный ориентир по биомассе, тыс. т; F_{tr} – целевой ориентир по промысловой эксплуатации; F_0 – рекомендуемая эксплуатация для проведения научных исследований, пока роли не играет и равна 0; B_{tr} – целевой ориентир по биомассе, тыс. т. Вариант реализации такого ПРП показан ниже (рис. 66).

Прогнозирование состояния запаса

В условиях неопределённости по всем параметрам затруднительно предсказать какую-либо конкретную динамику запаса, а, следовательно, и его точного состояния. Однако можно оценить их вероятности в зависимости от различных уловов в перспективе, например, до 2050 г. (рис. 67).

Выходит, что при постоянном улове около 8 тыс. т запас к 2049 г. с вероятностью 50% попадёт в зону перелова по росту. Постоянный улов по 8 тыс. т начнёт перелов по пополнению с вероятностью более 20% с 2038 г., т.е. не ранее чем через 13 лет. Следовательно, на ближайшую перспективу минимум 12 лет можно считать утверждённый ОДУ на 2025 г., равный 8 тыс. т достаточно безопасным, особенно, принимая во внимание, что за всю историю промысла этот улов был достигнут только 1 раз в 2023 г. (табл. 16).

При его очередном достижении в 2025 г. биомасса в 2026 г., вероятно, будет находиться в пределах 50% доверительного интервала (50% *C.I.*) от 157,19 до 253,05 тыс. т с медианой около 223,86 тыс. т и средней около $253,05 \pm 138,6$ тыс. т *SD*.

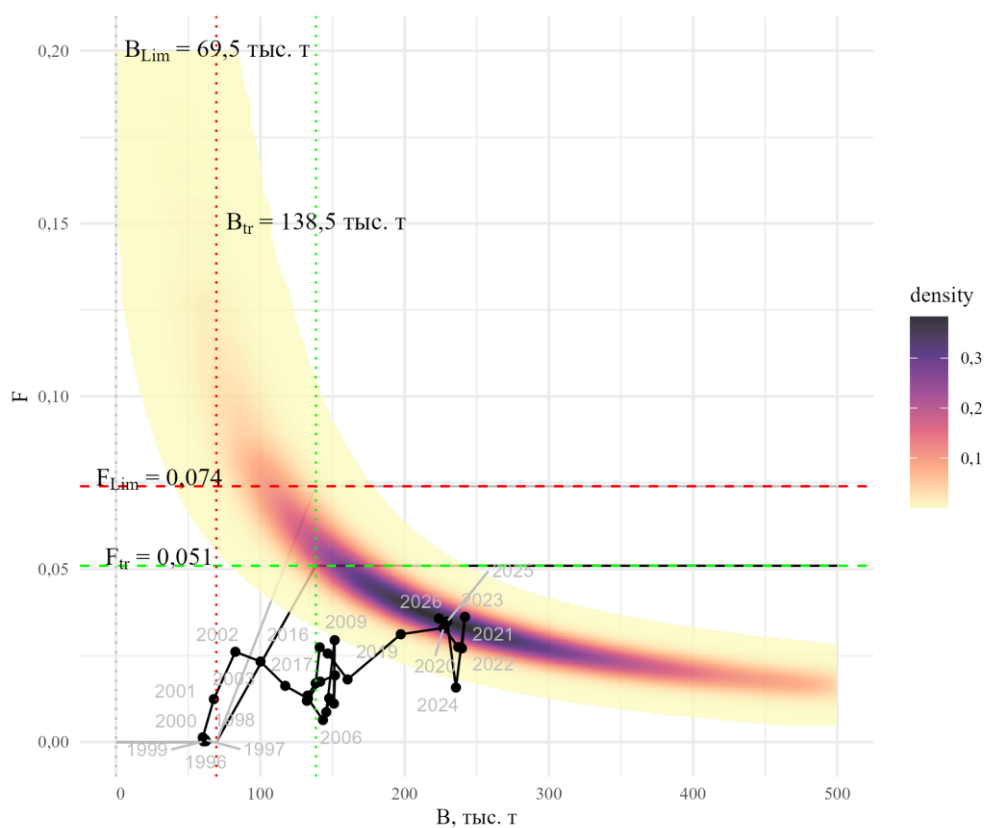


Рис. 66. Реализация ПРП в 2026 г. при полном освоении ОДУ 2025 г., где P – соответствует плотности апостериорных оценок

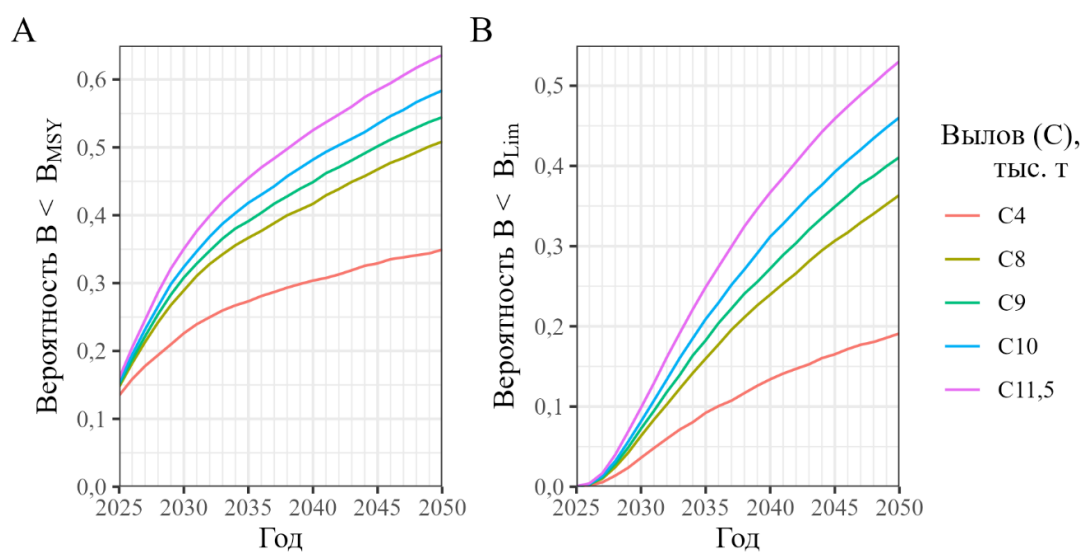


Рис. 67. Прогноз вероятного состояния запасов макрурусов после полного освоения ОДУ в 2025 г., рассчитанный в различных прогонах (*run*) при постоянном улове C в тыс. т в ППП «JABBA», в последующие годы

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

Допускаем, что биомасса макрурусов в 2026 г., как и прежде, будет находиться на уровне выше той, что обеспечивает MSY , т.е. состояние запаса не вызовет опасений (рис. 66, 67).

Теоретически эксплуатация на целевом уровне должна способствовать стабилизации запаса. Следовательно, нужно рекомендовать эксплуатацию на целевом уровне (0,051), что при медиане биомассы в 2026 г., равной 223,86 тыс. т, даёт ОДУ, примерно равный 11,4 тыс. т. Однако в распоряжении имеется всё вероятное распределение F_{tr} и B в 2026 г., а не только точечная оценка медианы, поэтому перемножили их апостериорные оценки в 2026 г. по ПРП. В итоге медиана апостериорного распределения ОДУ в 2026 г. будет находиться около 11,4 тыс. т в межквартильном интервале от 8,02 тыс. т до 16,02 тыс. т (рис. 68), что незначительно выше утверждённого ОДУ на 2025 г. в 8 тыс. т для зоны Охотское море.

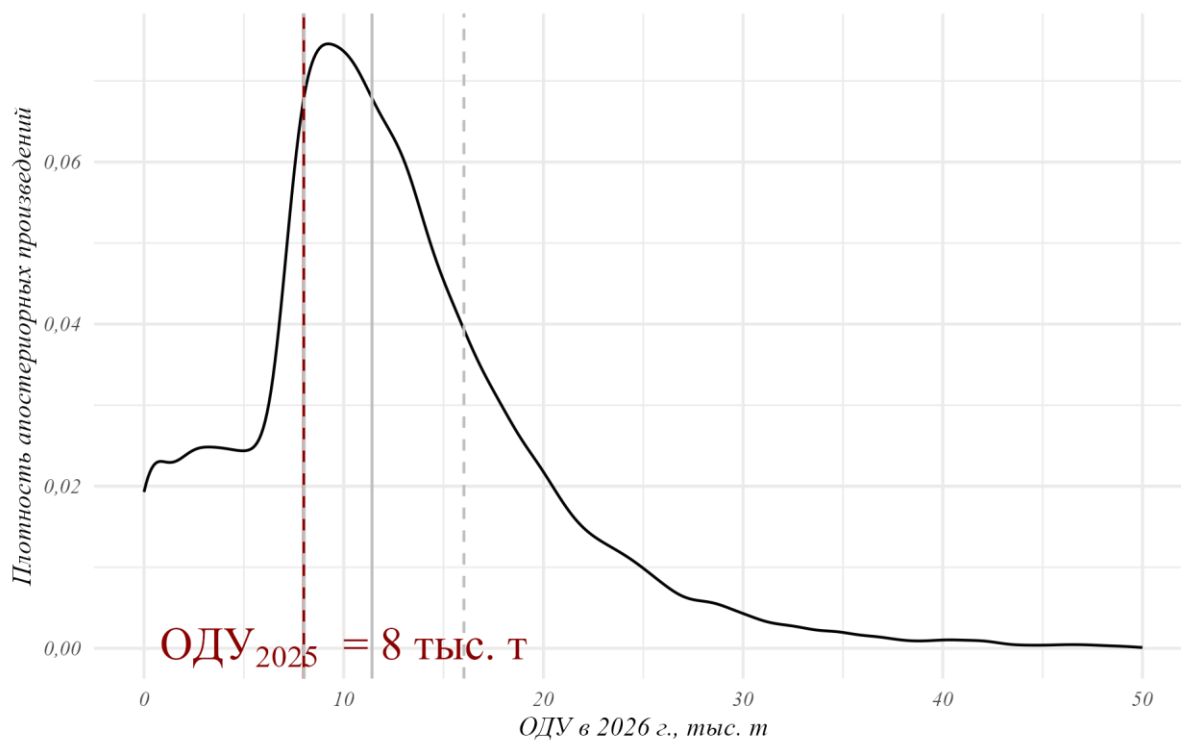


Рис. 68. Распределение ОДУ в 2026 г., вертикальные пунктирные линии показывают границы межквартильного интервала, сплошная серая жирная вертикаль — медиану, а сплошная тёмно красная вертикаль — ОДУ в 2025 г.

С учётом неопределённости управления в современной практике регулирования ОДУ не рекомендуется изменять его более чем на 10, 15 или 20% для восстановленных запасов [Kvamsdal et al., 2016]. Состояние запаса макруруса здесь можно считать восстановленным, но уже утверждённый ОДУ в 8 тыс. т на 2025 г. ещё не достаточно долго был исследован в реальных условиях эксплуатации, поэтому предлагаем оставить ОДУ на уровне 8 тыс. т. Таким образом, рекомендуем установить **ОДУ макрурусов в зоне Охотское море в 2026 г. на уровне 2025 г., что равно 8,000 тыс. т.**

Таким образом, ОДУ макрурусов на 2026 г. зоны Охотское море предлагается разделить по подзонам, сохраняя прежнюю пропорцию: **Северо-Охотоморская подзона – 2,800 тыс. т, Западно-Камчатская – 0,080 тыс. т, Восточно-Сахалинская подзона– 3,200 тыс. т, Камчатско-Курильская – 1,920 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

Рекомендуемый суммарный ОДУ равный 8 тыс. т имеет низкий риск перелома по росту и пополнению в ближайшие 12 лет (рис. 67) и находится в пределах 50% *S.I.* возможных ОДУ после применения ПРП в пространстве состояний (рис. 69).

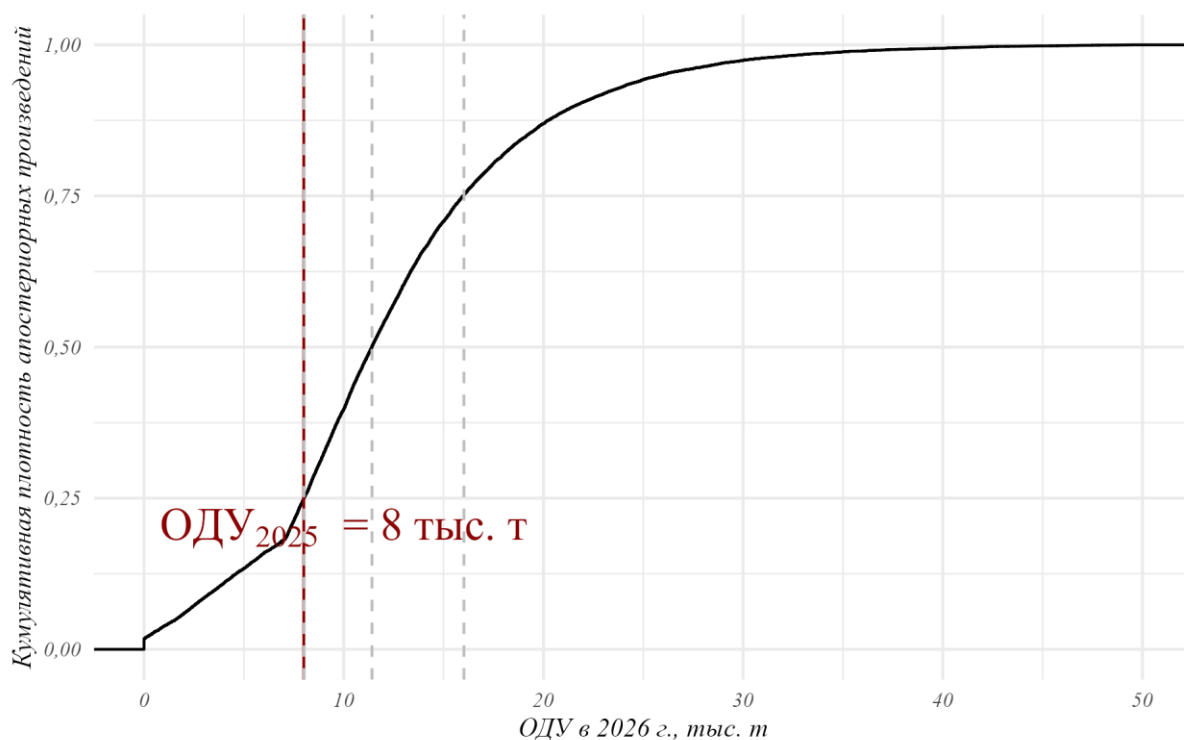


Рис. 69. Распределение кумулятивной вероятности ОДУ в 2025 г., вертикальные пунктирные линии показывают границы межквартильных интервалов, а сплошная темно красная вертикаль – ОДУ

Расчёт ОДУ выполнен с учётом неопределённости, рассчитанной для промыслового индекса в оптимальной *GLM* с коррекцией в *REMA* по данным научных ДТ съёмок. Найденные в ППП «JABBA» оценки биомассы с определённой ошибкой биологического процесса пересекли вероятные значения входных оценок индекса во все годы (рис. 70), но с 2019 г. промысловый индекс оказывается значительно выше ожиданий в модели (рис. 71). Общая ошибка модели снизилась относительно предыдущей с *RMSE* = 59,2% до текущего *RMSE* = 31,5%. Новый индекс проходит Байесовскую проверку, находясь в допустимом интервале $0,2 < p=0,579 < 0,8$ (рис. 72).

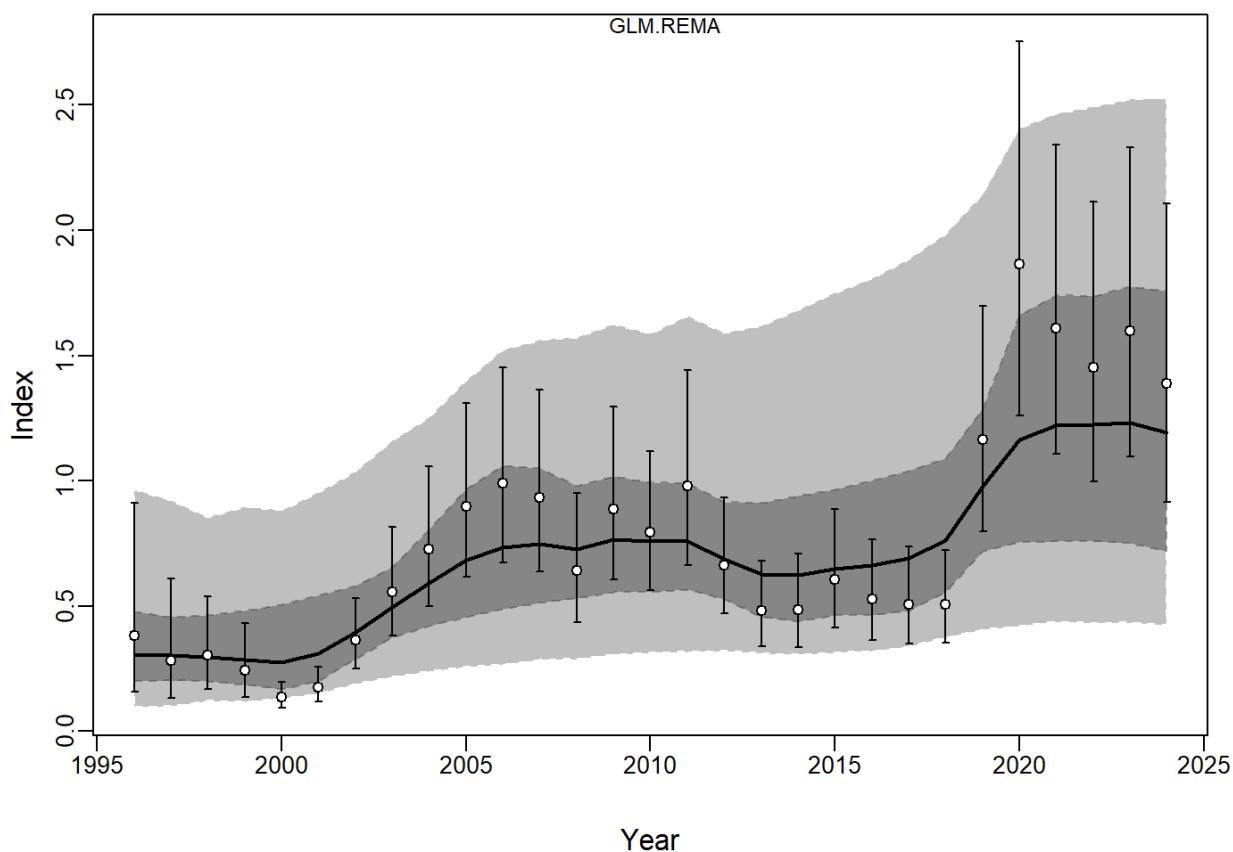


Рис. 70. Относительная динамика (Index) биомассы (чёрная кривая) с доверительными интервалами 90% (серая заливка) в масштабе коэффициентов индексов *CPUE (GLM1)* и биомассы из предыдущей настройки с учётом научных съёмок (*B22*), чьи доверительные интервалы показаны усами

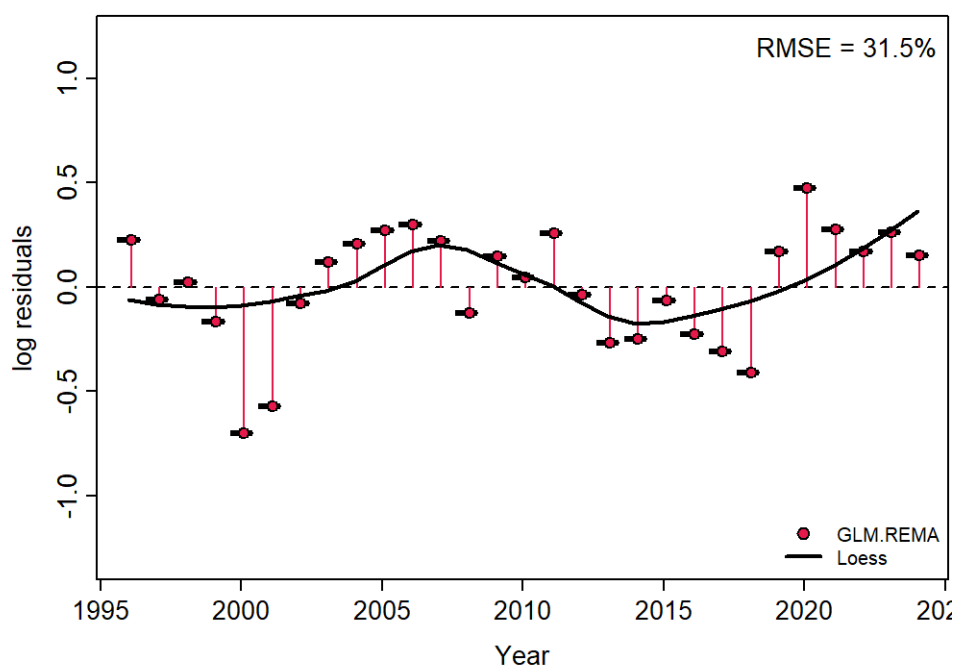


Рис. 71. Ошибки (residuals) в логарифмическом масштабе (log) индекса *GLM* с коррекцией в *REMA* по данным научных ДТ съёмок (*GLM.REMA*), и его аппроксимация по годам локально взвешенной регрессией (Loess)

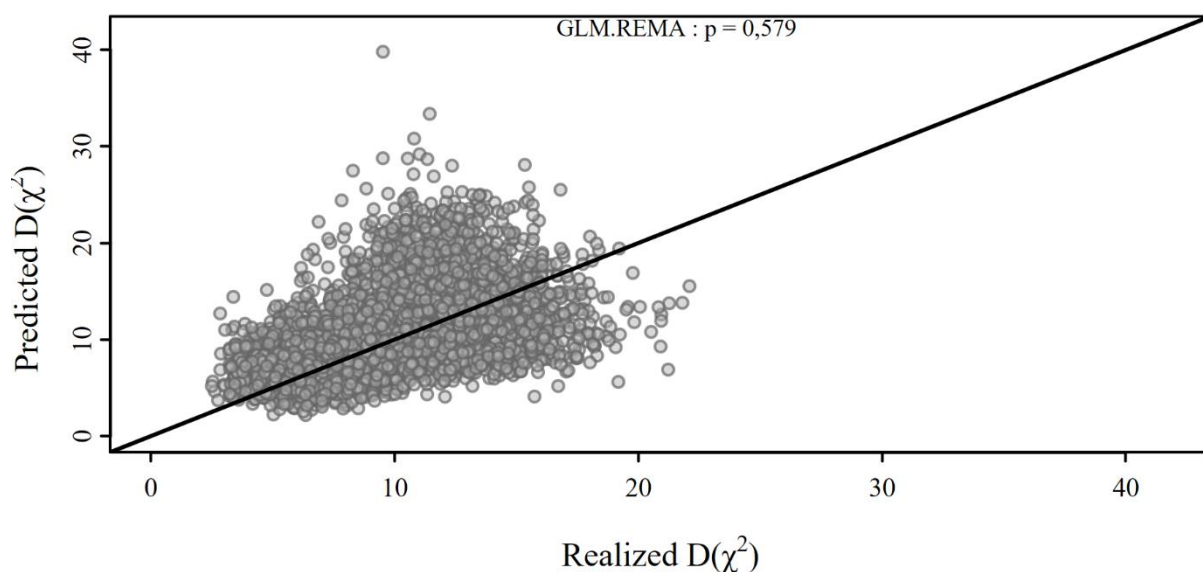


Рис. 72. Байесовская проверка воспроизводимости индекса *GLM.REMA*, по оси абсцисс – реализованное $D(\chi^2)$, а по оси ординат – вычисляемое в модели $D(\chi^2)$. В идеальной настройке $p=0,5$

Диагностика модели в ППП «JABBA» показала, что все 16 запущенных цепочек *MCMC* после 10000 итераций на разогрев и прогона в 100000 итераций, из которых сохранялась каждая сотая оценка, устоялись. Однако апостериорное распределения ошибки процесса полимодально (рис. 63). Хотя оба индекса [Heidelberger & Welch, 1983; Geweke, 1992] одновременно не имели значимых отклонений у всех найденных биологических параметров (табл. 19). Следовательно, модель всё же хорошо настроилась.

Таблица 19

Оценки параметров модели прибавочной продукции Пелла-Томлинсона, полученные в ППП «JABBA»

Параметр	Медиана	Geweke [1992], p	Heidelberger & Welch [1983], p
K , тыс. т	278,137	0,613	0,469
r	0,101	0,880	0,980
q	0,005	0,005	0,163
psi	0,236	0,762	0,672
σ^2	0,012	0,008	0,071
τ^2	0,092	0,197	0,051
m	1,974	0,970	0,183

Таким образом, проблем с нахождением параметров в модели не обнаружено, но есть слишком сильные скачки индекса из *GLM* даже после сглаживания в *REMA* на основе экспертных оценок биомасс из научных ДТ съёмок, которые требуется уточнить в дальнейшей работе. Его *MASE* и *MASE.adj* выше 2, т.е. авторегрессия 1-го порядка прогнозирует лучше.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аксютин З.М. 1968. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищ. пром-сть, 289 с.

Антонов Н.П. 2011. Промысловые рыбы Камчатского края: биология, запасы, промысел – Москва: ВНИРО. 241 с.

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

Бадаев О.З., Алфёров А.И., Черниенко И.С., Ерулина А.О. 2025. Сравнение результатов определения возраста по чешуе и отолитам у малоглазого макруруса *Coryphaenoides pectoralis* (Macrouridae) из Охотского моря // Вопросы ихтиологии. № 2. в печати.

Бизиков В.А. 2006. Новая географическая информационная система «КартМастер» для обработки данных биоресурсных съемок / В.А. Бизиков, С.М. Гончаров, А.В. Поляков // VII Всероссийская конференция по промысловым беспозвоночным. Тезисы докладов (г. Мурманск, 9–13 октября 2006 г.). С. 18–24.

Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. 2007. Географическая информационная система «Картмастер» // Рыбное хозяйство. №1. С. 96–99.

Бизиков В.А., Поляков А.В. 2004. Географическая информационная система «КартМастер» новые возможности и перспективы для рыбохозяйственных исследований // В сб.: Математическое моделирование и информационные технологии в исследованиях биоресурсов мирового океана // ТИНРО-Центр. – 4 с.

Борец Л.А. 1997. Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение. – Владивосток: ТИНРО-Центр. 217 с.

Борисовец Е.Э., Надточий В.А. 2003. Диаграммы Вороного – как один из методов оценки состояния ресурсов // Роль климата и промысла в изменении структуры зообентоса шельфа (камчатский краб, исландский гребешок, северная креветка и др.): Тез. докл. междунар. семин. Мурманск, С. 17–18.

Буяновский А.И. 2013. Прогноз вылова прибрежных гидробионтов при затруднениях с оценкой запаса / А.И. Буяновский // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях: Труды СахНИРО. Т. 14. С. 3–16.

Вдовин А.Н. 1998. Биология и динамика численности южного одноперого терпуга (*Pleurogrammus azonus*) / А.Н. Вдовин // Известия ТИНРО. – Т. 123, с. 16–45.

Головатюк Г.Ю., Жукова К.А. 2019. Исследование северного одноперого терпуга западной части Берингова моря, Восточной Камчатки и

Северных Курил при проведении специализированного тралового промысла в весенний период 2019 г. // Труды ВНИРО. Т. 175. С. 220–225.

Дудник Ю.И., Золотов О.Г. 2000. Распространение, особенности биологии и промысел одноперых терпугов рода *Pleurogrammus* (Hexagrammidae) в прикурильских водах // Промыслово-биологические исследования рыб в тихоокеанских водах Курильских островов и прилежащих районах Охотского и Берингова морей в 1992–1998 гг. М.: ВНИРО. С. 78–90.

Золотов А.О. 2009. Многолетняя динамика запасов донных рыб Карагинского и Олюторского заливов. // Рыбное хозяйство. №4. С. 81–85.

Золотов А.О., Золотов О.Г., Курбанов Ю.К. 2020. Состояние запасов и современный промысел северного одноперого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* (Pallas, 1810) в Олюторско-Наваринском районе Берингова моря // Изв. ТИНРО. Т.200. С. 38–57.

Золотов А.О., Золотов О.Г., Спирин И.Ю. 2015. Многолетняя динамика биомассы и современный промысел северного одноперого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* в тихоокеанских водах Камчатки и Курильских островов // Изв. ТИНРО. Т.181. С. 3–22.

Золотов А.О., Курбанов Ю.К. 2023. Современные тенденции в динамике запасов одноперых терпугов рода *Pleurogrammus* и перспективы их промысла в Дальневосточном бассейне // Рыбохозяйственный комплекс России: проблемы и перспективы развития. Материалы I Международной научно-практической конференции (28-29 марта 2023 г., г. Москва), ФГБНУ «ВНИРО» / Под редакцией Колончина К.В., Булатова О.А., Харенко Е.Н., Трубы А.С. М.: Изд-во ВНИРО, С.132-140.

Золотов О.Г. 1984. Биология северного одноперого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* (Pallas) в водах Камчатки и Курильских островов: Автореф. дис... канд. биол. наук. М. 24 с.

Золотов О.Г. 1986. Северный одноперый терпуг // Биол. ресурсы Тихого океана. М.: Наука. – С. 310–319.

Золотов О.Г. 2013. Новые данные о пространственном и батиметрическом распределении северного одноперого терпуга // В книге: Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Тезисы докладов XIV международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения известного дальневосточного учёного, д.б.н., профессора В.Я. Леванидова. С. 262–265.

Золотов О.Г., Орлов А.М. 2009. Роль подводных поднятий в структуре ареала северного одноперого терпуга // Рыбное хозяйство. № 6. С. 53–57.

Зыков Л.А., Слепокуров В.А. 1982. Уравнение для оценки естественной смертности рыб (на примере оз. Ендырь). // Рыбное хозяйство. № 3. С. 36–37.

Зыкова Г.Ф. Зыков Л.А. 1989. Оценка естественной смертности рыб в разных возрастах // Тезисы докладов IV Всесоюзной научной конференции по проблемам долгосрочного прогнозирования. Мурманск: ВНИРО-ПИНРО. С. 83–85.

Ильин О.И., Сергеева Н.П., Варкентин А.И. 2014. Оценка запасов и прогнозирование ОДУ восточнокамчатского минтая (*Theragra chalcogramma*) на основе предосторожного подхода // Тр. ВНИРО. Т. 151. С. 62–74.

Иосици Г. 1956. Биология, промысел и сырьевые запасы одноперого терпуга у берегов о. Хоккайдо. Доклады по исслед. биол. рес. Хоккайдо. Перевод Ховрина, 1959. Архив СахТИНРО, № 447, 51 с.

Ким С.Т., Бирюков И.А. 2009. Некоторые черты биологии и промысловые ресурсы донных и придонных видов рыб в шельфовых водах южных Курильских островов в 1987-2006 гг. / С. Т. Ким, И. А. Бирюков // СахНИРО. – Южно-Сахалинск – 124 с.

Ким С.Т. 2004. Сетной промысел и некоторые особенности биологии южного одноперого терпуга в Кунаширском проливе в осенний период 1998-2002 гг. / С. Т. Ким // Вопросы рыболовства - Т. 5. - № 1(17) - С. 78-94.

Ким Сен Ток, Ким А. 2020. Размерно-возрастной состав и темп роста длинноперого шипощека *Sebastolobus macrochir* (Gunther, 1877) (сем. Sebastidae) в водах Юго-Восточного склона о. Сахалин, Охотское море // Труды СахНИРО. Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях. – Т. 16. С. 18–31.

Ким Сен Ток. 2006. Характеристика глубоководного промысла длинноперого шипощека *Sebastolobus macrochir* и структура прилова на склоне юго-восточного Сахалина в июле-декабре 2005 г. // Вопросы рыболовства. – Т. 7, вып. 4 (28). – С. 584–604.

Кулик В.В., Алфёров А.И., Горюнов М.И. 2023. Оценка максимального устойчивого улова малоглазого макруруса *Albatrossia pectoralis* (Macrouridae) на Дальнем Востоке России на основе байесовской продукционной модели JABBA // Изв. ТИНРО. Т. 203, № 2. С. 443–463. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-443-463.

Малкин Е.М. 1999. Репродуктивная и численная изменчивость промысловых рыб // М..Изд-во ВНИРО. - С. 146.

Мельников И.В. 1996. Молодь южного одноперого терпуга *Pleurogrammus azonus* в эпипелагиали глубоководных районов дальневосточных морей. 1. Охотское море // Вопр. Ихтиологии. Т. 36. № 4. С. 454-462.

Мельников И.В., Ефимкин А.Я. 2003. Молодь северного одноперого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* в эпипелагиали глубоководных районов северной части Тихого океана // Вопр. ихтиологии. Т. 43. № 4. С. 469–482.

Методические рекомендации по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов. 2018. /В.К. Бабаян, А.Е. Бобырев, Т.И. Булгакова, Д.А. Васильев, О.И. Ильин, Ю.А. Ковалев, А.И. Михайлов, А.И. Михеев, Н.Г. Петухова, И.А. Сафаралиев, А.А. Четыркин, А.Д. Шереметьев. – М.: Изд-во ВНИРО. 312 с.

Новиков Н.П. 1970. Биология малоглазого долгохвоста *Chalinura pectoralis* в северной части Тихого океана // Советские рыбохоз. исслед. в

сев.-вост. части Тихого океана: т. 70, Тр. ВНИРО, т. 72, Изв. ТИНРО. С. 300–326.

Новиков Н.П. 1974. Промысловые рыбы материкового склона северной части Тихого океана / Н.П. Новиков // М.: Пищевая промышленность. – 308 с.

Орлов А.М., Абрамов А.А., Токранов А.М. 2007. Некоторые черты биологии малоглазого *Albatrossia pectoralis* и пепельного *Coryphaenoides cinereus* макрурусов в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки // Докл. VII Междунар. науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 120–148.

Основные методы оценки численности и биомассы водных биологических ресурсов, величины запаса и его прогноза, оценки возможной доли изъятия, а также сбора данных, характеризующих численность, биомассу, величину запаса, а также биологических и промысловых данных, используемые в ФГУП «ТИНРО-Центр». 2013 // Владивосток: ФГУП «ТИНРО-Центр». 49 с.

Рейсовый отчёт «О результатах донных траловых исследований в Охотском море на НИС «ТИНРО» в период с 07 апреля по 10 июля 2018 г.» Владивосток, 2018. 256 с.

Рикер У.Е. 1979. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб / У.Е. Рикер // Под ред. Т.И. Булгаковой и Ю.Н. Ефимова. – Пер. с англ. М.: Пищевая промышленность. – 408 с.

Рихтер В.А., Ефанов В.Н. 1977. Об одном из подходов к оценке естественной смертности рыбных популяций. // Тр. АтлантНИРО. Вып. LXXIII. С. 77–85 с.

Снытко В.А. 2001. Морские окуни Северной части Тихого океана – Владивосток: ТИНРО-центр. 2001. – 468 с.

Согрина А.В., Ведищева Е.В., Головатюк Г.Ю., Антонов Н.П. 2022. Исследования тихоокеанского морского окуня и северного однопёрого терпуга в водах восточного побережья Камчатки в феврале-апреле 2022 г. // Труды ВНИРО. – Т. 188. – С. 189-193. DOI: 10.36038/2307-3497-2022-188-189-193.

Согрина, А. В. Исследования тихоокеанского морского окуня и северного однопёрого терпуга в тихоокеанских водах Северных Курильских островов и Восточной Камчатки в феврале - апреле 2024 г / А. В. Согрина, А. О. Трофимова, Н. П. Антонов // Труды ВНИРО. – 2024. – Т. 198. – С. 180-185. – DOI 10.36038/2307-3497-2024-198-180-185. – EDN OKORBJ.

Столяренко Д.А., Иванов Б.Г. 1988. Метод сплайн-аппроксимации плотности для оценки запасов по результатам траловых донных съёмок на примере креветки *Pandalus borealis* у Шпицбергена // Морские промысловые беспозвоночные. – М.: ВНИРО, – С. 45–70.

Страшкраба М., Гнаук А. 1989. Пресноводные экосистемы: Математическое моделирование. М.: Мир. – 373 с.

Тарасюк С.Н. 2000. Методические аспекты оценки сырьевых ресурсов донных рыб шельфа и свала северных Курильских островов / С.Н. Тарасюк,

И.А. Бирюков, К.Л. Пузанков // Промыслово-биологические исследования рыб в тихоокеанских водах Курильских островов и прилежащих районах Охотского и Берингова морей в 1992–1998 гг.: Сборник научных трудов. – М.: Изд-во ВНИРО. – С. 46–54.

Токранов А.М. 2000. Распределение и размерно-возрастной состав морских окуней рода *Sebastolobus* в верхней батии Юго-Восточной Камчатки // Промыслово-биологические исследования рыб в тихоокеанских водах Курильских островов и прилежащих районах Охотского и Берингова морей в 1992–1998 гг.: – М.: ВНИРО - С. 90–96.

Токранов А.М., Орлов А.М., Шейко Б.А. Промысловые рыбы материкового склона прикамчатских вод. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс», 2005. – С. 10–11. – 52 с., илл. 12 с. – ISBN 5-9610-0022-2.

Трещев А.И. Интенсивность рыболовства: монография. М.: Легкая и пищ. пром-сть. 1983. – 236 с.

Тупоногов В.Н. 1986. Распределение, возраст и динамика запасов малоглазого долгохвоста *Coryphaenoides pectoralis* у Курильских островов (1974–1985 гг.) // Динамика численности промысл. животных дальневосточных морей. - Владивосток: Ротапринт ТИНРО. С. 100–109.

Тупоногов В.Н. 1991. Экология малоглазого долгохвоста: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ДВО АН СССР. - 24 с.

Тупоногов В.Н. 1993. Макрурусы // Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. IX: Охотское море. Вып. 2: Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. – СПб.: Гидрометеоздат. - С. 112–116.

Тупоногов В.Н. 1997. Сезонные миграции малоглазого макруруса *Coryphaenoides pectoralis* в Охотском море и сопредельных водах // Биол. моря. - Т. 23, № 6. - С. 362–369.

Тупоногов В.Н. 2003. Распределение и биологическое состояние макрурусов в Охотском море и у Курильских островов летом-осенью 2000 г. // Изв. ТИНРО. Т. 133. С. 56–66.

Тупоногов В.Н. 2005. Макрурусы // Сб. Планирование, организация и обеспечение исследований рыбных ресурсов ДВ морей России и СЗТО. Владивосток: ТИНРО-Центр. Ред. Бочаров Л.Н., Мельников И.В. С. 142–148.

Тупоногов В.Н. 2018. Современное состояние глубоководных рыбных ресурсов Дальневосточных морей и прилегающих вод Тихого океана: запасы, промысел, перспективы рыболовства // Рыбное хозяйство. № 4. С. 48–55.

Тупоногов В.Н., Кодолов Л.С. 2014. Полевой определитель промысловых и массовых видов рыб дальневосточных морей России. Владивосток: Русский остров, 336 с.

Тупоногов В.Н., Куренной А.А. 1986. Малоглазый макрурус // Биологические ресурсы Тихого океана. - М. : Наука, - С. 233- 241.

Тупоногов В.Н., Новиков Н.П. 2016. Макрурусы – важный резерв глубоководного промысла в дальневосточных морях // Рыбное хозяйство. № 6. С. 54-60.

Тюрин П. В. 1972. Нормальные кривые переживания и темпов естественной смертности рыб как основа регулирования рыболовства // Известия ГосНИОРХ, Т 71.– С. 403–427.

Фадеев Н.С. 2005. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. Владивосток: ТИНРО-Центр, 366 с.

Хилборн Р., Уолтерс К. 2001. Количественные методы оценки рыбных запасов. Выбор, динамика и неопределенность // Пер. с англ. В.П. Максименко // Под ред. В.С. Левина. - Санкт-Петербург: Изд-во «Политехника». 228 с.

Шибаетов С.В. 2017. Промысловая ихтиология: учебник. – 2-е изд., стер. СПб.: Проспект Науки, 2017. – 400 с.

Шунтов В.П., Волвенко И.В., Кулик В.В., Бочаров Л.И. 2014в. Макрофауна бентали северо-западной части Тихого океана: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1977-2008 / под ред. В.П. Шунтова и Л.И. Бочарова; Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр. - Владивосток: ТИНРО-центр. – 554 с.

Шунтов В.П., Волвенко И.В., Кулик В.В., Бочаров Л.И. 2014а. Макрофауна бентали западной части Берингова моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы, 1977–2010. Владивосток: ТИНРО-Центр, 803 с.

Шунтов В.П., Волвенко И.В., Кулик В.В., Бочаров Л.И. 2014б. Макрофауна бентали Охотского моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1977–2010 / под ред. В.П. Шунтова и Л.И. Бочарова; ТИНРО-центр. - Владивосток: ТИНРО-центр. 1052 с.

Alverson D., Carney M. 1975. A graphic review of the growth and decay of population cohorts // Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer. V. 36(2). P. 133–143.

Alverson D.L., Pereyra W.T. 1969. Demersal fish Exploration in the Northern Pacific Ocean - An evolution of Exploratory Fishing Methods and Analytical Approaches to Stock Size and Yield Forecasts // Canada. J. Fish Res. Bd. V. 26, N 8. P. 1985-2001.

Anderson S.C., Ward E.J., English P.A. et al. 2024. sdmTMB: an R package for fast, flexible, and user-friendly generalized linear mixed effects models with spatial and spatiotemporal random fields // bioRxiv. 2022.03.24.485545. DOI: 10.1101/2022.03.24.485545.

Andrews, A. H., G. M. Cailliet, and K. H. Coale. 1999. Age and growth of Pacific grenadier (*Coryphaenoides acrolepis*) with age estimate validation using an improved radiometric ageing technique // Can. J. Fish. Aquat. Sci. V. 56. Pp. 1339–1350.

Bentley N., Kendrick T.H., Starr P.J., Breen P.A. 2011. Influence plots and metrics: tools for better understanding fisheries catch-per-unit-effort standardizations // ICES Journal of Marine Science. Vol. 69, №1. Pp. 84–88.

Beverton R.J.H., Holt S.J. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. L. : Chapman and Hall, 533 p.

Burton, E. J. 1999. Radiometric age determination of the giant grenadier (*Albatrossia pectoralis*) using ^{210}Pb : ^{226}Ra disequilibria // Master's thesis, San Francisco State University. 91 p.

Butterworth D.S., Geromont H.F. 2001. Evaluation of a class of possible simple interim management procedures for the Namibian Hake fishery // S. Afr. J. Mar. Sci. V. 23. P. 357-374.

Caddy J.F. 1998. A short review of precautionary reference points and some proposals for their use in data-poor situations. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) Fisheries Technical Paper. 379 p.

Cattoni V., South L.F., Warne D.J. et al. 2024. Revisiting Fishery Sustainability Targets // Bull. Math. Biol. V. 86. № 127. DOI: 10.1007/s11538-024-01352-7.

Chen S. Watanabe S. 1989. Age dependence of natural mortality coefficient in fish population dynamics // Nippon Suisan Gakkaishi. V. 55. P. 205–208.

Chilton D.E., Beamish R.J. 1982. Age determination methods for fishes studied by the ground program at the Pacific Biological Station // Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. V. 60. 102 p.

Darby C.D., Flatman S. 1994. Virtual Population Analysis. Version 3.1 (WINDOWS/DOS): User Guide. – 85 p.

Deriso, R. B., Quinn, T. J., and Neal, P. R. 1985. Catch-at-age analysis with auxiliary information. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 42: 815–824.

Devine J. A., Watling L., Cailliet G., Drazen J., Duran Munoz P., Orlov A. M., and J. Bezaury. 2012. Evaluation of potential sustainability of deep-sea fisheries for grenadiers (Macrouridae) // J. Ichthyol. V. 52. № 10. P. 709–721. DOI: 10.1134/S0032945212100062.

FRA-sa2024. [www.fra.go.jp / shigen / files / sa2024-sc13 / fra-sa2024-sc13-01](http://www.fra.go.jp/shigen/files/sa2024-sc13/fra-sa2024-sc13-01)

Froese R., Demirel N., Coro G., Kleisner K.M., Winker H., 2016. Estimating fisheries reference points from catch and resilience // Fish Fish. V. 18. P. 506–526. DOI: 10.1111/faf.12190.

Froese R., Winker H., Coro G., Palomares MLD., Tsikliras A.C., Dimarchopoulou D., Touloumis K., Demirel N., Vianna GMS., Scarcella G., Schijns R., Liang C., Pauly D. 2023. New developments in the analysis of catch time series as the basis for fish stock assessments: The CMSY++ method // Acta Ichthyologica et Piscatoria. V. 53. P. 173–189. DOI: 10.3897/aiep.53.105910.

Geromont H.F., Butterworth D.S. 2015. Generic management procedures for data-poor fisheries: forecasting with few data // ICES Journal of Marine Science. V. 72. N. 1. P. 251-261.

Geweke J. 1992. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of posterior moments. In: Bernardo, J.M., Smith, A.F.M., Dawid, A.P., Berger, J.O. (eds.) Bayesian Statistics 4, Oxford University Press. P. 169–193.

Gunderson D.R., Dygert P.H. 1988. Reproductive effort as a predictor of natural mortality rate // J. Cons. int. Explor. Mer. V. 44. P. 200–209.

Heidelberger P., Welch P.D. 1983. Simulation Run Length Control in the Presence of an Initial Transient // Operations Research. V. 31, No. 6. P. 1109–1144. DOI: 10.1287/opre.31.6.1109.

Hoenig J. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates // Fishery Bulletin. V. 81. P. 893–903.

<http://www.afsc.noaa.gov/refm/stocks/assessments.htm> (дата обращения 30.11.2019 г.)

<https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2021-assessment-atka-mackerel-stock-bering-sea-and-aleutian-islands> (дата обращения 29.12.2022 г.)

<https://www.npfmc.org/wp-content/PDFdocuments/SAFE/2024/BSAItatka.pdf> , 2024 (дата обращения 03.12.2024)

Hurtado-Ferro, F., Szuwalski, C. S., Valero, J. L., Anderson, S. C., Cunningham, C. J., Johnson, K. F., Licandeo, R., McGilliard, C. R., Monnahan, C. C., Muradian, M. L., Ono, K., Vert-Pre, K. A., Whitten, A. R., and Punt, A. E. 2015. Looking in the rear-view mirror: bias and retrospective patterns in integrated, age-structured stock assessment models // ICES Journal of Marine Science. V. 72. P. 99–110.

Hutchinson C. E., Anderl, D. M. 2012. Giant grenadier (*Albatrossia pectoralis*). Resource Ecology and Fisheries Management Division, Alaska Fisheries Science Center, NMFS, NOAA, 7600 Sand Point Way NE, Seattle WA 98115. URI: <https://www.fisheries.noaa.gov/alaska/sustainable-fisheries/giant-grenadier-albatrossia-pectoralis-age-and-growth-research> (21.01.2023)

Irie T. 1986. Stock assessment of Hokke (*Pleurogrammus azonus*) and estimation of the effect of fishing regulation for the stock. Report of fish Res. Invest. Japan. Gov. – № 25. – P. 74–97.

Jensen A. 1996. Beverton and Holt life history invariants result from optimal trade-off of reproduction and survival // Can. J. Fish. Aquat. Sci. V. 53. P. 820–822.

Kitakata M. 1967. Studies on the aggregative characteristics of atka mackerel, *Pleurogrammus azonus* Jordan et Metz, in the waters around Hokkaido. I. Considerations on the structure of population [Текст] / M. Kitakata, K. Nakamichi, M. Yamamoto, M. Ishikawa // Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab. Vol. 33. P. 94–107. – Библиогр.

Koya Ya., Hamatsu T., Matsubara T. 1995. Annual reproductive cycle and spawning characteristics of the female kichiji rockfish *Sebastolobus macrochir* // Fisheries Science. – № 61 (2). P. 203–208.

Kvamsdal S.F., Eide A., Ekerhovd N.-A., Enberg K. et al. 2016. Harvest control rules in modern fisheries management // Elementa: Science of the Anthropocene 1 January 2016; 4 000114. DOI: 10.12952/journal.elementa.000114.

Lorenzen K. 1996. The relationship between body weight and natural mortality in juvenile and adult fish: a comparison of natural ecosystems and aquaculture // Journal of Fish Biology. V. 49. P. 627–647.

- Lowe S.A., Van Doornik D.M., Winans G.A. 1998. Geographic variation in genetic and growth patterns of Atka mackerel, *Pleurogrammus monopterygius* (Hexagrammidae), in the Aleutian archipelago // *Fish. Bull.* Vol. 96. P. 502-515.
- Miller D.R. 1974. ensitivity analysis and validation of simulation models // *J. Theor. Biol.* V. 48. P. 345–360.
- Mohn R. 1999. The retrospective problem in sequential population analysis: an investigation using cod fishery and simulated data // *ICES Journal of Marine Science.* V. 56. P. 473–488.
- Musick J.A. 1999. Criteria to define extinction risk in marine fishes // *Fisheries.* – V. 24 (12). P. 6–14.
- Orlov A.M., Antonov N.P. & Afanasiev P.K. 2012. Giant grenadier *Albatrossia pectoralis* in the catches of the deepwater fishing traps in Russian far-eastern waters // *J. Ichthyol.* V. 52. Pp. 722–739. <https://doi.org/10.1134/S0032945212100037/>
- Patterson K.R. 1994. Technical reference for the Integrated Catch-at-Age Programmes, Version 1.2 //SOAFD Marine Laboratory. Aberdeen. 13 p.
- Pauly D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks // *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer.* V. 39 (2). P. 175–192.
- Pella J.J., Tomlinson P.K. 1969. A generalized stock production model // *Bull. Intern. Amer. Trop. Tuna Comm.* V. 13(3). – P. 419–496.
- Peterson I., Wroblewski J. 1984. Mortality rate of fishes in the pelagic ecosystem // *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* V. 41. P. 1117–1120.
- Quinn T.J., Deriso R.B. 1999. *Quantitative Fish Dynamics.* Oxford University Press. New York. 542 p.
- R Core Team. 2025. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URI: <https://www.R-project.org/> (05.01.2025)/
- Rodgveller C., Siwicke, K. 2020. Assessment of the Grenadier Stock Complex in the Gulf of Alaska, Eastern Bering Sea, and Aleutian Islands // NPFMC Bering Sea, Aleutioan Islands and Gulf of Alaska SAFE. 27 p. URI: <https://apps-afsc.fisheries.noaa.gov/refm/docs/2020/Grenadiers.pdf> (21.01.2023)
- Rodgveller C.J., D.M. Clausen, J.J. Nagler, and C.Hutchinson. 2010. Reproductive characteristics and mortality of female giant grenadiers in the northern Pacific Ocean // *Mar. Coast. Fish.: Dynamics, Management, and Ecosystem Sci.* V. 2. P. 73–82.
- Schaefer M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries / M.B. Schaefer // *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* V. 1(2). P. 27–56.
- Siddon E. 2022. Ecosystem Status Report 2022: Eastern Bering Sea, Stock Assessment and Fishery Evaluation Report // North Pacific Fishery Management Council, 1007 West 3rd Ave., Suite 400, Anchorage, Alaska, 99501. 227 p.
- Sissenwine M.P., Shepherd J.G. 1987. An alternative perspective on recruitment overfishing and biological reference points // *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* V. 44. P. 913–918.

Siwicke K. A., 2024. Assessment of the Grenadier stock complex in the Gulf of Alaska, Eastern Bering Sea, and Aleutian Islands // North Pacific Fishery Management Council, Anchorage, AK. Available from <https://www.npfmc.org/library/safe-reports/>

Sullivan J. Y., Monnahan C., Hulson P., Ianelli J., Thorson J., Havron A. 2022. REMA: a consensus version of the random effects model for ABC apportionment and Tier 4/5 assessments. // Plan Team Report, Joint Groundfish Plan Teams, North Pacific Fishery Management Council. 605 W 4th Ave, Suite 306 Anchorage, AK 99501.

Sullivan J., Balstad L. 2022. rema: A generalized framework to fit the random effects (RE) model, a state-space random walk model developed at the Alaska Fisheries Science Center (AFSC) for apportionment and biomass estimation of groundfish and crab stocks. // R package version 1.2.0, commit 14cf71d9ff83902d1e83f1d017f8f9e9584f2dc5, <https://github.com/afsc-assessments/rema>

Thorson J. T., Maureaud A. A., Frelat R., Mérigot B. et al. 2023. Identifying direct and indirect associations among traits by merging phylogenetic comparative methods and structural equation models // *Methods in Ecology and Evolution*. Vol. 14, Iss. 5. P. 1259–1275. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.14076/>

Thorson J.T. 2018. Three problems with the conventional delta-model for biomass sampling data, and a computationally efficient alternative // *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. № 75. P. 1369–1382.

Tuponogov B.N. Orlov A.M., Kodolov L.S. 2008. The Most Abundant Grenadiers of the Russian Far East EEZ: Distribution and Basic Biological Patterns // *Grenadiers of the World Oceans: Biology, Stock Assessment and Fisheries*. American Fish. Society Symposium 63. American Fish. Society. Bethesda, Maryland. P. 285–316.

Vasilets P.M. 2015. FMS analyst – computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. DOI: 10.13140/RG.2.1.5186.0962.

Winker H., Carvalho F., Kapur M. 2018. JABBA: Just Another Bayesian Biomass Assessment // *Fisheries Research*. № 204. P. 275–288.

Wood, S.N. 2017. Generalized Additive Models: An Introduction with R (2nd edition). Chapman and Hall/CRC.