

**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, ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ ВНЕСЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ
В РАНЕЕ УТВЕРЖДЕННЫЙ ОБЩИЙ ДОПУСТИМЫЙ УЛОВ
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)**

**Разработаны:
ФГБНУ «ВНИРО»**

Директор ФГБНУ «ВНИРО»

К.В. Колончин

2026 г.

**«УТВЕРЖДАЮ»
Федеральное агентство
по рыболовству**

Заместитель руководителя

В.И. Соколов

2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ БАССЕЙН	3
ТРЕСКА (<i>Gadus macrocephalus</i>).....	3
61.04 – зона Южно-Курильская.....	3
ТЕРПУГИ (виды рода <i>Pleurogrammus</i>)	39
Северный одноперый терпуг (<i>Pleurogrammus monopterygius</i>).....	39
61.03 - Зона Северо-Курильская.....	39
СЕВЕРНЫЙ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ БАССЕЙН	57
КРАБ КАМЧАТСКИЙ (<i>Paralithodes camtschaticus</i>).....	57
Баренцево море.....	57
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ БАССЕЙН	70
КРАБ КАМЧАТСКИЙ (<i>Paralithodes camtschaticus</i>).....	70
61.06 - зона Японское море	70
61.06.2 - Западно-Сахалинская подзона.....	70
КРАБ СИНИЙ (<i>Paralithodes platypus</i>)	80
61.05 – зона Охотское море.....	80
61.05.2 – Западно-Камчатская подзона	80
КРАБ РАВНОШИПЫЙ (<i>Lithodes aequispinus</i>)	96
61.05 – зона Охотское море.....	96
61.05.1 – Северо-Охотоморская подзона.....	96
61.05.2 – Западно-Камчатская подзона	105
КРАБ-СТРИГУН БЭРДИ (<i>Chionoecetes bairdi</i>).....	118
61.01 – зона Западно-Беринговоморская	118
ТРУБАЧИ (виды родов <i>Buccinum, Ancistrolepis, Clinopegma, Volutopsius,</i> <i>Pyrulofusus, Neptunea, Lussivolutopsius</i>).....	136
61.05 — зона Охотское море	136
61.05.1 — подзона Северо-Охотоморская.....	136
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	159

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ БАССЕЙН

ТРЕСКА (*Gadus macrocephalus*)

61.04 – зона Южно-Курильская

Исполнитель: А.О. Золотов («ТИНРО»)

Куратор: Е.В. Ведищева (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Исходным материалом для разработки обоснования ОДУ трески Южно-Курильской зоны на 2026 г. послужили биостатистические данные из уловов донными тралами, ярусами и снюрреводами в период научно-исследовательских рейсов на шельфе и материковом склоне южных Курильских островов в 1974–2025 гг., а также биологическая и промысловая информация, собранная специалистами научно-исследовательских институтов, подведомственных Росрыболовству, из уловов промысловых судов, при работе на береговых рыбоперерабатывающих предприятиях, и на НИС «Океаническая» Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» в 2020–2025 гг.

Для оценки запасов тихоокеанской трески Южных Курил модельными методами в обосновании обобщены архивные данные по размерному составу ее уловов в период траловых съемок, при работе на ярусном и траловом промысле, а также по ее годовому вылову Россией и Японией в период с 1981 по 2002 гг.

По сравнению с материалами ОДУ трески Южных Курил предыдущего года, по результатам исследований 2025 г. в текущих материалах дополнительно использованы:

— результаты сборов и наблюдений за видовым составом промысловых снюрреводных и траловых уловов и распределением уловов трески этими орудиями промысла в феврале-июне 2025 г. на шельфе о-вов Шикотан, Кунашир и Итуруп. Работы проводили на рыбоперерабатывающих предприятиях ЗАО «Курильский рыбак» (о-в Шикотан) и ООО ПФК «Южно-Курильский рыбокомбинат» (о-в Кунашир);

— информация о размерно-возрастном составе трески из снюрреводных и траловых уловов на шельфе Южных Курил в период ее промысла в январе-июне 2025 г. Количество массовых промеров (МП) трески – 2839 экз.;

— результаты донной траловой съемки на НИС «Дмитрий Песков» на шельфе Южных Курил в августе-сентябре 2025 г.;

— информация официальной промысловой статистики по оперативной отчетности предприятий (ООП) и судовым суточным донесениям (ССД), по данным отраслевой системы «Мониторинг» Росрыболовства (ОСМ) за 2025 г. В целом, данные ООП использованы для определения общего вылова,

ССД – для анализа сезонной динамики промысла и межгодовых изменений уловов на усилие. Кроме того, следует иметь в виду, что отчетность по ООП – более полная по российским предприятиям, поскольку включают информацию по маломерным судам, но не содержит данных по вылову иностранным (японским) флотом, которые, напротив, имеются в ССД. Поэтому информация об итоговом годовом вылове (табл. 1) представляет комбинацию вылова по ООП, плюс уловы иностранным флотом по ССД.

Таблица 1

Освоение ОДУ трески Южно-Курильской зоны в 2015–2025 гг.

Год	ОДУ, т	Вылов, т	Освоение, %
2016	9240	4534	49,1
2017	7900	6287	79,6
2018	7310	6128	83,8
2019	9500	6621	69,7
2020	8750	6600	75,4
2021	9520	9047	95,0
2022	12500	10792	86,3
2023	14000	10398	74,3
2024	12200	8461	69,4
2025	11950	8379	70,1
Среднее:	10287	7725	75,1

Общее число использованных в работе массовых промеров из уловов: донным тралами – около 34 тыс. экз.; ярусами – 7,1 тыс. экз.; снорреводами на промысле, начиная с 2018 г. – 11,8 тыс. экз. Также использованы данные около 2,8 тыс. полных биологических анализов.

Возраст рыб определен по отолитам. Возрастной состав в 1981–2000 гг. рассчитан с помощью размерно-возрастного ключа (~ 400 экз.), полученного по результатам исследований 2003–2014 гг. В 2021 г. работы по оценке возраста трески были возобновлены. По итогам сборов 2020–2022 гг. был составлен новый «зимний» размерно-возрастной ключ (~2,0 тыс. экз.), позволяющий корректно оценивать возрастные составы уловов трески в период с декабря по май.

Обоснование выбора методов оценки запаса

Анализируя накопленную к настоящему моменту информацию, следует заключить, что имеющиеся многолетние данные по размерно-возрастному составу, годовому вылову, скорости полового созревания, естественной смертности, результатам учетных съемок, позволяют производить оценку запасов трески с помощью аналитических моделей, и проводить сопоставление с данными прямых учетов.

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

Таким образом, согласно критериям, определенным приказом Росрыболовства от 06.02.2015 г. №104 «О предоставлении материалов, обосновывающих общие допустимые уловы ВБР...» (далее – Приказ №104), информационная обеспеченность прогноза соответствует I уровню.

До 2021 г. в качестве базового метода расчета численности и биомассы трески Южных Курил специалистами «ТИНРО» использовался виртуально-популяционный анализ (ВПА), реализованный в программном пакете «VPA version 3.1» [Darby, Flatman, 1994]. В 2021 г., для оценки корректности и сопоставимости результатов расчетов численности трески Южных Курил, получаемых при использовании других когортных моделей, наряду с традиционным ВПА была апробирована модель «Синтез» [Ильин и др., 2014]. В текущем обосновании также приведен пример ретроспективной оценки нерестовой биомассы трески Южных Курил по модели «Синтез».

Модель «Синтез» относится к числу сравнительно простых статистических когортных моделей с сепарабельным представлением промысловой смертности, которая учитывает специфику рыбопромысловой статистики и позволяет получить детальное описание динамики возрастной структуры оцениваемого запаса. Алгоритм модели реализован в ПО, разработанной специалистами «КамчатНИРО». Наряду с другими известными моделями, в 2019 г. она была рекомендована для оценки запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов отечественного рыболовства, к которым относится и треска [Методические рекомендации, 2018].

В целом, несмотря на некоторые отличия в абсолютных значениях в ретроспективном аспекте, обе модели сходным образом описывали основные черты динамики запаса трески в 1981-2020 гг., отражая исторический максимум на начальном этапе исследований, снижение до минимальных значений в 1991-1995 гг. и последующий постепенный рост, вплоть до последних лет, когда уровень промысловой биомассы стал сопоставим с начальным периодом. Наиболее важно, однако то, что в годы близкие к терминальному, обе модели давали практически идентичные оценки численности и биомассы, что в перспективе позволяет использовать их в равной степени для определения ОДУ трески Южных Курил.

Кроме того, внутри модели «Синтез» возможно определение ряда параметров, которые могут быть использованы для оценки ориентиров управления промыслом. В текущем обосновании в качестве граничного ориентира по промысловой смертности используется величина, соответствующая максимуму аналитической кривой улова на рекрута $F_{\max}=0,57$, в качестве целевого – $F_{\text{med}}=0,23$. Оба этих параметра определены в 2022 г. по результатам расчетов ВПА в предыдущие годы, и корректировке не подвергались.

По результатам прогона модели «Синтез» эти два показателя оценены на уровне $F_{\max}=0,45$ и $F_{\text{med}}=0,24$, т.е. оказались практически идентичными, что, также свидетельствует о том, что, обе эти модели в равной степени могут быть использованы для оценки запасов трески Южных Курил.

Возможно, в ближайшей перспективе, специалисты «ТИНРО» при оценке запасов трески Южных Курил перейдут на расчеты численности и биомассы по более современной модели. Однако, в рамках настоящего обоснования целесообразным представляется пока сохранить преемственность, сохранив в качестве базовой расчетной модели ВПА.

Основным аргументом при этом является то, что в начале 2020-х гг., в результате появления трех урожайных поколений, уровень промысловой биомассы трески Южных Курил стал практически сопоставим с максимальным. Для тихоокеанской трески периоды высокой численности не являются характерными [Золотов, 2010; Золотов и др., 2020], и, по всей видимости, в ближайшее время следует ожидать снижения ее запасов, что требует более взвешенного подхода к регулированию промысла.

Учитывая, что смена модели расчетов численности трески Южных Курил, неизбежно повлечет необходимость изменений граничных и целевых ориентиров управления промыслом и, соответственно, трансформацию ПРП, считаем целесообразным пока сохранить метод ВПА в качестве базового, для того, чтобы не подвергать корректировке имеющееся ПРП. Таким образом, на текущем переходном периоде высокой численности, предлагается осуществлять регулирование промысла трески данной группировке в прежней системе координат «промысловая смертность - нерестовый запас».

Резюмируя, расчеты численности и биомассы общего (TSB), промыслового (FSB) и нерестового (SSB) запаса тихоокеанской трески, по данным промысловой статистики и размерно-возрастного состава ярусных и траловых уловов, в рамках текущего обоснования, выполнены методом ВПА. Зависящие от возраста, мгновенные коэффициенты естественной смертности, определяли методом Тюринга [Тюрин, 1972].

Оценку биомассы по данным съемок выполняли с использованием ГИС «КартМастер» [Бизиков и др., 2007], оценка производилась в диапазоне глубин 0–400 м с использованием полигонов Вороного.

Исследования выполняли донными тралами различных конструкций с горизонтальным раскрытием 18–28 м.

При расчетах численности и биомассы по данным съемок, коэффициент уловистости для тихоокеанской трески полагали равным – 0,4, что является общераспространенной практикой при оценке ее запасов по данным донных траловых съемок на Дальневосточном бассейне. Для того, чтобы оценки по съемкам были сопоставимы с модельными расчетами, они пересчитаны на начало года с учетом вылова на дату проведения исследований и убыли от естественных причин.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Многолетняя динамика уловов. Промысловое освоение ресурсов тихоокеанской трески у Южных Курил имеет достаточно давнюю историю. Ее успешный ярусный лов осуществлялся японскими рыбаками еще в 1930–1940 гг., когда был зафиксирован предвоенный максимум официального годового вылова – более 22 тыс. т [Золотов и др., 2020]. В последующие

годы, с переходом островов под юрисдикцию СССР, и в связи с резким сокращением запасов, ее годовые уловы редко превышали 1-2 тыс. т.

Новый этап развития трескового промысла пришелся на 1980 гг. и был связан с очередным периодом резкого повышения запасов тихоокеанской трески, характерного, в тот период, для всех районов дальневосточных морей. В 1981–1985 гг. у Южных Курил судами Японии в среднем в год добывали около 11,4 тыс. т (рис. 1), специализированный промысел трески отечественными судами в данном районе отсутствовал, и ее добывали только в качестве прилова – не более 0,43 тыс. т в год. Исторический максимум советского вылова трески пришелся на 1988 г., когда было добыто 16,0 тыс. т, на этот же год пришелся пик суммарных годовых уловов судами России и Японии – около 23 тыс. т, после чего промысловые показатели постепенно пошли на спад.

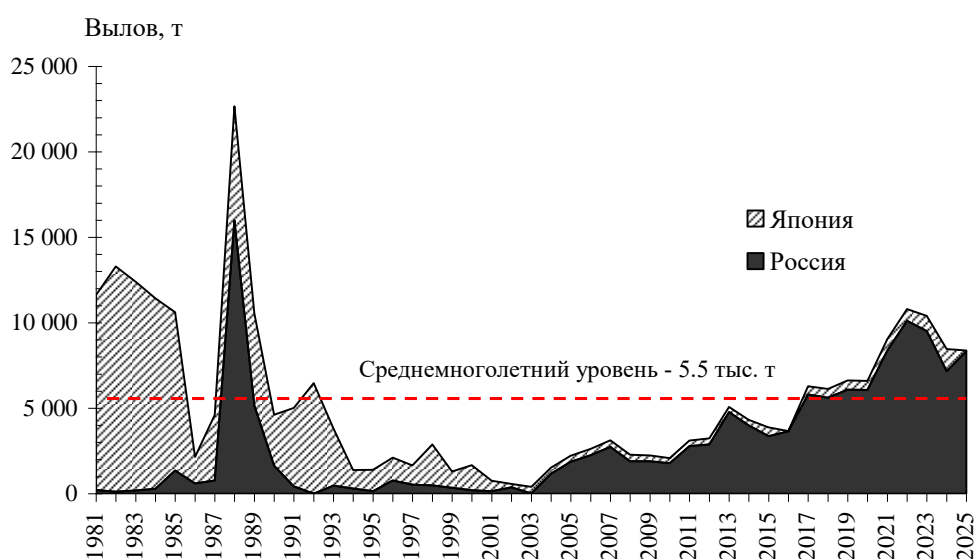


Рис. 1. Многолетняя динамика годовых уловов трески у южных Курильских островов в водах Российской Федерации

Снижение запасов тихоокеанской трески в 1990–2000 гг. привело к сокращению её квот у Южных Курил, выделяемых Японией по межправительственным соглашениям [Ким Сен Ток и др., 2010]. В результате чего ее годовые уловы после 2001 г. снизились. Российские рыбаки, довольно длительное время добывали треску лишь в качестве прилова.

Только в последнее десятилетие, на фоне постепенного роста ее ресурсов, и в связи с развитием береговой рыбоперерабатывающей промышленности на Южных Курилах, наметилась тенденция к ее специализированному освоению.

По данным ООП в 2016-2025 гг. годовые уловы трески в Южно-Курильской зоне изменялись от 4,5 в 2016 г. до 10,7 тыс. т в 2022 г. В среднем ОДУ осваивался на 75,1%, а среднегодовой вылов составил 7,725 тыс. т (табл. 1). В 2022 г. вылов тихоокеанской трески оценивался на

уровне 10,792 тыс. т, что составляло 86,3% от ОДУ. Это максимальная величина годового вылова, начиная с 1988 г. В 2023 г. годовой вылов южнокурильской трески составлял 10,4 тыс. т. В 2025 г., годовой вылов трески уменьшился до 8,4 тыс. т, что во многом связано с существенными санкционными ограничениями японского промысла. Тем не менее, это четвертый результат по валовому вылову за более чем 40-летний период наблюдений, если рассматривать только отечественный промысел, и седьмой – в целом.

Стабильное состояние промысловых ресурсов трески в водах южных Курильских островов и о-ва Хоккайдо в подтверждаются данными о многолетней динамике ее вылова японскими рыбаками, предоставленных специалистами Японии в рамках совещания по линии международного сотрудничества в октябре 2018 г. в г. Владивостоке [Золотов и др., 2020].

Наряду с добычей в трески в российских водах, прилегающих к западной оконечности о-ва Кунашир, существует ее устойчивый промысел в японских территориальных водах в Кунаширском проливе. При этом, в среднем в год, на данном небольшом участке в 2007-2017 гг. добывалось около 2,7 тыс. т трески.

В тихоокеанских водах, омывающих юго-восточное побережье о-ва Хоккайдо, простирающихся вплоть до Малой Курильской гряды, в многолетней динамике промысла тихоокеанской трески отмечались сходные тенденции, по сравнению с российскими водами Южных Курил. Максимальные уловы пришлись на 1985-1995 гг., после чего наблюдалась устойчивая тенденция к снижению годового вылова, вплоть до минимума в 2003 г. Впоследствии, и до настоящего времени, происходило постепенное увеличение годовой добычи и в среднем в 2007-2017 гг. в данном районе японские рыбаки добывали около 15,2 тыс. т.

Структура промысла. В отличие, например, от Северных Курил, структура промысла тихоокеанской трески у южных Курильских островов еще продолжает формироваться [Золотов и др., 2020].

В начале 2000-х гг. невысокий уровень ее запасов, значительные объемы, выделяемые для промысла по межправительственным соглашениям и низкий уровень развития собственной береговой переработки, приводил к тому, что небольшие объемы квот успешно осваивались российским траловым флотом в прилове, а специализированный снюрреводный лов был не развит. По опубликованным данным [Ким сен Ток и др., 2010] доля снюрреводного промысла в этом районе до середины 2000-х гг. составляла лишь около 12,2%.

В 2003-2013 гг. наибольший вклад в годовые уловы трески у Южных Курил еще обеспечивали российские суда, оснащенные тралами, на долю которых приходилось почти 53% (рис. 2). В 2014-2019 гг. основной акцент сместился на снюрреводный лов, на который в среднем приходилось уже более половины годового вылова, а доля тралового промысла сократилась до 36,1%.

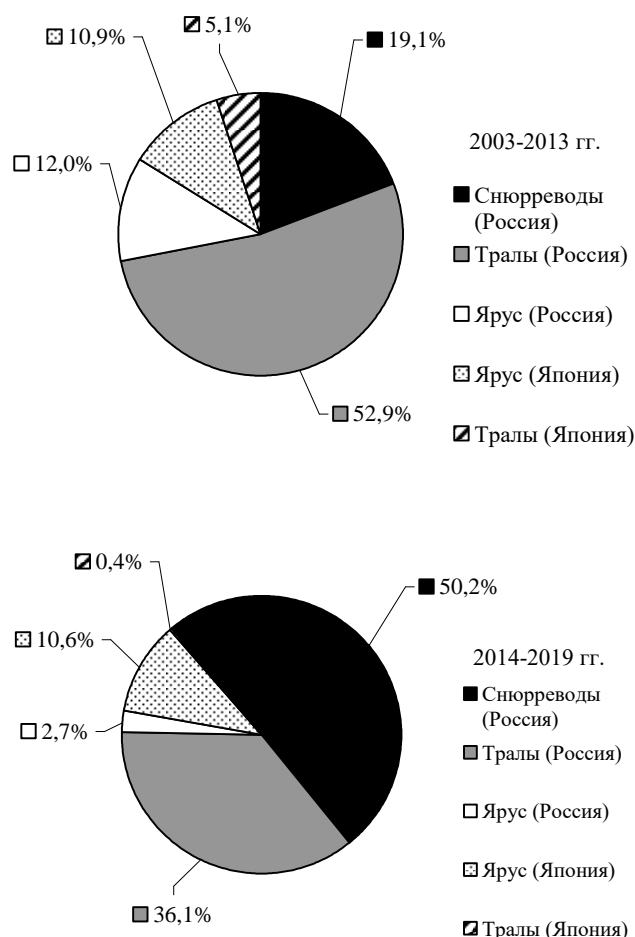


Рис. 2. Структура промысла трески Южных Курил в 2003-2013 гг. (вверху) и в 2014-2019 гг. (внизу)

Полагаем, что такая ситуация стала возможной в связи с ускоренным развитием рыбоперерабатывающих береговых мощностей и возросшей потребностью в ресурсах для переработки, а также поступательным ростом запасов трески, квоты на которую уже не могли быть освоены при траловом лове в ограниченный период формирования преднерестовых скоплений. Снюрреводы же, являются более эффективным орудием при облове нагульных, относительно разреженных, скоплений в теплый период года.

Также можно заметить, что, за последние пять лет, практически прекратил свое существование японский траловый промысел. Ярусный лов трески рыбаками Японии сохранился в прежних объемах, и осуществляется исключительно малотоннажным флотом, и только в период с ноября по февраль (рис. 3 В). Российские суда к 2019 г. сократили ярусный лов трески у Южных Курил почти в четыре раза, по сравнению с предыдущим периодом.

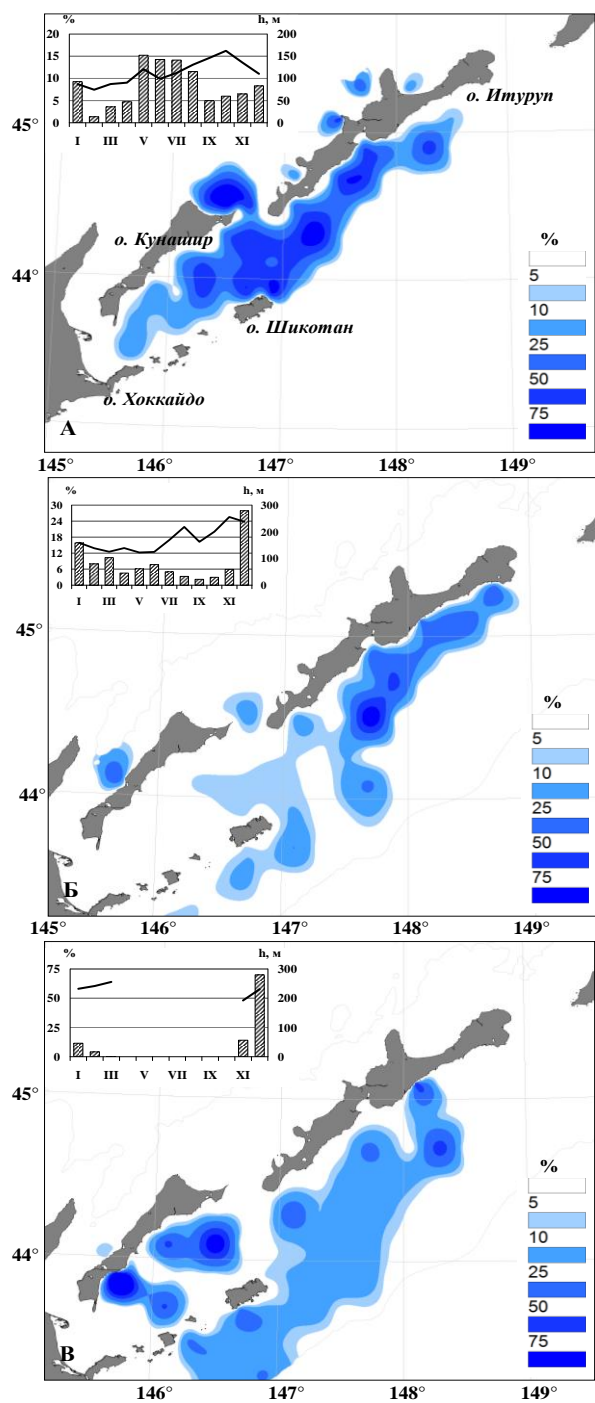


Рис. 3. Осредненное распределение уловов на шельфе южных Курильских островов (в % от максимальных значений) трески при промысле: А – снурреводами (Россия), Б – тралами (Россия), В – ярусам (Япония). На диаграмме дополнительно указано сезонное распределение уловов (гистограмма) и осредненная глубина ведения промысла (линия)

В 2021 г. указанные процессы перераспределения в структуре промысла трески Южных Курил получили развитие. Так полностью прекратился ее ярусный лов российскими судами. Доля ее вылова траловым флотом сократилась до 1,3%. Вклад японских ярусоловов составил около 7,3%, а остальное было добыто снурреводами.

В настоящий момент снурреводным промыслом охвачен почти весь участок шельфа от юго-западной оконечности о-ва Кунашир до восточной

оконечности о-ва Итуруп вплоть до 45° с.ш., включая мелководный Южно-Курильский пролив между о-вами Кунашир и Шикотан, а также прол. Екатерины (рис. 3А). Кроме того, ограниченный лов снюрреводами существует и в ряде небольших заливов с охотоморской стороны о-ва Итуруп.

Наиболее эффективный промысел происходит с мая по август на глубинах от 100 до 130 м, при этом наблюдается выраженная тенденция к росту уловов в течение года, от февраля к октябрю, когда максимальный вылов на судосутки превышает 8 т (рис. 4).

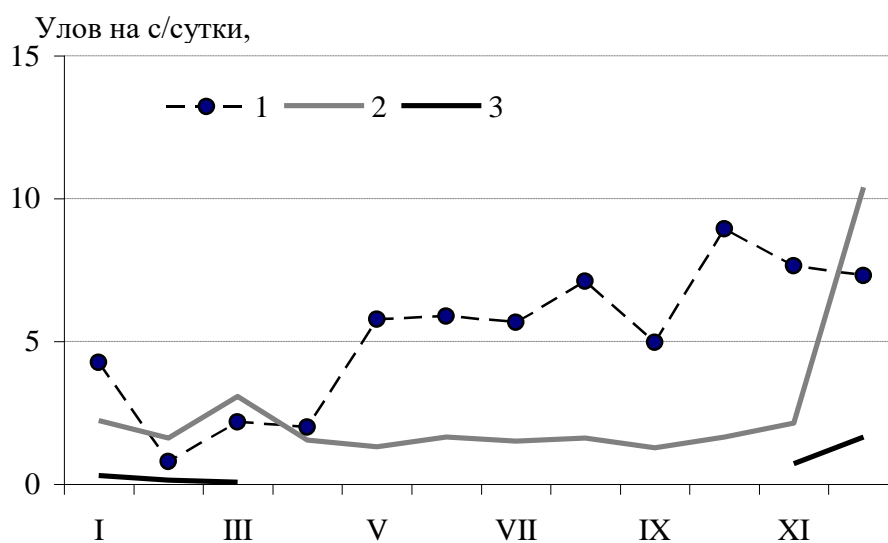


Рис. 4. Сезонная динамика уловов трески на судосутки промысла на шельфе Южных Курил. 1 – снюрреводы, 2 – тралы (донные и пелагические), 3 – яруса (Япония)

Наиболее интенсивный траловый промысел трески в настоящий момент осуществляется российскими судами в период с декабря по март. При этом основным участком промысла является внешний шельф о-ва Итуруп с тихоокеанской стороны на глубинах от 150 до 250 м (рис. 3Б). Уловы на судосутки тралового промысла максимальны в декабре, в период формирования преднерестовых скоплений и превышают 10 т на судосутки. В остальное время треску тралами облавливают в незначительных количествах, видимо, в качестве прилова, так как уловы на усилие не превышают 2 т.

Ярусный лов трески малотоннажным флотом Японии охватывал внешний участок шельфа с тихоокеанской стороны Малой Курильской гряды и о-ва Итуруп, а также мелководный Южно-Курильский пролив. Однако, судя по минимальным величинам уловов на усилие, которые в самый продуктивный сезон не превышают 2 т (рис. 4), треска не является целевым объектом промысла и добывается в прилове.

Наблюдения за промыслом трески, выполненные в январе-апреле 2020 г. при работе на Р/З «Крабовозовское» ЗАО «Курильский рыбак» (о-в Шикотан), в целом, подтвердили выявленные особенности распределения ее уловов. Несмотря на то, что целевым объектом

прибрежного промысла был минтай, основным объектом прилова являлась тихоокеанская треска. Ее встречаемость в снюрреводных уловах достигала 96,4%, а в траловых была вполтину меньшей – 42,6%. При этом, в уловах отдельных уловов и заметов треска являлась доминирующим видом.

Основной район снюрреводного промысла был сосредоточен на участке южно-курильского мелководья между о-вами Кунашир и Шикотан, прилегающем к прол. Екатерины, тогда как тралями треску облавливали в основном на шельфовом участке с тихоокеанской стороны о-ва Итуруп, напротив зал. Касатка.

Что касается межгодовой динамики промысловых показателей (рис. 5), то можно заметить, что, после 2018 и до 2021 г, наблюдалось снижение числа судосудок промысла, проведенных снюрреводным и траловым флотом, подающим ССД, на улов, при одновременном поступательном росте уловов на усилие.

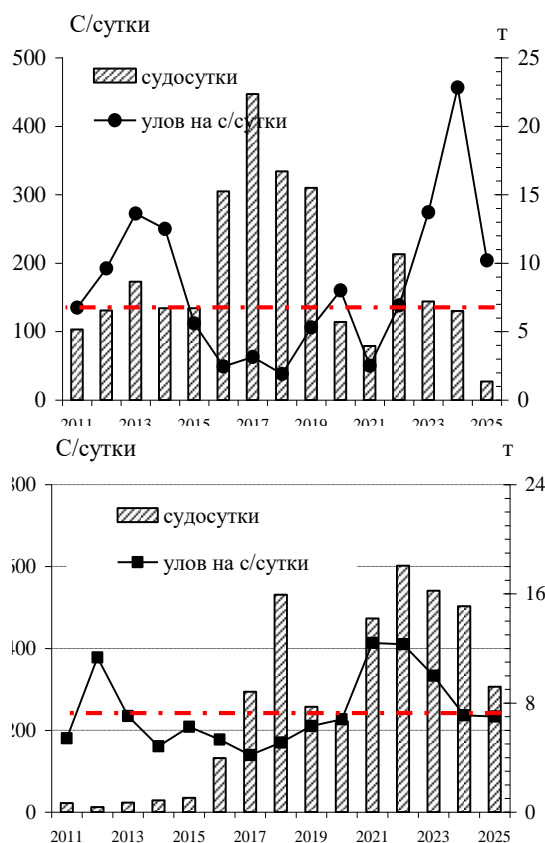


Рис. 5. Динамика количества усилий и уловов трески на усилие при осуществлении тралового (вверху) и снюрреводного (внизу) промысла у южных Курильских островов в 2011-2025 гг.

В 2023 г. уловы на усилие для судов, оснащенных тралями, оказались максимальными с 2011 г., однако весь вылов, по сути дела, был показан в марте, на нерестовых скоплениях, и в остальное время года треска тралями добывалась лишь в прилове.

В 2024 г. высокие показатели тралового флота достигнуты лишь за счет работы двух судов РК «Островной» - «Таймания» и «Арктик», основной

вылов которых пришёлся на март, при промысле на нерестовых скоплениях. Снюрреводный промысел в 2024-2025 гг. был стабильным, среднесуточные уловы варьировали в пределах 7,0-7,1 т, что немного выше среднемноголетнего уровня.

Состояния запасов трески. Методы прямого учета. По определению численность популяции определяется урожайностью и количеством поколений слагающих ее. При этом, появление генераций повышенной численности обычно проявляется в доминировании в размерно-возрастном составе научных и промысловых уловов особей определенной длины. Для тихоокеанской трески это, как правило, 2-3 годовики, размером 25-50 см.

В целом, для трески Южных Курил не характерно наличие в составе более одного, максимум двух, поколений повышенной урожайности. Согласно данным когортных расчетов (рис. 6), среднемноголетняя численность ее поколений в возрасте 2 полных лет оценивалась на уровне 6,8 млн экз., при этом максимум ихтиомассы достигался на 5 году жизни.

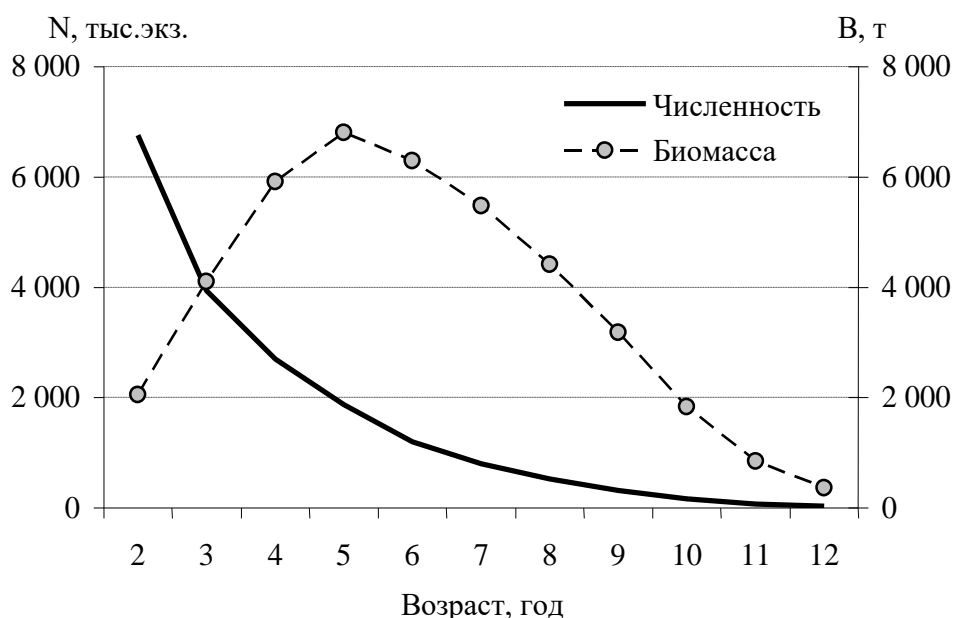


Рис. 6. Кривая выживания и ихтиомассы «среднего» поколения трески Южных Курил по данным ретроспективного когортного анализа

Исходя из сравнительного анализа результатов учетных работ на шельфе Южных Курил в 2019-2025 гг. и данных модельных оценок, которые подробнее будут обсуждаться ниже, в последнее десятилетие, к поколениям повышенной урожайности, численность которых в возрасте 2 года (R2) превышала среднемноголетнюю, можно отнести генерации 2010 и 2015-2017 гг. рождения.

При проведении донных траловых исследований в 2010 г, основной вклад в уловы обеспечивали особи генерации 2007 г. рождения (табл. 2), когда их доля по численности составляла около 39,0%. На следующий год наблюдений она сократилась до 26,5%. Таким образом, в 2011–2013 гг. структура траловых уловов в летний период в значительной мере

определялась одним поколением 2007 г., численность которого в возрасте R2 оценивалась на уровне 6,6 млн экз., т.е. была близка к среднемноголетней.

Таблица 2

Возрастной состав трески Южных Курил из донных траловых уловов в период съемок 2002-2025 гг., %

Год	Возраст, лет											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2002	0	6,9	13,2	17,8	30,3	14,1	9,0	4,1	2,9	1,0	0,5	0,2
2003	0	16,2	30,7	34,5	12,1	4,2	1,6	0,4	0,2	0,1	0	0
2004	4,3	34,6	13,2	20,7	13,3	7,3	4,0	1,4	0,7	0,3	0,1	0,1
2005	0	8,5	15,1	20,4	26,5	15,1	10,2	3,8	0,4	0	0	0
2007	0	13,0	69,4	9,7	4,6	1,8	0,9	0,4	0,3	0	0	0
2008	0	3,0	28,1	31,8	16,7	10,3	4,5	2,4	1,8	1,2	0,2	0
2009	0,2	47,5	37,3	8,7	2,9	1,5	1,5	0,3	0,1	0	0	0
2010	0	34,1	39,1	15,8	5,0	2,9	1,4	0,8	0,5	0,4	0	0
2011	0	9,7	35,7	26,5	13,9	6,6	3,5	2,2	1,2	0,7	0	0
2012	0	69,5	5,9	7,1	7,9	5,3	2,6	0,8	0,5	0,4	0	0
2014	0	11,2	15,4	38,3	25,1	7,3	2,6	0,1	0	0	0	0
2018	19,1	41,1	7,0	12,0	13,5	4,3	1,7	0,5	0,4	0,3	0,1	0
2019	0	22,2	51,7	25,1	0,9	0,1	0	0	0	0	0	0
2020	0,2	10,5	32,6	29,7	15,5	6,4	2,6	1,0	0,9	0,57	0,03	0
2025	15,18	8,62	17,6	19,8	14,0	11,8	8,24	3,38	0,97	0,31	0,08	0,02

В 2012 г., при выполнении учетной съемки в Южно-Курильском проливе, отмечена высокая доля молоди 2010 г. рождения (69,5% от общей численности).

Впоследствии, поколение 2010 г., которое полностью вступило в промысел к 2015 г., составляло основу промыслового запаса. Численность этой генерации в возрасте 2-х лет оценивалась на уровне 7,2 млн экз., т.е. была выше среднемноголетнего уровня.

В августе–сентябре 2014 г. основу уловов составляли 4–6 годовики длиной 50–75 см, на долю которых приходилось около $\frac{3}{4}$ от общей численности. Обращал на себя внимание значительный вклад в уловы 4-годовалых особей 2010 г. рождения, повышенную урожайность которые отмечались выше. Их доля в уловах в 2014 г. достигала 38,3%.

К сожалению, в 2015-2017 гг. донные траловые исследования, позволяющие оценить размерно-возрастную структуру запаса трески Южных Курил не осуществлялись.

Распределение и размерно-возрастной состав уловов тихоокеанской трески на шельфе Южных Курил летом 2018 г. были довольно типичными (табл. 2, рис. 7). Основные концентрации были приурочены к Южно-Курильскому мелководью и участкам, прилегающим к тихоокеанскому побережью о-ва Итуруп. При этом в уловах доминировала молодь возрастом 2 года, и размером 20-30 см. На их долю приходилось около 60% по

численности. Очевидно, эти рыбы представляли собой, относительно высокочисленную, генерацию 2016 г. рождения.

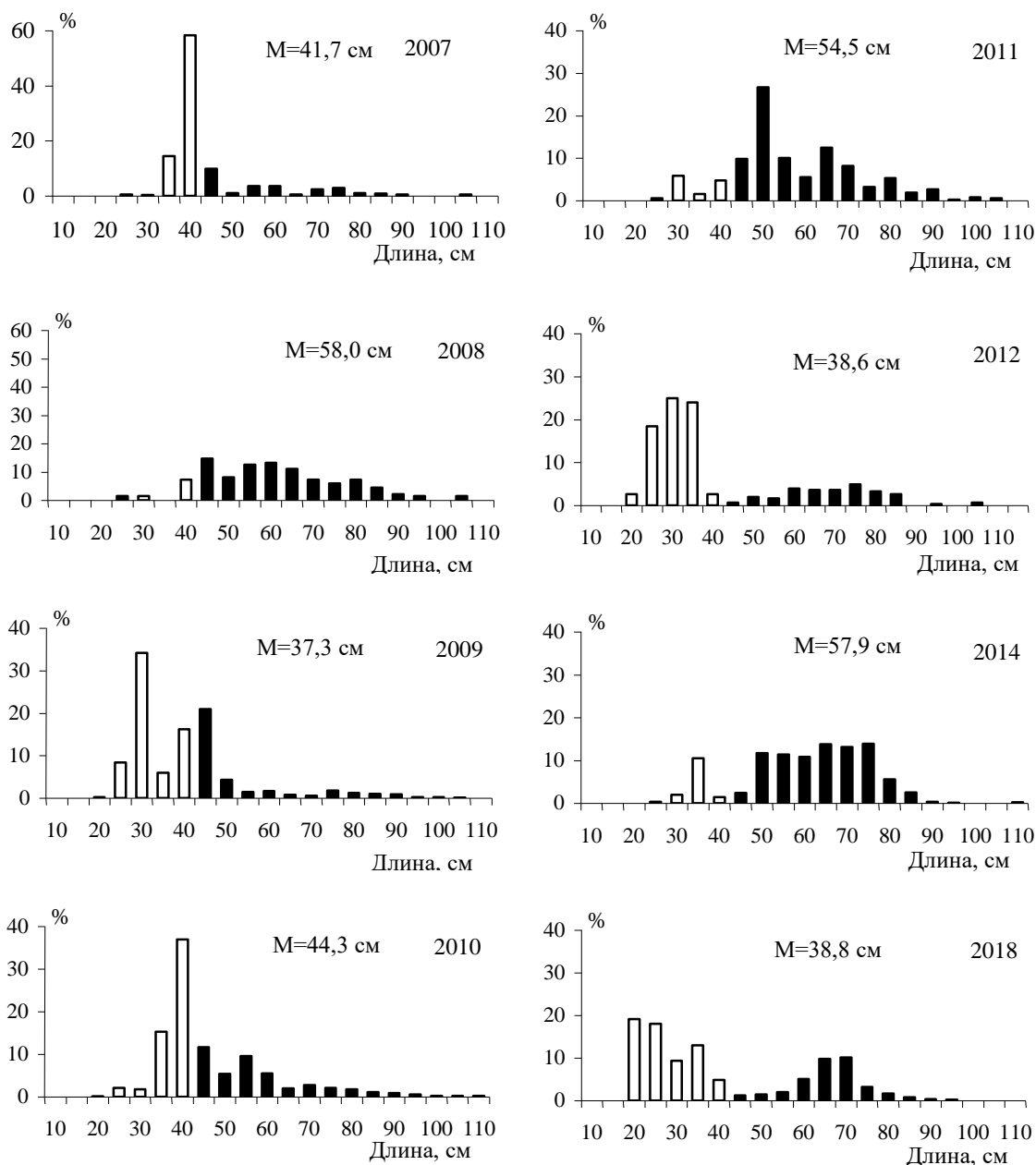


Рис. 7. Размерный состав трески южных Курильских островов в траловых уловах в период проведения донных траловых съемок в 2007–2018 гг., белым цветом на гистограмме выделены особи непромыслового размера

По данным выполненной в 2018 г. донной траловой съемки оценка промысловой биомассы составила 36,9 тыс. т, нерестовой – 23,2 тыс. т. С учетом текущего вылова (по состоянию на конец августа) и убыли от естественных причин за первые 8 месяцев года, промысловая биомасса на начало 2018 г. оценивалась на уровне 46,6 тыс. т (рис. 8).

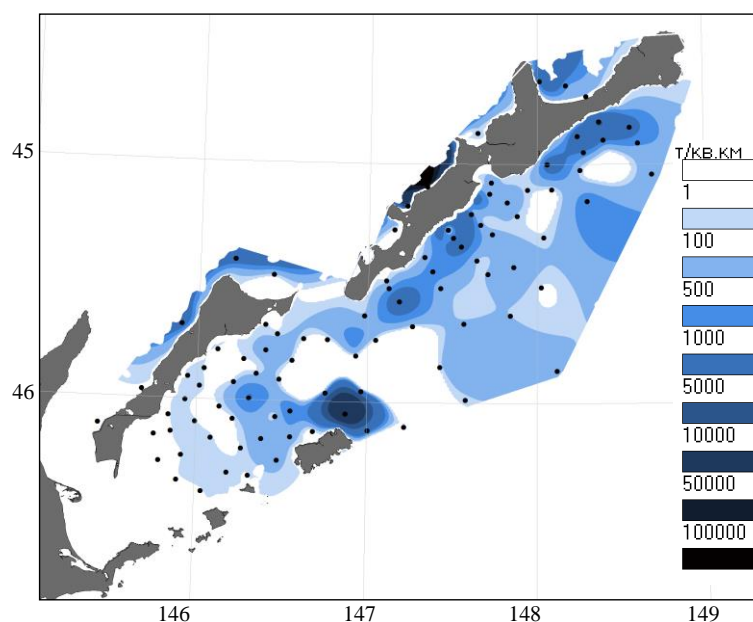


Рис. 8. Распределение биомассы трески на шельфе Южных Курил в июле-августе 2018 г. по данным донной траловой съемки на НИС «Бухоро», кг/км²

Оценка промысловой биомассы по данным съемки осуществлялась исходя из учтенной численности (с учетом коэффициента уловистости 0,4) и в соответствии с фактическим размерным составом уловов. По известной зависимости «длина тела – масса» трески южнокурильского шельфа, оценивался вклад каждой группы и определение промысловой биомассы.

Оценка численности поколения 2016 г. рождения, полученная на основе когортного моделирования текущего 2023 г., в возрасте R2 составляла около 14,8 млн экз., что, почти в 2,2 раза выше среднегодовалого уровня. Иными словами данная генерация может быть отнесена к высокоурожайным. В ноябре 2019 г. донными траловыми исследованиями охвачен только лишь тихоокеанский участок шельфа, прилегающий к о-вам Кунашир и Итуруп, включая южно-курильское мелководье (рис. 9). Основные концентрации трески отмечались к югу, юго-западу от о-ва Итуруп, на изобатах от 100 до 300 м. В уловах доминировали рыбы 2016 г. рождения длиной 40-45 см. На их долю приходилось свыше 62% от общей численности.

По данным выполненной в 2019 г. донной траловой съемки, оценка промысловой биомассы на начало года, с учетом текущего вылова и убыли от естественных причин, составила около 36,5 тыс. т. Это несколько меньше, чем в 2018 г., однако, в целом, величина биомассы на уровне 36,5 тыс. т – четвертый результат на всем историческом ряду наблюдений.

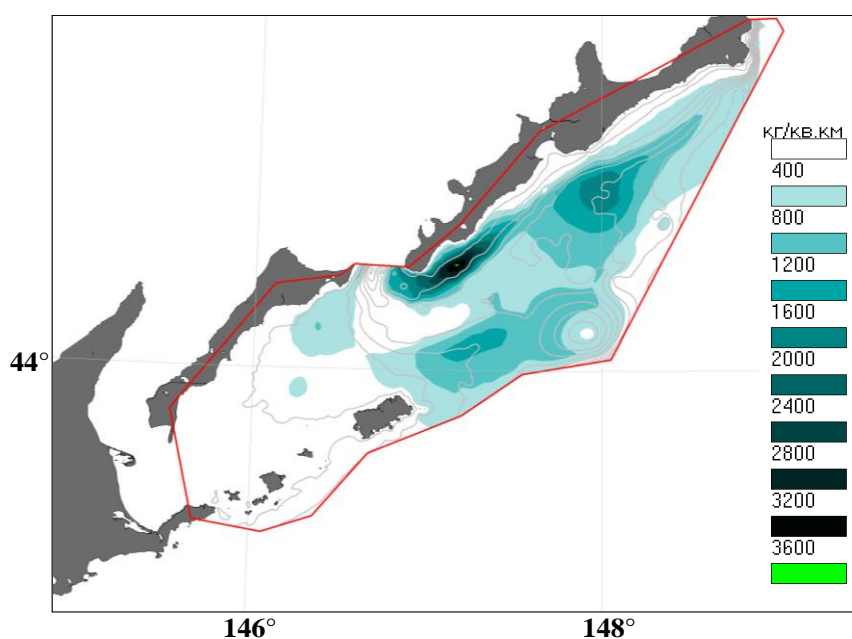


Рис. 9. Распределение биомассы трески на шельфе Южных Курил в ноябре 2019 г. по данным донной траловой съемки на НИС «Владимир Сафонов», кг/км²

Очередные мониторинговые исследования на шельфе Южных Курил, направленные на оценку запасов донных видов рыб были проведены на НИС «Дмитрий Песков» в октябре 2020 г. При этом, в ходе съемки было учтена максимальная биомасса трески за весь исторический период осуществления подобных работ.

Основные концентрации трески отмечались на обширном участке шельфа (рис. 10), примыкающем с тихоокеанской стороны к юго-западной части о-ва Итуруп, от зал. Касатка вплоть до южно-курильского мелководья. Причем, на самом мелководье, между о-вами Кунашир и Шикотан, скопления трески отсутствовали.

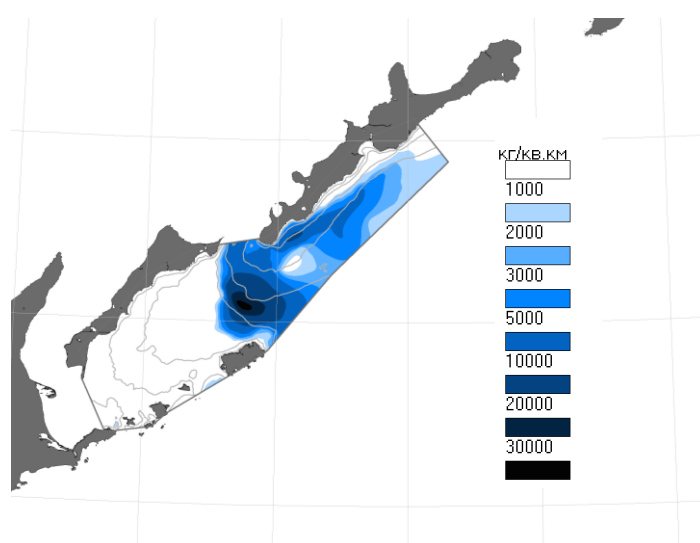


Рис. 10. Распределение биомассы трески на шельфе Южных Курил в октябре 2020 г. по данным донной траловой съемки на НИС «Дмитрий Песков», кг/км²

Наибольшая плотность концентрации, достигавшая 30 т/км² отмечалась на участке шельфа, который является продолжением прол. Екатерины, к северу и северо-востоку от о-ва Шикотан.

В уловах доминировали рыбы длиной от 40 до 65 см длиной, на долю которых приходилось около 73%. Оценка общей численности трески, учтенной при проведении донной траловой съемки в 2020 г. на шельфе Южных Курил составила 35,5 млн экз., общей биомассы – 78,8 тыс. т. С учетом данных о размерном составе уловов, оценка промысловой биомассы трески на конец октября 2020 г. составила около 76,6 тыс. т, причем около 64,4% этой величины обеспечивали особи генераций 2015-2017 гг. рождения.

Если пересчитать эти данные с помощью когортной процедуры, с учетом естественной смертности и фактического вылова, на начало 2020 г., то оценка промысловой биомассы составила бы около 51,1 тыс. т.

Чтобы понять причины резкого роста промысловой биомассы, неужно обратиться к диаграмме, характеризующей динамику возрастного состава трески южно-курильского шельфа в 2018-2020 гг. (рис. 11).

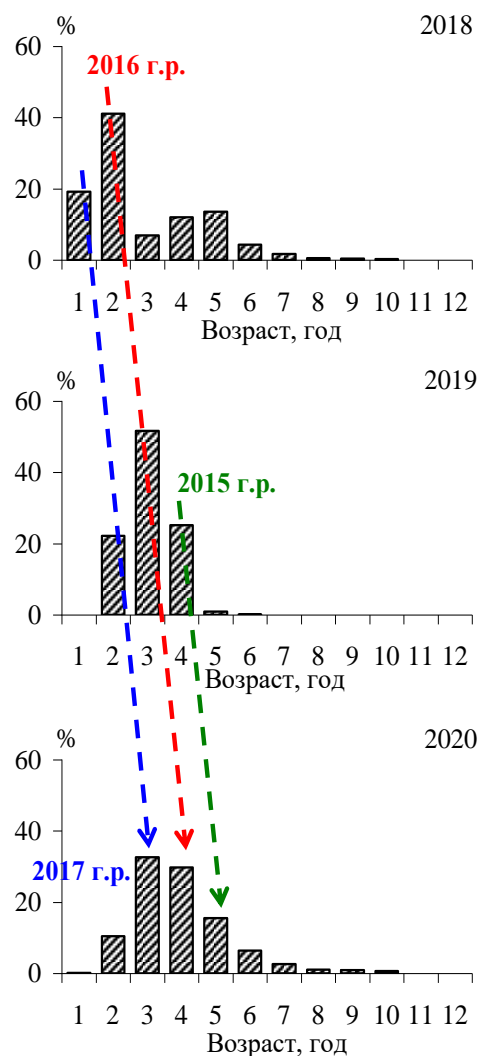


Рис. 11. Возрастной состав уловов трески на шельфе южных Курильских островов по результатам донных траловых съемок 2018-2020 гг.

Как можно видеть, в 2020 г. основу промыслового запаса трески формировали особи трех поколений 2015-2017 гг. рождения, доминирование которых в донных траловых отчетливо прослеживается на протяжении трех последних лет. О повышенной численности поколения южно-курильской трески 2016 г. уже говорилось выше.

Оценка численности поколения 2015 и 2017 гг. рождения в возрасте R2, по результатам когортного моделирования в 2023 г. составила около 12,2 и 13,2 млн экз., что, соответственно в 1,8 и 1,9 раза выше среднемноголетних значений.

В результате, к началу 2020-х гг. промысловая биомасса трески Южных Курил достигла уровня 65-75 тыс. т, что было сопоставимо с периодом его максимальных значений в начале 1980-х гг.

Результаты донной траловой съёмки, выполненной на шельфе Южных Курил в августе-сентябре 2025 г. на НИС «Дмитрий Песков» свидетельствуют о том, что пока ожидаемого снижения запасов трески данного района не наблюдается (рис. 12). Напротив, оценки её общей численности и биомассы оказались максимальными за весь исторический период наблюдений и составили 9,7 млн экз. и 23,9 тыс. т при КУ=1,0. С учетом коэффициента уловистости и промысловой и естественной убыли, оценка промысловой биомассы трески Южных Курил на 1 января 2025 г. составила $80,5 \pm 2,6$ тыс. т. Эта величина используется в дальнейшем анализе и при настройке когортной модели.

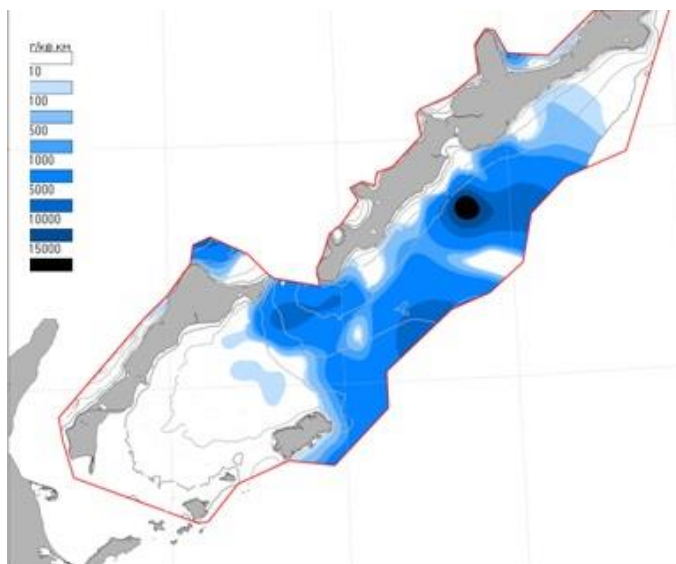


Рис. 12. Распределение биомассы трески на шельфе Южных Курил в августе-сентябре 2025 г. по данным донной траловой съёмки на НИС «Дмитрий Песков», кг/км²

В уловах донной траловой съёмки доминировали 3-6-и годовалые рыбы длиной 50-75 см на долю которых приходилось около 63% от общей численности уловов. Вклад годовиков (особи генерации 2024 г. рождения) оценивался на уровне 15,2%. С учетом естественной смертности оценка численности пополнения общего запаса особями данного поколения в

возрасте R2 в 2026 г. составила 4,29 млн экз., что приближённо в два раза ниже среднемноголетнего уровня. Эта величина используется при прогнозировании состояния запаса трески Южных Курил на 2027 г.

Методы, основанные на промысловых данных. Как было показано в разделе, посвященном промыслу трески, основными способами ее добычи у Южных Курил являются ярусный, траловый и снюрреводный лов, два последних из которых явно подразделяются на два сезона: зимне-весенний и летне-осенний, во время которых эксплуатируются разные части запаса (рис. 13-19).

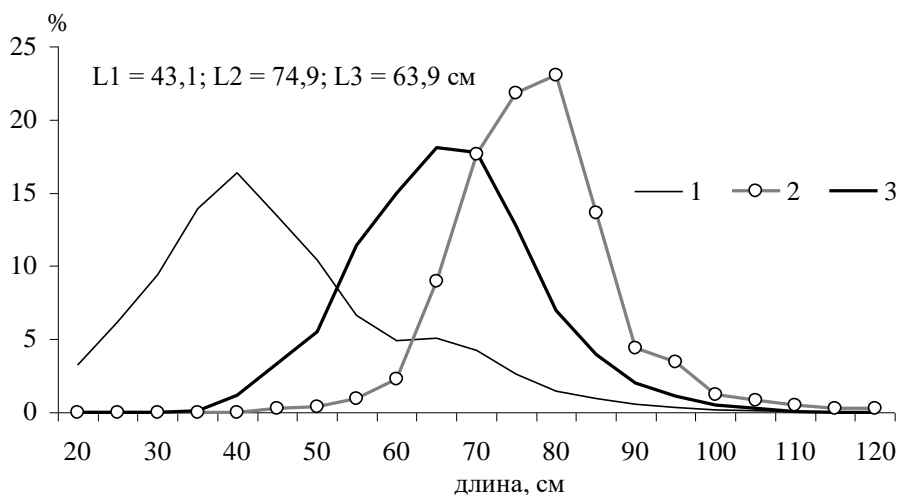


Рис. 13. Среднемноголетний размерный состав трески в промысловых уловах. 1 – донные тралы (лето-осень), 2 – донные тралы (преднерестовый период, февраль–март); 3 – донный ярус. Указана средняя длина особей в уловах

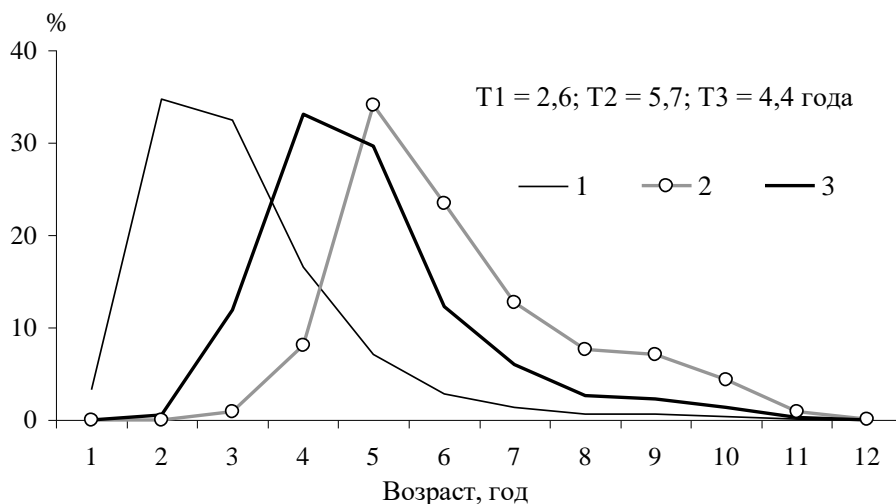


Рис. 14. Среднемноголетний возрастной состав трески в промысловых уловах. 1 – донные тралы (лето-осень), 2 – донные тралы (преднерестовый период, февраль–март); 3 – донный ярус. Указан средний возраст особей в уловах

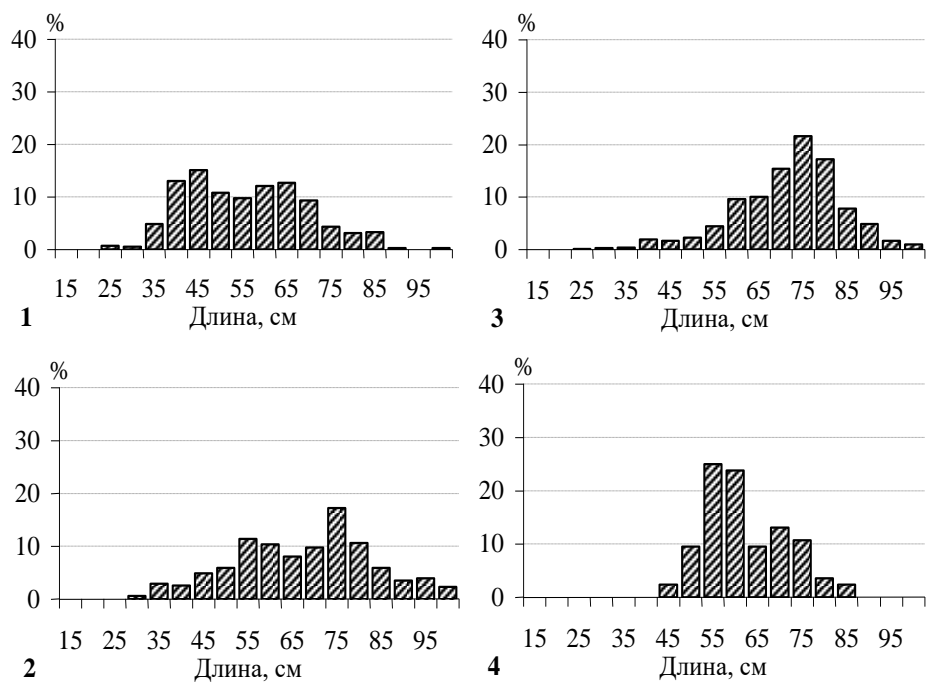


Рис. 15. Размерный состав трески в снюрреводных и траловых уловах на шельфе Южных Курильских островов в 2020 г. 1 – донная траловая съемка, октябрь; 2 – снюрреводы, январь-апрель; 3 – тралы, тихоокеанский шельф, январь-апрель; 4 – тралы, охотоморский шельф, январь-апрель

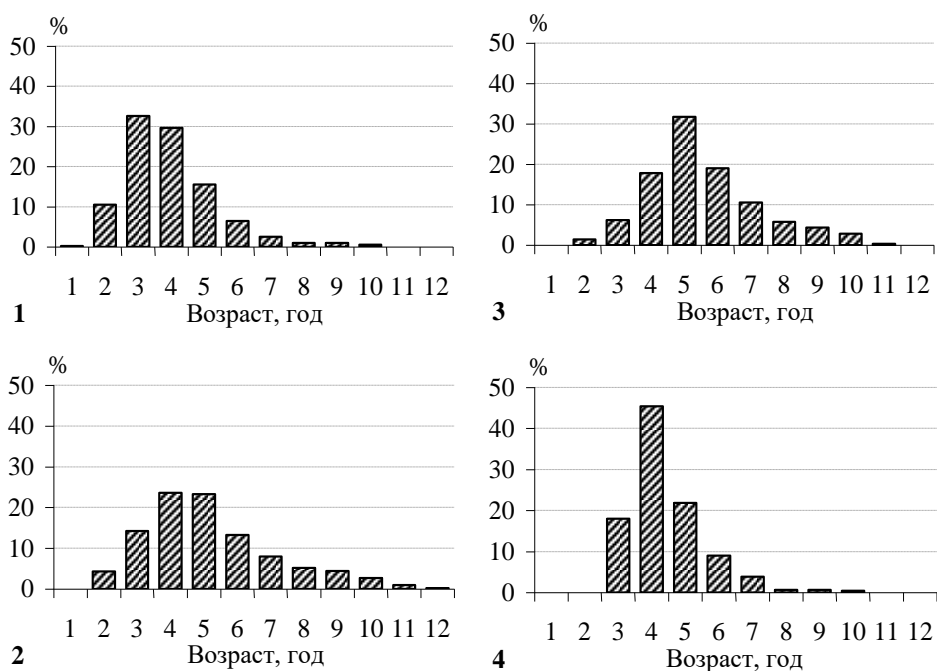


Рис. 16. Возрастной состав трески в снюрреводных и траловых уловах на шельфе южных Курильских островов в 2020 г. 1 – донная траловая съемка, октябрь; 2 – снюрреводы, январь-апрель; 3 – тралы, тихоокеанский шельф, январь-апрель; 4 – тралы, охотоморский шельф, январь-апрель

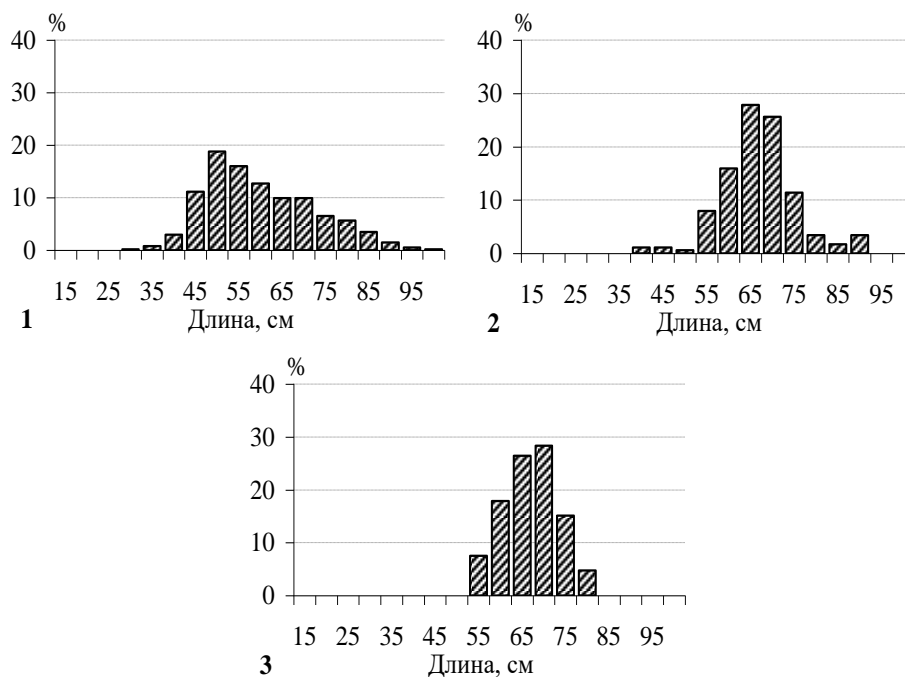


Рис. 17. Размерный состав трески в снюрреводных и траловых уловах на шельфе южных Курильских островов в 2021 г. 1 – снюрреводные, январь-апрель; 2 – снюрреводные, май-август; 3 – тралы, июль-август

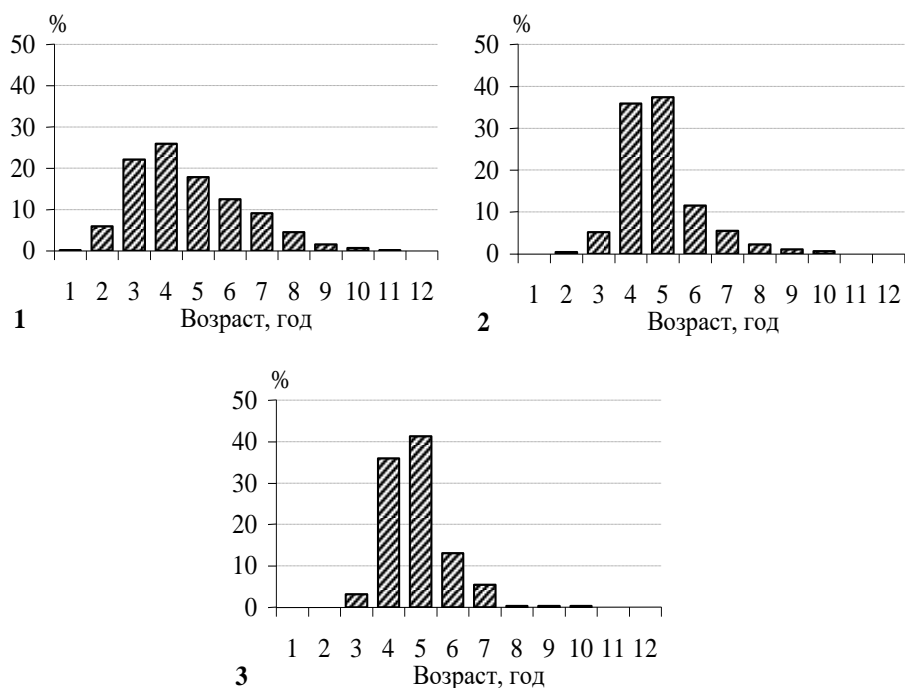


Рис. 18. Возрастной состав трески в снюрреводных и траловых уловах на шельфе южных Курильских островов в 2021 г. 1 – снюрреводные, январь-апрель; 2 – снюрреводные, май-август; 3 – тралы, июль-август.

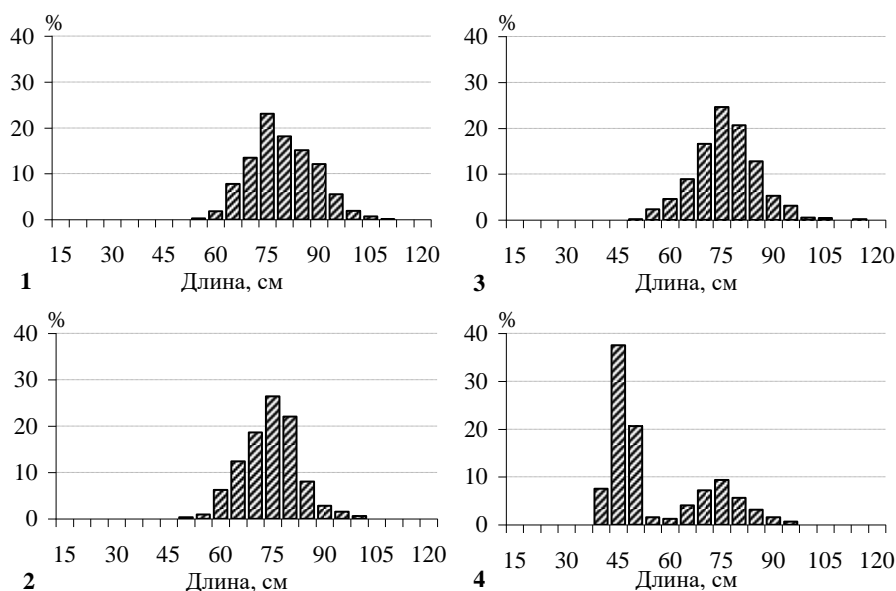


Рис. 19. Размерный состав трески в снурреводных и траловых уловах на шельфе южных Курильских островов в 2022 г. 1 – снурреводы, январь-апрель; 2 – снурреводы, май-август; 3 – тралы, январь-апрель; 4 – тралы, июль-август

При промысле донным ярусом основу уловов составляют рыбы длиной 60–80 см длиной и возрастом 4–5 лет, на долю которых приходится более 40% по численности (рис. 13). Прилов тихоокеанской трески, при летнем траловом промысле других объектов, обычно представлен особями длиной 35–50 см, на долю которых приходится более половины уловов.

Наблюдения на весеннем специализированном траловом промысле трески в 2013–2015 и в 2017 гг., показали, что, как правило, в уловах доминировали 5–6 летние рыбы, длиной 70–80 см, доля которых по численности составляла около 60-70%. Прилов молоди при этом отсутствовал (рис. 14).

С 2019 г., с организацией «ТИНРО» на о-ве Шикотан постоянного пункта научных исследований НИС «Океаническая», появилась возможность постоянного мониторинга размерно-возрастного состава трески из промысловых уловов.

В 2020 г. (рис. 15-16), при анализе размерно-возрастного состава траловых и снурреводных уловов в период с января по апрель выяснено, что промысел, в основном базировался на облове половозрелых рыб, длиной от 55 до 80 см и возрастом от 3 до 6 полных лет. Причем, если основу снурреводных уловов составляли 4-5 годовики, на долю которых приходилось около 46,8% уловов, то треска в прилове при промысле минтая была несколько крупнее, и здесь более заметен был вклад 6-7-и годовалых рыб, на участке с тихоокеанской стороны о-ва Итуруп достигавший около 29,6% от общей численности уловов.

В 2021 г. в весенний период в снурреводных уловах трески на шельфе Южных Курил доминировали 3-5-и годовики длиной 45-60 см (рис. 17-18), на долю которых приходилось около 60-65% от общей численности. Средняя длина рыб составила 57,5 см, средний возраст – 4,2 года.

Летом 2021 г. основу уловов, как при специализированном промысле трески снюрреводами, так и в прилове при добыче минтая пелагическими тралами, составляли более крупные особи генераций 2016-2017 гг. рождения, т.е. 4-5-и годовики, на долю которых приходилось более 73% от общей численности. Средняя длина и возраст трески в уловах этими двумя орудиями была сопоставима и составила 64,5 см и 4,4 года, соответственно.

Как и ожидалось, в 2022 г. в снюрреводных и траловых (зимних) уловах доминировали особи 2015-2017 гг. рождения (5-7 годовики). Причем, в период с января по март основу траловых и снюрреводных уловов составляли 6-и и 7-и годовики (рис. 19, 20), на долю которых приходилось около половины от общей численности уловов – 48,3 и 49,9%, соответственно.

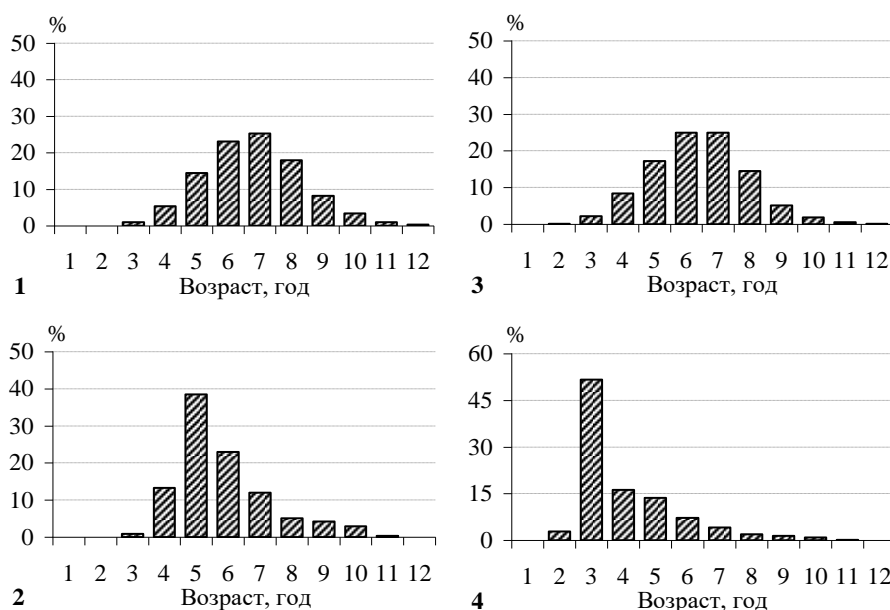


Рис. 20. Возрастной состав трески в снюрреводных и траловых уловах на шельфе южных Курильских островов в 2022 г. 1 – снюрреводы, январь-апрель; 2 – снюрреводы, май-август; 3 – тралы, январь-апрель; 4 – тралы, июль-август

В летний же период в снюрреводных уловах доминировали 5-и и 6-годовики на долю которых приходилось около 61,4%, и лишь в прилове трески пелагическими тралами при промысле минтая основной возрастной группой были 3-х годовики, поколения 2019 г. рождения, вклад которых составлял 51,6%.

В 2023 г. основу снюрреводных уловов в период с января по апрель составляли 6-8-и годовалые рыбы, поколений 2015-2017 гг. рождения, длиной 75-85 см, на долю которых приходилось около 50,5% по численности (рис. 21, 22). В траловых уловах в эти же месяцы доминировали 6-7-и годовики, длиной 70-80 см, чей суммарный вклад оценивался на уровне 69,7%.

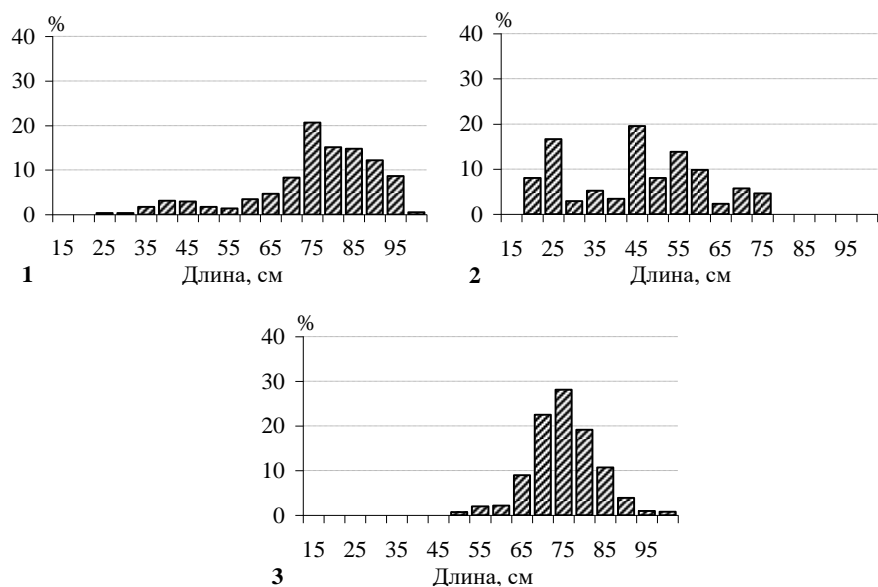


Рис. 21. Размерный состав трески в снурреводных и траловых уловах на шельфе южных Курильских островов в 2023 г. 1 – снурреводные, январь-апрель; 2 – май-июнь; 3 – тралы, январь-апрель

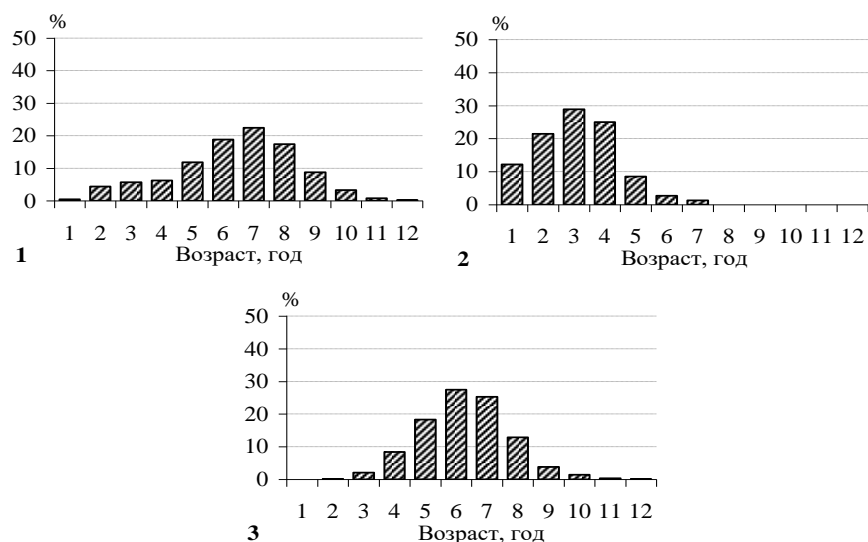


Рис. 22. Возрастной состав трески в снурреводных и траловых уловах на шельфе южных Курильских островов в 2023 г. 1 – снурреводные, январь-апрель; 2 – май-июнь; 3 – тралы, январь-апрель

В относительно непродолжительный период наблюдений за снурреводным составом уловов трески, в мае-июне 2023 г., отмечалось значительное количество молоди длиной до 40 см, на долю которых приходилось около одной трети по численности.

Эти особи могут быть ассоциированы с генерациями 2020-2022 гг. рождения, и, возможно, факт их повышенного присутствия в промысловых уловах, пусть и в непродолжительный период, может свидетельствовать о повышенной урожайности этих поколений.

В 2024 г. основу снурреводных и траловых уловов в период с января по апрель составляли 6-8-и годовалые рыбы, поколений 2016-2018 гг.

рождения, длиной 75-85 см, на долю которых приходилось 56% и 69% по численности, соответственно (рис. 23-24). В 2025 г. не было выявлено существенных различий в размерно-возрастном составе уловов тралами и снюрреводами в весенний период и тралами – в летний, во всех случаях доминировали особи длиной 70-85 см возрастом 5-7 лет, на долю которых приходилось 60-70% уловов по численности (рис. 25-26). В летних снюрреводных уловах традиционно облавливались и более мелкие особи размером 45-55 см (39%), однако было много и крупных рыб длиной 65-75 см (35%). Доминирующими возрастными группами были 3-6 годовики (73%).

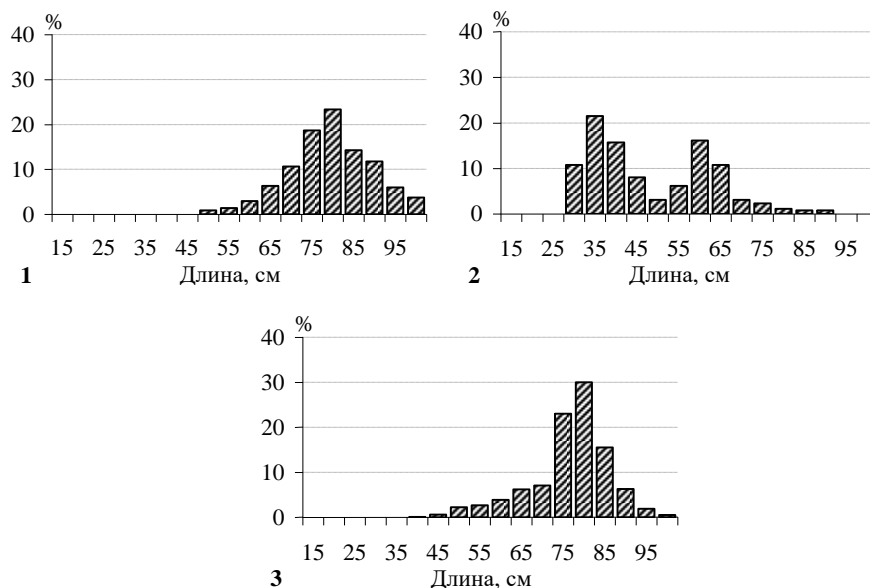


Рис. 23. Размерный состав трески в снюрреводных и траловых уловах на шельфе южных Курильских островов в 2024 г. 1 – снюрреводки, январь-апрель; 2 – июнь; 3 – тралы, январь-апрель

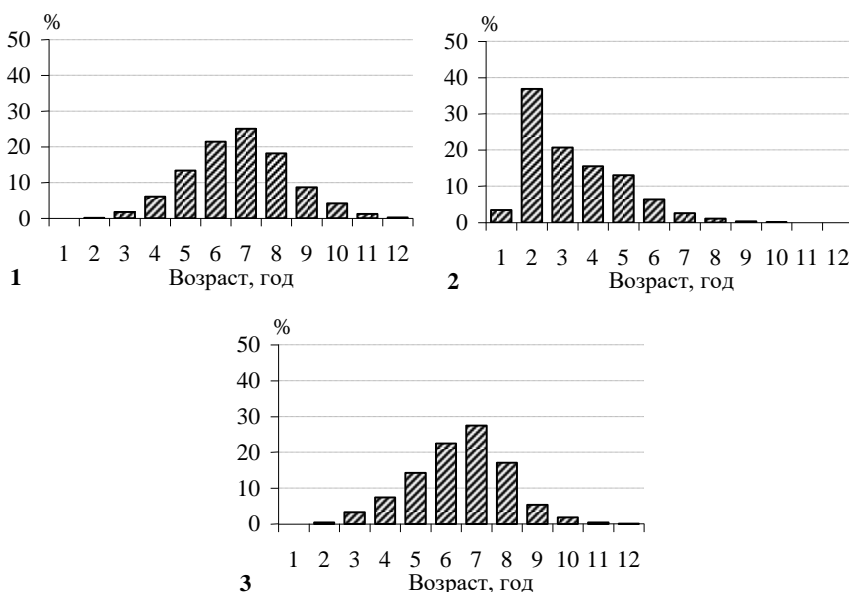


Рис. 24. Размерный состав трески в снюрреводных и траловых уловах на шельфе южных Курильских островов в 2024 г. 1 – снюрреводки, январь-апрель; 2 – июнь; 3 – тралы, январь-апрель

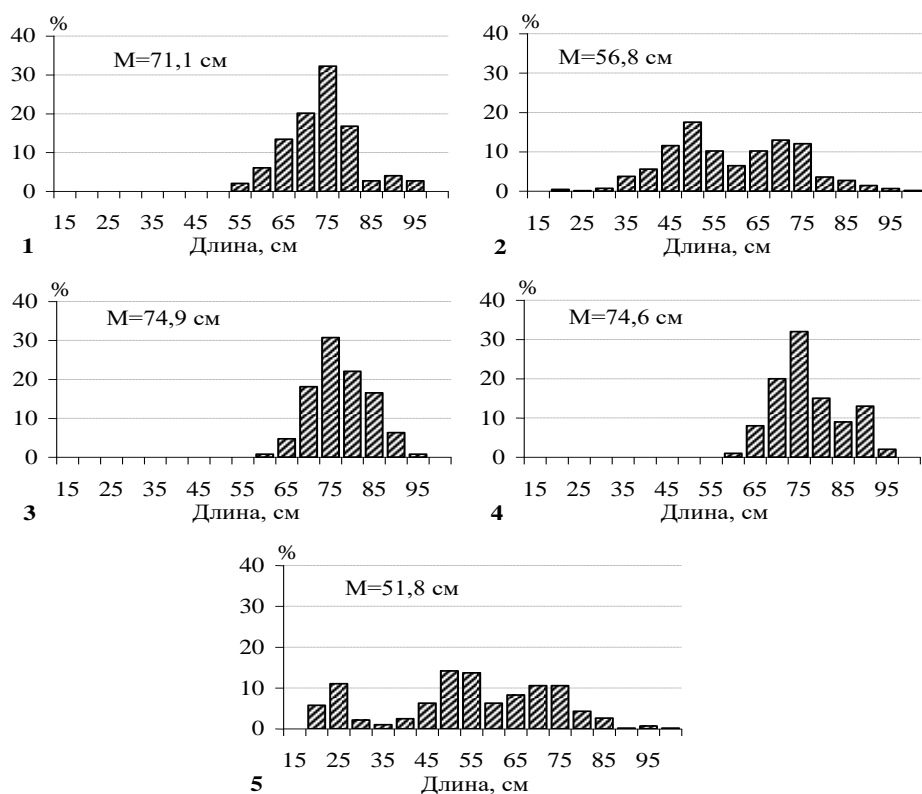


Рис. 25. Размерный состав трески в снюрреводных и траловых уловах на шельфе южных Курильских островов в 2025 г. 1 – снюрреводы, январь-апрель; 2 – май-август; 3 – тралы, январь-апрель, 4 – июль; 5 – донный трал, траловая съемка на НИС «Дмитрий Песков»

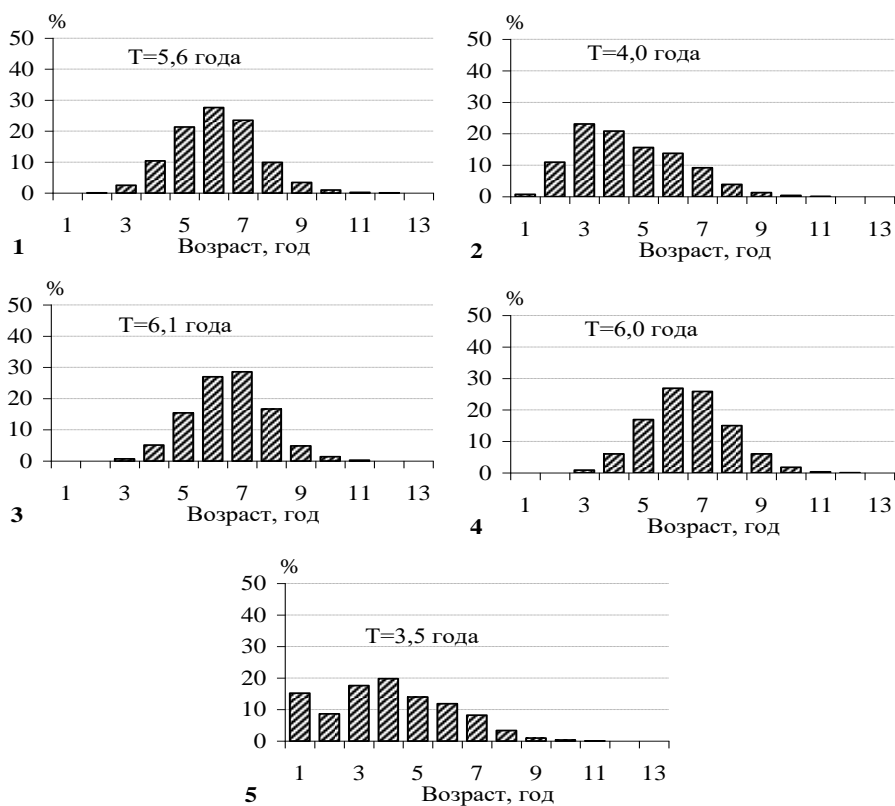


Рис. 26. Возрастной состав трески в снюрреводных и траловых уловах на шельфе южных Курильских островов в 2025 г. 1 – снюрреводы, январь-апрель; 2 – май-август; 3 – тралы, январь-апрель, 4 – июль; 5 – донный трал, траловая съемка на НИС «Дмитрий Песков»

Формирование исходной матрицы уловов трески Южных Курил по возрастам, необходимой в качестве входной информации для модельных оценок ВПА, производили с учетом различий в возрастном составе уловов для четырех, перечисленных выше, сегментов промысла, на основе вклада в годовые уловы каждого из них. Снюрреводный сегмент промысла в летний период был введен нами в расчеты, начиная с 2018 г. (рис. 27).

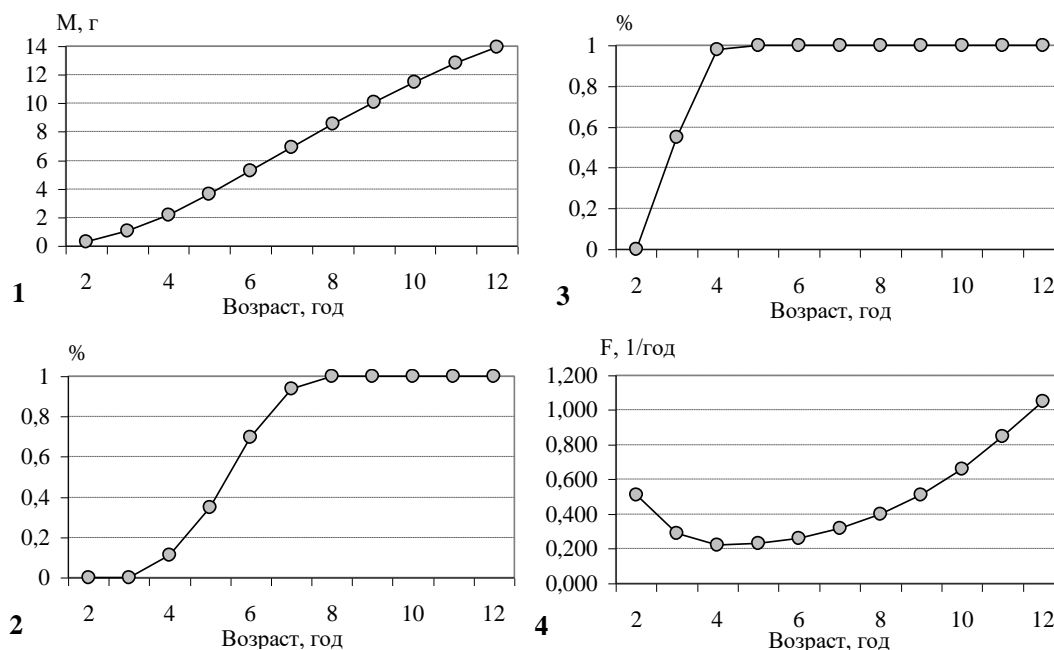


Рис. 27. Параметры, используемые при ретроспективной оценке биомассы трески южных Курильских островов по ВПА. 1 – масса рыб по возрастным группам, 2 – доля половозрелых рыб, 3 – доля рыб, достигших промыслового размера (более 45 см по АС), 4 – мгновенные коэффициенты естественной смертности

В случае отсутствия данных наблюдений по возрастному составу для какого-либо из видов промысла, их заменяли среднемноголетними значениями. В расчеты включены возрастные группы от 2 до 12 полных лет и ряд наблюдений от 1981 до 2025 г. включительно.

Кроме того, в качестве исходной информации использованы:

- среднемноголетние значения массы (рис. 27), доли половозрелых рыб и доли рыб промыслового размера по возрастам, рассчитанных по данным полных биологических анализов (ПБА);

- мгновенные коэффициенты естественной смертности по возрастным группам, по результатам возрастных определений возраста по отолитам.

Многолетняя ретроспективная динамика нерестовой (SSB) и промысловой (FSB) биомассы тихоокеанской трески Южных Курил по данным модельных расчетов представлена на рисунках 28, 29. Как можно видеть, после периода высокого уровня запасов в первой половине 1980-х гг., под влиянием естественных причин и промысла, нерестовая биомасса популяции постепенно снижалась и к 1993–1995 гг. достигла минимума, после чего до начала 2000-х находилась на низком уровне.

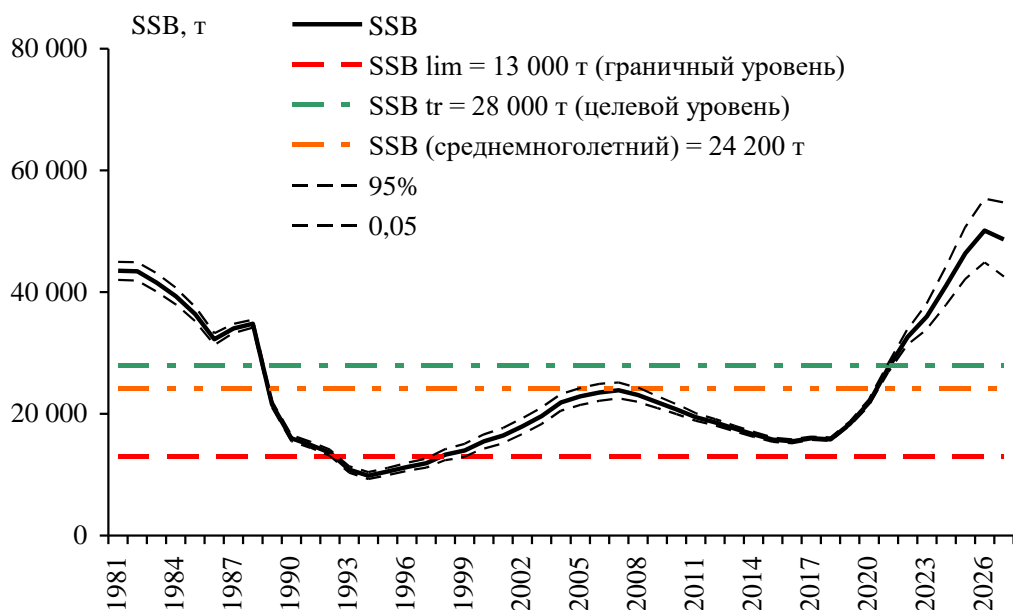


Рис. 28. Многолетняя динамика нерестовой биомассы трески южных Курильских островов по результатам ВПА. Приведены граничный и целевой ориентиры управления. На 2026-2027 гг. указаны прогнозные значения

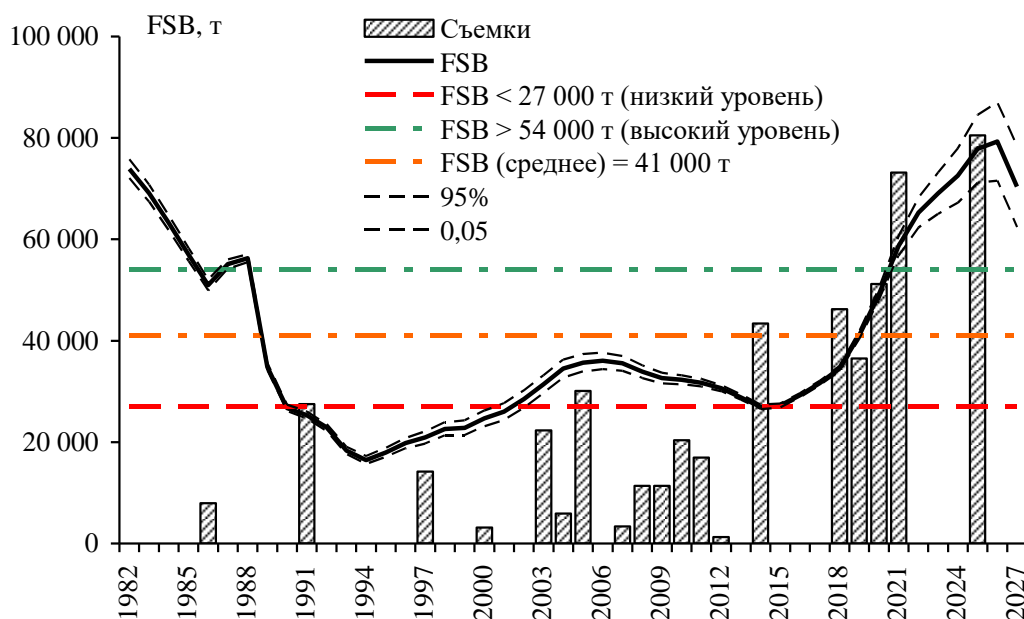


Рис. 29. Многолетняя динамика промысловой биомассы трески Южных Курил по результатам ВПА в сопоставлении с данными съемок. Оценки промысловой биомассы по данным траловых съемок приведены к расчетам ВПА на начало года, с учетом промысла и убыли от естественных причин. На 2026-2027 гг. указаны прогнозные значения

Ограничение японского промысла, направленного преимущественно на облов преднерестовых скоплений, очевидно, благотворно сказалось на запасах южнокурильской трески, и с начала 2000-х гг. наблюдается постепенный рост ее ресурсов. В 2010-2018 гг. запасы тихоокеанской трески находились выше границы между низким и средним уровнем. В связи с постепенным вступлением в промысловый запас ряда высокоурожайных

генераций, величина промысловой биомассы в 2019-2020 гг. впервые после 1980-х гг. достигла высокого уровня запаса. Как можно видеть, данные прямых наблюдений, в целом, сходным образом отражают тенденции в динамике биомассы тихоокеанской трески Южных Курил.

Как известно, периоды высокой численности тихоокеанской трески не являются продолжительными. В настоящий момент в распоряжении специалистов «ТИНРО» отсутствуют объективные данные о наличии в популяции трески Южных Курил поколений повышенной урожайности в 2023-2025 гг. Поэтому начиная с 2027 г. ожидается снижение промыслового и нерестового запаса. Однако и прогнозируемый со снижением уровень промысловой и нерестовой биомассы на ближайшие несколько лет будет высоким, что позволяет осуществлять промысел трески Южных Курил без дополнительных ограничений.

Оценки нерестовой и промысловой биомассы тихоокеанской трески Южных Курил на 2025 г., полученные по данным ВПА, и используемые в дальнейших расчетах, составили $46,4 \pm 4,3$ и $77,9 \pm 6,7$ тыс. т соответственно. Эти величины используются при дальнейшем прогнозе состояния ее запаса и корректировке оценки ОДУ на 2026 г.

Для сравнения, приведены примеры ретроспективной оценки нерестовой биомассы трески Южных Курил выполненных в 2023 г. с использованием двух разных моделей: ВПА и «Синтез», при одинаковой входной информации (рис. 30).

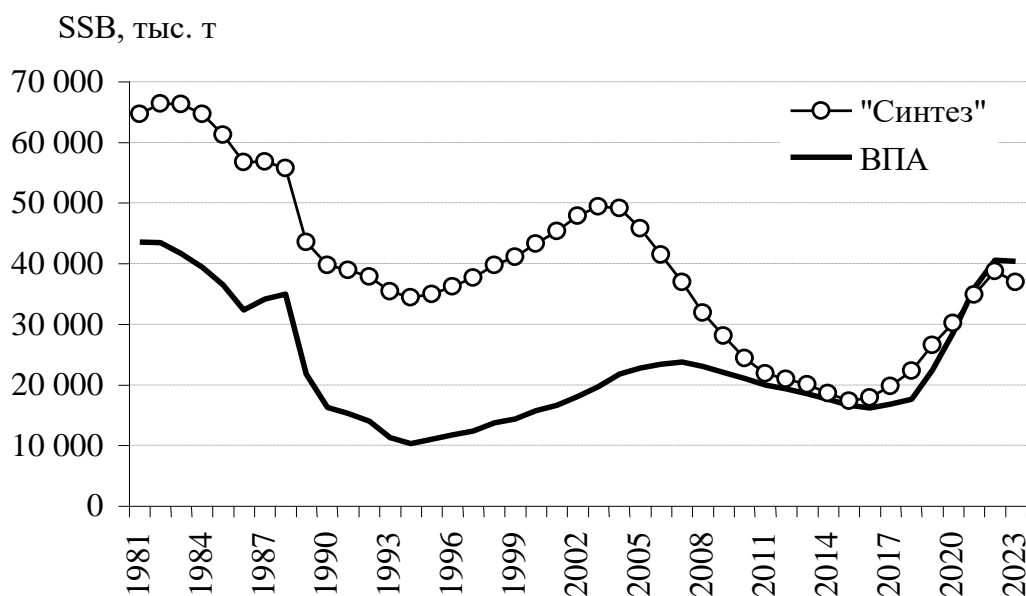


Рис. 30. Пример ретроспективной оценки нерестовой биомассы трески Южных Курил в 2023 г. с использованием моделей ВПА и «Синтез», при идентичной входной информации

Как можно видеть, при соответствующей настройке параметров селективности в рамках модели «Синтез», оба метода на двадцатилетнем периоде близком к терминальному году дают сходные оценки нерестовой биомассы, да и в целом, сопоставимым образом характеризуют черты

динамики запасов в многолетнем аспекте. Однако, в качестве базового метода расчетов, в рамках настоящего обоснования, сохранен ВПА.

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 тихоокеанской трески, у которой урожайность смежных поколений, при сходных величинах нерестового запаса, может отличаться несколько порядков, данный метод малоэффективен.

Поэтому для оценки возможного пополнения была построена марковская матрица вероятности [Хилборн, Уолтерс, 2001], для чего результаты расчетов ВПА в парах «нерестовый запас-пополнение R2» были разбиты на интервалы с высоким, средним и низким уровнем и подсчитаны доли по времени нахождения нерестового запаса и продуцируемого пополнения в каждом из интервалов. Всего проанализировано 35 пар «SSB-R2» (период с 1981 по 2015 гг.).

В результате была рассчитана вероятность появления поколения трески определенной урожайности при том, или ином, уровне нерестового запаса, результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

Таблица вероятности для пополнения (R2) трески Южных Курил

Биомасса нерестового запаса SSB, тыс. т	Численность пополнения (R2), млн рыб		
	Низкий уровень $R2 \leq 4,4$	Средний уровень $4,4 < R2 \leq 8,8$	Высокий уровень $8,8 < R2$
Низкий уровень SSB $\leq 16,7$	<u>55,6% (n=5)</u> 4,2±0,2 млн рыб	<u>44,4% (n=4)</u> 5,3±0,6 млн рыб	–
Средний уровень $16,7 < SSB \leq 33,4$	<u>15,8% (n=3)</u> 4,3±0,3 млн рыб	<u>73,7% (n=14)</u> 7,0±0,6 млн рыб	<u>10,5% (n=2)</u> 10,2±2,4 млн рыб
Высокий уровень $33,4 < SSB$	–	<u>37,5% (n=3)</u> 5,9±1,1 млн рыб	<u>62,5% (n=5)</u> 11,5±0,6 млн рыб

Примечание: В таблице указаны: над чертой – вероятность появления поколения с данным уровнем численности; в скобках – число результатов пересечения «SSB – R2», для данного интервала; под чертой – средняя численность пополнения с учетом 95%-ого доверительного интервала

Если принять во внимание, что, по результатам оценок ВПА величина нерестового запаса трески Южных Курил оценивалась на высоком уровне, то, с вероятностью 63%, можно ожидать, что величина пополнения в возрасте R2 в 2027 составит 11,5 млн экз. Численность пополнения в возрасте R2 в 2026 г. (поколение 2024 г.) определена по результатам донной траловой съёмки с учетом естественной смертности на уровне 4,29 млн экз., что ниже среднемноголетнего уровня. Эти величины и заложены в прогноз.

Расчет промыслового изъятия в 2025 г. по возрастным группам проводили с учетом средних коэффициентов возрастной селективности, рассчитанных по результатам ретроспективных оценок ВПА. Окончательная оценка численности и биомассы тихоокеанской трески на 2026-2027 гг. выполнена с помощью обращенной вперед когортной процедуры, с учетом предположений, описанных выше, и коэффициентов естественной смертности, представленных на рисунке 27.

Как можно видеть (табл. 4, рис. 28), ожидается, что к 2027 г. промысловая и нерестовая биомасса составят около $72,1 \pm 8,0$ тыс. т, нерестовая – $48,7 \pm 6,1$ тыс. т, что соответствует области максимально интенсивной эксплуатации. Это выше и среднемноголетнего уровня и целевого ориентира управления (рис. 28, 29) и позволяет осуществлять промысел без дополнительных ограничений.

Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла

Оценка ОДУ тихоокеанской трески Южных Курил выполнена в рамках «предосторожного подхода» к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], который предполагает дифференцированный выбор уровня эксплуатации в зависимости от текущего состояния популяции.

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. Ниже обосновывается выбор основных ориентиров управления промыслом тихоокеанской трески Южных Курил.

В качестве граничного ориентира по нерестовой биомассе SSB_{lim} целесообразно принять ее минимальное значение на всем историческом периоде наблюдений, с учетом верхней границы 95%-доверительного интервала эта величина составляет 13,0 тыс. т. При снижении биомассы производителей ниже этого уровня, рекомендуется ограничить промысел до минимума. Поскольку, даже в такие периоды, необходимо резервировать некоторую часть ресурсов для сбора научной и промысловой биостатистики, оценили допустимый уровень изъятия в этом случае в 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, взят параметр $F_{msy}=0,57$, определенный по кривой улова на рекрута (рис. 31), или в терминах коэффициента эксплуатации $U=43\%$. Данный подход допустим [Бабаян, 2000].

Таблица 4

Прогноз численности и промысловой биомассы трески Южно-Курильской зоны в 2026 г.

	Возраст на начало года											Вылов, т
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Численность на 01.01.2025, ВПА, тыс. экз.	9112	8728	5746	3425	2972	2246	1070	391	140	35	5,5	8379
Мгновенный коэффициент естественной смертности М, 1/год	0,510	0,290	0,220	0,230	0,260	0,320	0,400	0,510	0,660	0,850	1,050	
Мгновенный коэффициент промысловой смертности F, 1/год	0,0267	0,072	0,131	0,196	0,151	0,120	0,099	0,157	0,210	0,111	0,110	
Годовой коэффициент выживания с учетом промысла	0,585	0,697	0,704	0,653	0,663	0,644	0,607	0,513	0,419	0,383	0,313	
Суммарно:												
Численность на 01.01.2026, ВПА, тыс. экз.	4290	5328	6080	4044	2236	1971	1446	649	201	58	13	26316
Средняя масса, кг	0,303	1,041	2,192	3,637	5,245	6,906	8,537	10,083	11,509	12,800	13,951	
Доля промысловых рыб, %	0,131	0,716	0,971	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Промысловая биомасса, т	170	3 969	12939	14709	11730	13615	12345	6545	2311	749	186	79268
Доля половозрелых рыб, %	0,000	0,001	0,113	0,350	0,696	0,938	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Нерестовая биомасса, т	0	6	1512	5146	8163	12764	12345	6545	2311	749	186	49727

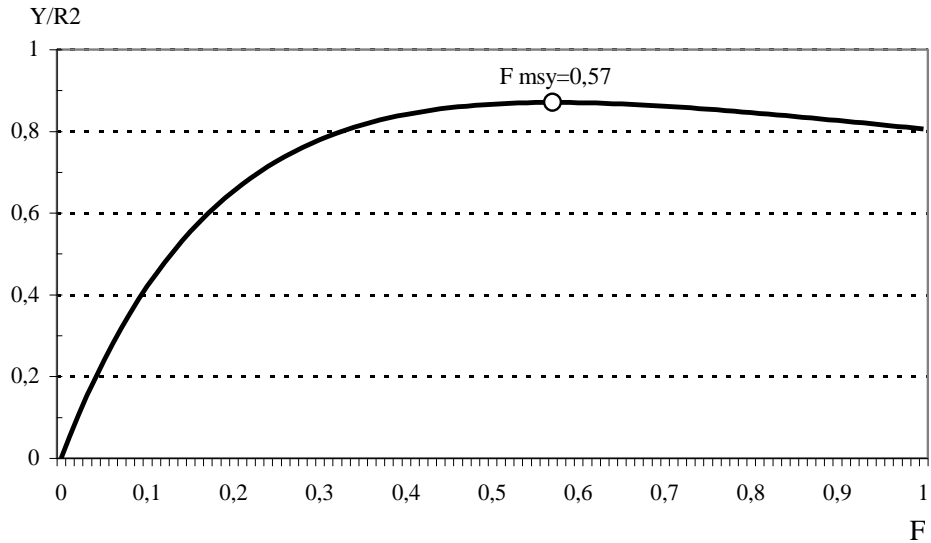


Рис. 31. Зависимость улова на рекрута $Y/R2$ для трески Южно-Курильской зоны от промысловой смертности F , кг/экз.

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. Не останавливаясь подробно на методике определения, напомним, что этот параметр оценивается по углу наклона прямой линии разделяющих облако точек «запас–пополнение» пополам и равновесным зависимостям SSB/R (рис. 32) от промысловой смертности F [Бабаян, 2000].

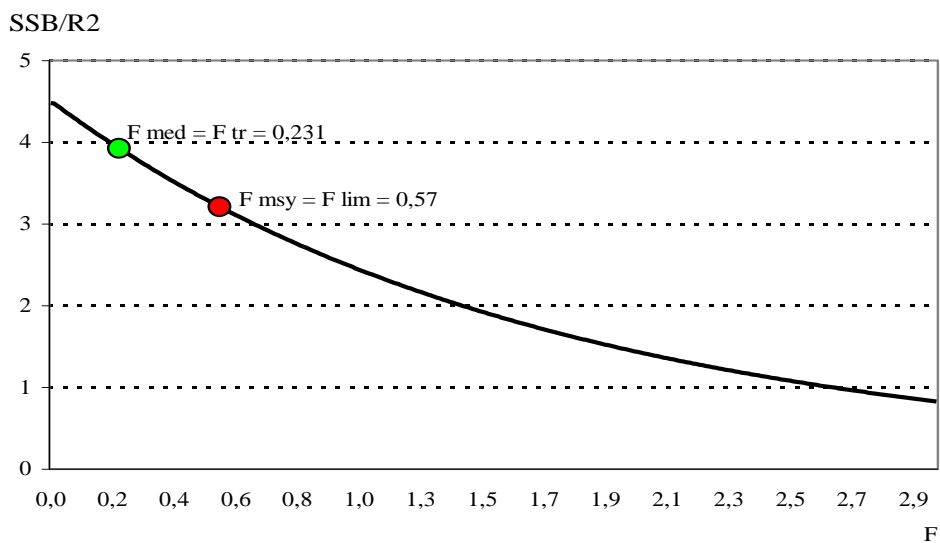


Рис. 32. Зависимость нерестовой биомассы на рекрута $SSB/R2$ для трески Южно-Курильской зоны от промысловой смертности F , кг/экз.

Согласно нашим расчетам величина F_{med} для тихоокеанской трески Южных Курил составляет 0,231 1/год. Или, в терминах коэффициента эксплуатации, $U_{tr}=20,6 \approx 21\%$. Тогда величина, резервируемая для НИР при снижении нерестовой биомассы ниже граничного ориентира составляет $U_0=0,1*21\% \approx 2\%$.

Целевой ориентир по нерестовой биомассе SSB_{tr} , при превышении которого возможно максимальное изъятие, определим, как произведение значения $SSB/R=3,925$, соответствующего целевому ориентиру по промысловой смертности F_{med} , на среднюю величину пополнения в возрасте 2 года $(R_2) = 7,1$ 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, $SSB_{tr} = 3,925*7,1 \approx 28,0$ тыс. т.

Уровень изъятия тихоокеанской трески на шельфе Южных Курил 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 33.

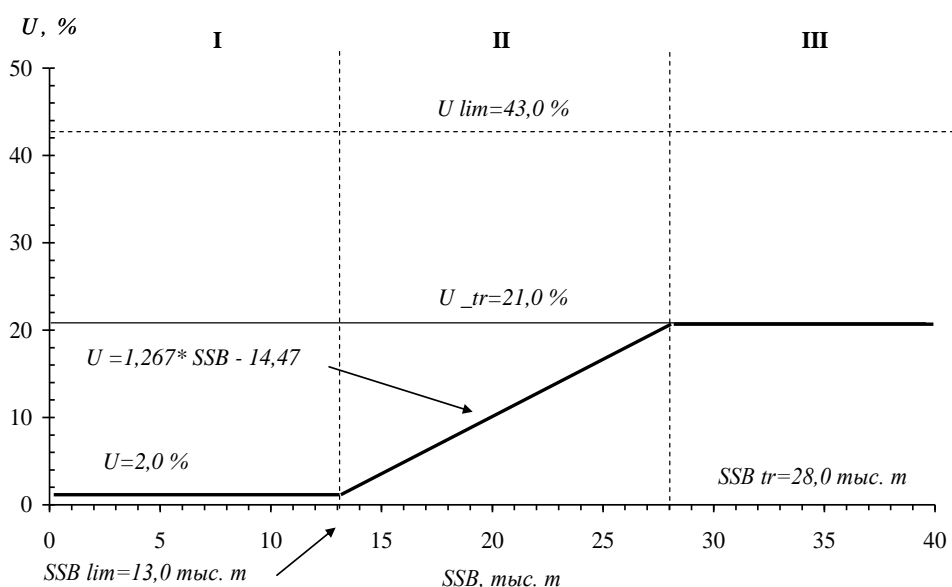


Рис. 33. Схема регулирования промысла тихоокеанской трески Южных Курил. **I** – зона «переловленного» запаса, максимальное ограничение промысла, **II** – зона восстановления запаса, **III** – зона максимальной интенсивности промысла

В аналитической форме правило регулирования промысла (ПРП) трески Южно-Курильской зоны имеет вид:

$$\left. \begin{aligned} u &= 2,0\%, \text{ при } SSB \leq 130 \text{ тыс. т} \\ u &= 1,267 \cdot SSB - 14,47, \text{ при } 130 \text{ тыс. т} < SSB \leq 280 \text{ тыс. т} \\ u &= 21,0\% \text{ при } SSB > 280 \text{ тыс. т} \end{aligned} \right\}$$

где SSB – нерестовая биомасса, u – коэффициент эксплуатации.

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ. Анализ и диагностика полученных результатов

Согласно расчетам, прогнозируемый уровень нерестовой биомассы тихоокеанской трески Южных Курил на 2026 г. составляет 49,7 тыс. т, что соответствует области максимальной интенсивности эксплуатации. Исходя из принятого ПРП рекомендуемый уровень промышленного изъятия на 2026 г. мог бы составлять $u = 21,0\%$.

При прогнозируемой величине промышленной биомассы тихоокеанской трески Южных Курил на 2026 г. равной 72,1 тыс. т, рекомендованный объем изъятия мог бы составить $79,3 \cdot 0,21 = 16,65 \approx 16,7$ тыс. т. Однако принимая во внимание значительную неопределенность при оценке численности поколений, вступающих в промысловый запас на прогнозный период, и предполагая ближайшее снижение численности, полагаем целесообразным ограничить величину корректировки среднемноголетней величиной ОДУ за последние 5 лет, что составляет 12,4 тыс. т. Эта величина и предлагается к вылову в качестве корректировки ОДУ на 2026 г.

Тестируя выбранную стратегию 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. 34).

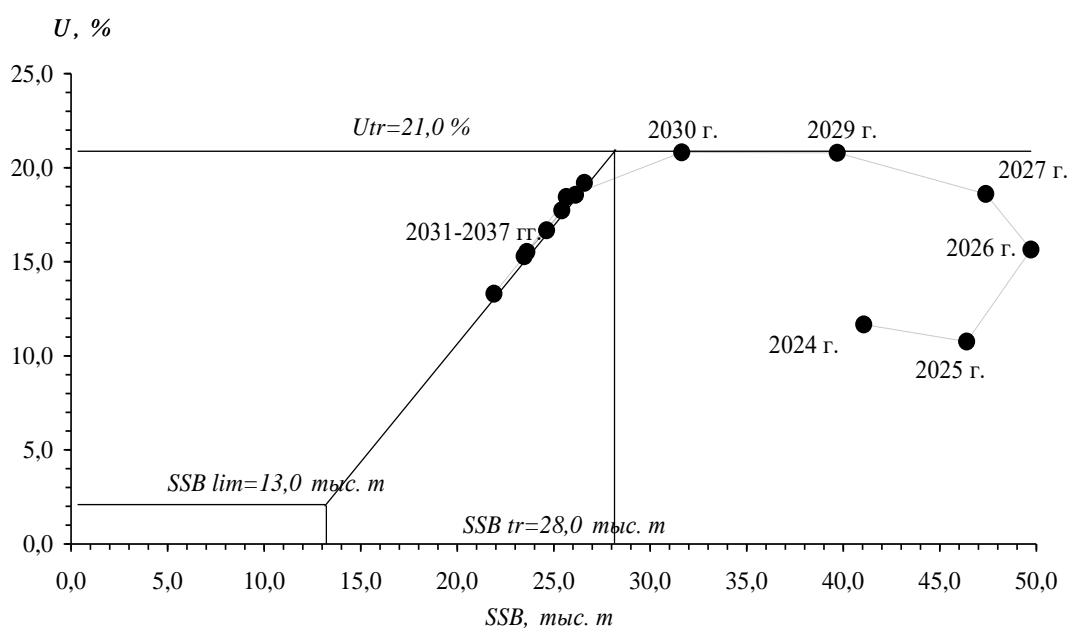


Рис. 34. Результаты тестирования выбранного ПРП трески Южных Курил на 2026–2037 гг.

Для такого вида, как тихоокеанская треска, у которого численность сильно флуктуирует, такая ситуация со стабильным пополнением маловероятна. Тем не менее, подобный анализ дает некоторое представление о том, каким образом будет складываться ситуация при отсутствии в ближайшие годы высокоурожайных поколений.

Вылов определяли исходя из сформулированного ПРП. Результаты тестирования представлены на рисунке 34. Как можно видеть, даже при отсутствии в запасе трески Южных Курил в ближайшее десятилетие генераций повышенной численности, текущий уровень запаса позволит до 2030 г. эксплуатировать его с максимальной интенсивностью. После 2030 г. использование предлагаемого ПРП 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, был проведен анализ рисков снижения нерестовой биомассы тихоокеанской трески Южных Курил ниже граничного ориентира (рис. 31, 32) и превышения параметром F граничного ориентира F_{lim} , что иногда ассоциируется с переломом по росту [Бабаян, 2000].

Для решения этой задачи использовалось программное обеспечение «ТАС», которое на основе расчетов когортными методами, при сепарабельном представлении промысловой смертности, позволяет получить оценки вероятности «выхода» параметров смертности и нерестовой биомассы за пределы граничных ориентиров управления промыслом. Для нахождения статистических характеристик оцениваемых параметров в ПО используется метод Монте-Карло.

Вероятность превышения параметром F граничного ориентира F_{lim} (1) и снижения нерестовой биомассы ниже граничного ориентира SSB_{lim} (2) на 2026 г. с учетом корректировки и прогнозный 2027 г. не превышает рекомендованного уровня $\alpha=0,1$ [Бабаян, 2000]. Также были оценены риски снижения нерестовой биомассы ниже граничного ориентира на ближайшее десятилетие, при различных уровнях годовой промысловой смертности (рис. 35).

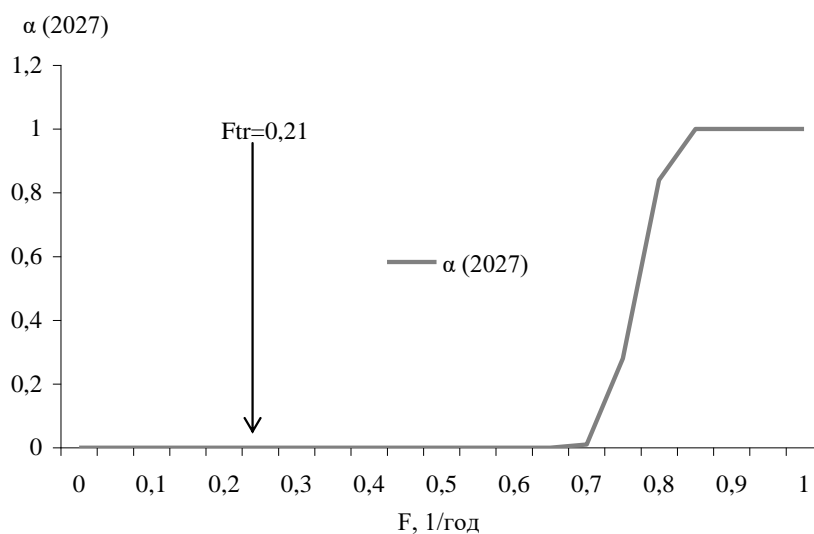


Рис. 35. Вероятность снижения нерестовой биомассы трески южных Курильских островов ниже граничного ориентира $SSB_{lim} = 13,0$ тыс. т на ближайшее десятилетие при различных уровнях годовой промысловой смертности F

Как можно видеть в среднесрочной перспективе риск снижения нерестовой биомассы ниже граничного ориентира также минимален, и, при изъятии на рекомендованном уровне, не превышает допустимого уровня ($\alpha=0,1$).

На рисунке 36 представлены результаты имитационного моделирования динамики нерестового запаса трески Южных Курил. При расчетах оценка пополнения выполнялась на основе данных представленных в таблице 3, а вылова – исходя из предложенного ПРП.

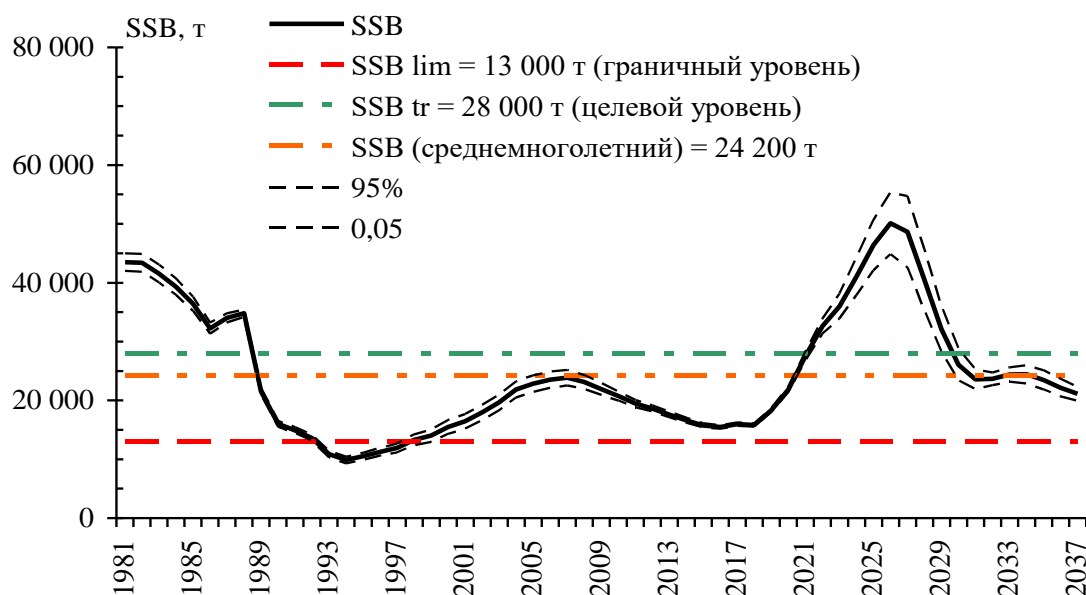


Рис.36. Результаты имитационного моделирования динамики нерестового запаса трески Южно-Курильской зоны на 2026-2037 гг.

Как можно видеть, соблюдение основных принципов принятой стратегии управления промыслом, даже с учетом тенденций к снижению численности, в ближайшее десятилетие должно удерживать запас в области между целевым и граничным ориентиром по нерестовой биомассе.

Таким образом, **ОДУ трески в Южно-Курильской зоне на 2026 г. увеличится на 1,000 тыс. т и составит 12,400 тыс. т (с 11,400 до 12,400 тыс. т).**

ТЕРПУГИ (виды рода *Pleurogrammus*)

Северный одноперый терпуг (*Pleurogrammus monopterygius*)

61.03 - Зона Северо-Курильская

Исполнители: В.В. Кулик («ТИНРО»)

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

Анализ доступного информационного обеспечения

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 островов 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 молодежи 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, облавливающийся 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 молодежи многочисленных поколений от его нереста у Командорских и Алеутских островов.

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. 1). Затем, вплоть до начала 1990-х гг., их величина в первом не превышала 0,2 тыс. т, а во втором — 2,4 тыс. т.

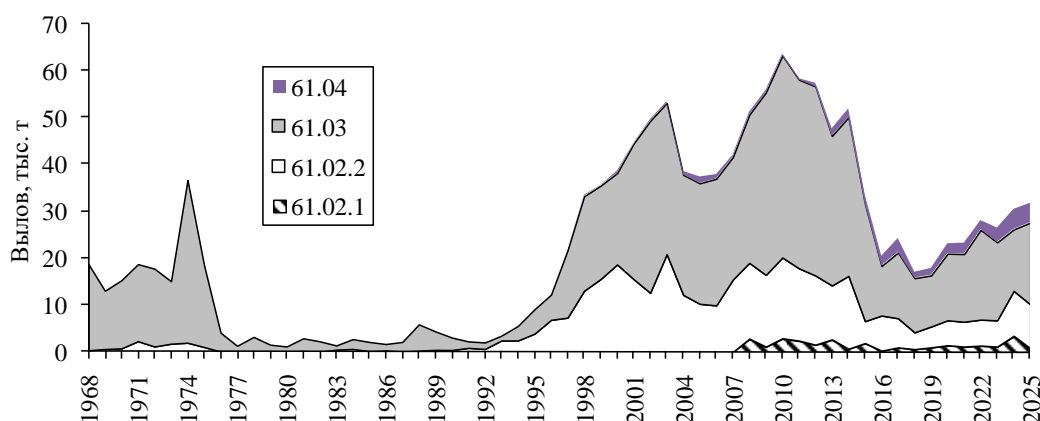


Рис. 1. Многолетняя динамика годовых уловов северного одноперого терпуга курило-камчатской популяции в водах тихоокеанского побережья Камчатки и Курильских островов

Современный этап развития промысла терпуга в тихоокеанских водах Камчатки и северных Курильских островов 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. 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 (рис. 1). 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.

Межгодовая динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ терпуга курило-камчатской популяции в последнее десятилетие представлена в таблице 1. В 2025 г., главным образом, из-за невысокого освоения ОДУ в Северо-Курильской зоне (66,4%), суммарное освоение ОДУ для всей популяции составило всего 64,0%.

Таблица 1

Межгодовая динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ северного одноперого терпуга курило-камчатской популяции

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение, %
Карагинская подзона*			
2016	3,000	0,270 (0,264)	9,0
2017	3,000	0,969 (0,865)	32,3
2018	0,600	0,596 (0,592)	99,3
2019	1,000	0,977 (0,944)	97,7
2020	1,500	1,434 (1,408)	95,6
2021	1,200	1,156 (1,059)	96,3
2022	1,390	1,355 (1,336)	97,5
2023	1,180	1,147 (1,023)	97,2
2024	4,760	3,455 (3,234)	72,6
2025	4,850	0,813 (0,611)	16,8
Петропавловско-Командорская подзона			
2016	17,050	7,932	46,5
2017	11,400	6,896	60,5
2018	4,200	3,817	90,9
2019	5,100	4,877	95,6
2020	6,400	6,102	95,3
2021	6,200	5,785	93,3
2022	6,400	5,993	93,6
2023	6,500	5,875	90,4
2024	11,700	9,673	82,7
2025	11,930	9,345	78,3
Северо-Курильская зона			
2016	37,750	10,591	28,1
2017	25,300	15,098	59,7
2018	14,500	12,231	84,4
2019	12,800	11,609	90,7
2020	15,400	14,379	93,4
2021	15,400	14,783	96,0

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение, %
2022	21,600	19,210	88,9
2023	16,700	16,305	97,6
2024	25,600	13,110	51,2
2025	26,230	17,409	66,4
Южно-Курильская зона**			
2016	4,000	2,486 (2,047)	62,2
2017	4,000	3,155 (2,950)	78,9
2018	1,000	1,275 (1,218)	127,5
2019	1,800	1,519(1,442)	84,4
2020	1,900	2,358 (2,102)	124,1
2021	2,200	2,648 (2,407)	120,4
2022	2,000	2,218 (2,040)	110,9
2023	1,800	3,243 (3,045)	180,2
2024	6,900	4,271 (4,127)	61,9
2025	6,570	4,140 (4,126)	63,0
Все районы***			
2016	61,800	21,279 (20,834)	34,4
2017	43,700	26,118 (25,809)	59,8
2018	20,300	17,919 (17,858)	88,3
2019	20,700	18,982 (18,872)	91,7
2020	25,200	24,273 (23,991)	96,3
2021	25,000	24,372 (24,034)	97,5
2022	31,390	28,776 (28,579)	91,7
2023	26,180	26,57 (26,248)	101,5
2024	48,960	30,509 (30,144)	62,3
2025	49,580	31,707 (31,491)	64,0

* — в скобках вылов терпуга курило-камчатской популяции на акватории Карагинской подзоны к западу от 168⁰ в.д.; ** — в скобках вылов терпуга курило-камчатской популяции на акватории Южно-Курильской зоны к востоку от 149⁰33 в.д.; *** — в скобках вылов терпуга всей курило-камчатской популяции

В 2025 г. в Северо-Курильской зоне основной промысел терпуга был приурочен к апрелю-маю и сентябрю (рис. 2). Пик наблюдался в апреле.

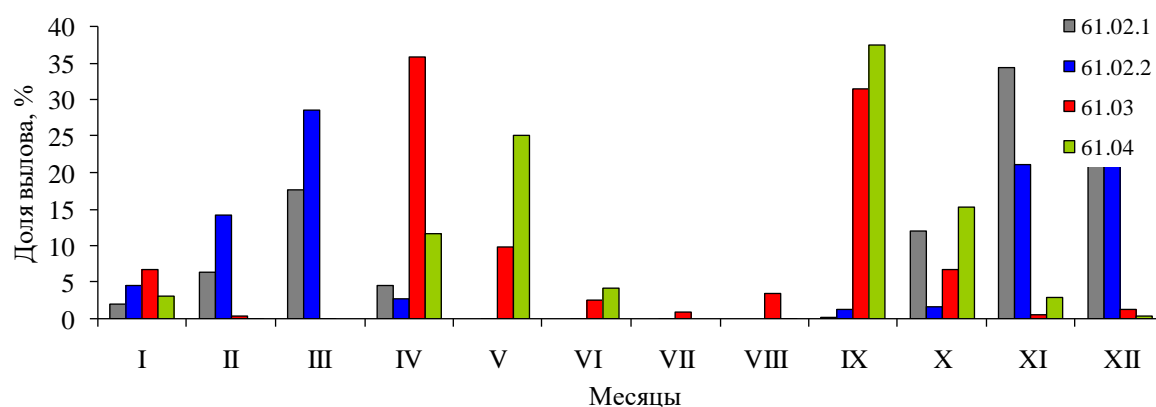


Рис. 2. Сезонная динамика вылова северного одноперого терпуга у побережья Камчатки и Курильских островов в 2025 г.

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. 3).

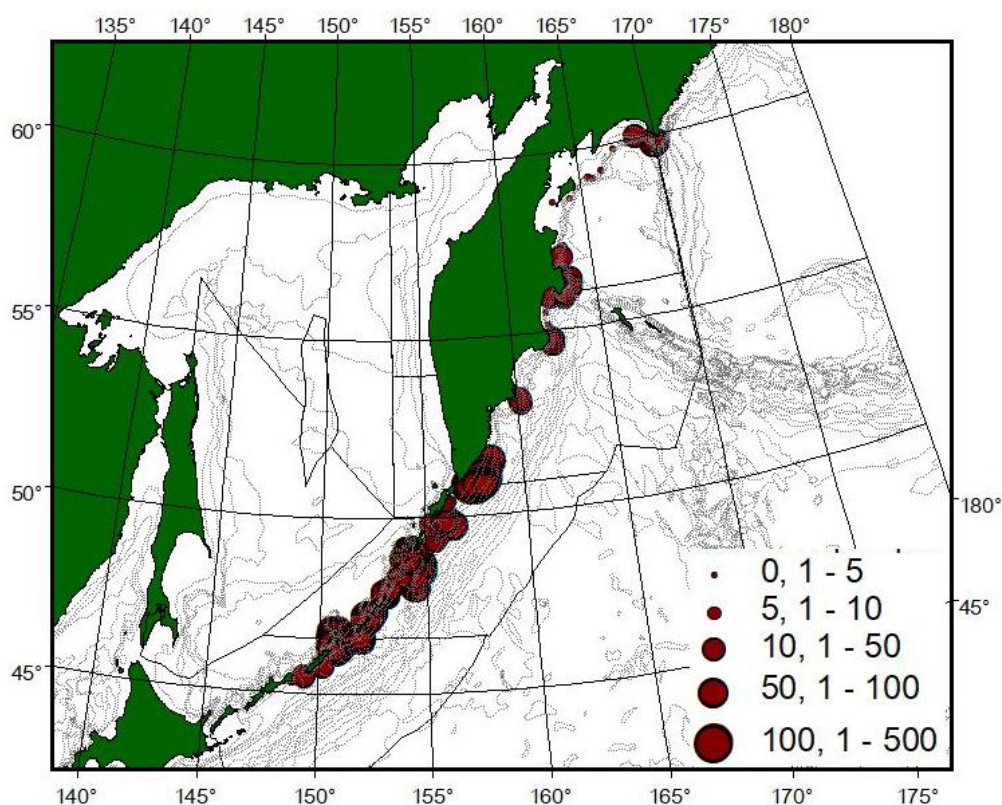


Рис. 3. Пространственное распределение промысловых уловов за промысловую операцию северного одноперого терпуга в 2025 г., т

В 2025 г. во всех рыбопромысловых районах, в т.ч. и в Северо-Курильской зоне, доминировал траловый промысел, преимущественно донный (табл. 2). 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. 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. В 2020–2024 гг. средний улов на судосутки 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 (табл. 3).

Таблица 2

Доли вылова терпуга по рыбопромысловым районам и орудиям лова в 2025 г.

Район	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
Северо-Курильская зона	98,8	0,5	0,6	0,2	43,4
Южно-Курильская зона	98,1	0,6	1,2	0,1	14,1

Таблица 3

Межгодовая динамика основных промысловых показателей судов СРТМ несер. при ведении специализированного лова терпуга донным тралом в Северо-Курильской зоне

Год	Вылов, т	Кол-во судосудок	Кол-во тралений	Ср. улов, т/судосутки	Ср. улов, т/траление
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
2025	10217	431	805	23,7	12,7

В то же время количество тралений в 2024 г. по сравнению с 2020 г. возросло в 1,9 раза. В 2025 г. количество промысловых операций еще более увеличилось, при этом уловы на единицу усилия, напротив, снизились. Можно заключить, что больший вылов в 2024–2025 гг. по сравнению с 2023 г. обеспечен, главным образом, большим количеством промысловых усилий, а не величиной улова на усилие. Это косвенно свидетельствует о снижении запасов терпуга. В связи с этим, как и в прошлые годы, запасы терпуга оценены для всей курило-камчатской популяции, а общий допустимый улов, 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.

В основу материалов, обосновывающих корректировку ОДУ терпугов в Северо-Курильской зоне в 2026 г., положены сведения о вылове по данным судовых суточных донесений (ССД) из отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (ОСМ) за 2025 г.

Информацию об общем вылове терпуга в 2012–2025 гг., полученную 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.

В 2025 г. сведения о размерно-возрастной структуре уловов терпуга курило-камчатской популяции собрать не удалось. Учитывая вышеизложенное, от использования когортных методов при подготовке корректировки отказались.

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. Такие данные в нашем распоряжении есть с 2003 г.

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

Обоснование выбора методов оценки запаса

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

При подготовке материалов, обосновывающих корректировку ОДУ терпуга на 2024 г., а также материалов ОДУ на 2025–2026 гг. была использована продукционная модель Шефера [Schaefer, 1954] в пространстве состояний с фильтром Калмана (МШФК).

В настоящей корректировке ОДУ запас терпуга оценили с помощью аналогичной модели, тоже в логнормальном пространстве состояний, но с Байесовым подходом (BSM – Bayesian state-space Schaefer surplus production model) и с модернизацией в части продукционной функции, переходящей в «хоккейную клюшку» при перелове по пополнению ($B_{Lim} = PRI = \text{Point of Recruitment Impairment}$) [Froese et al., 2023], равном четверти приёмной ёмкости среды (K) или половине биомассы, обеспечивающей максимальный устойчивый улов (B_{MSY}) (рис. 4).

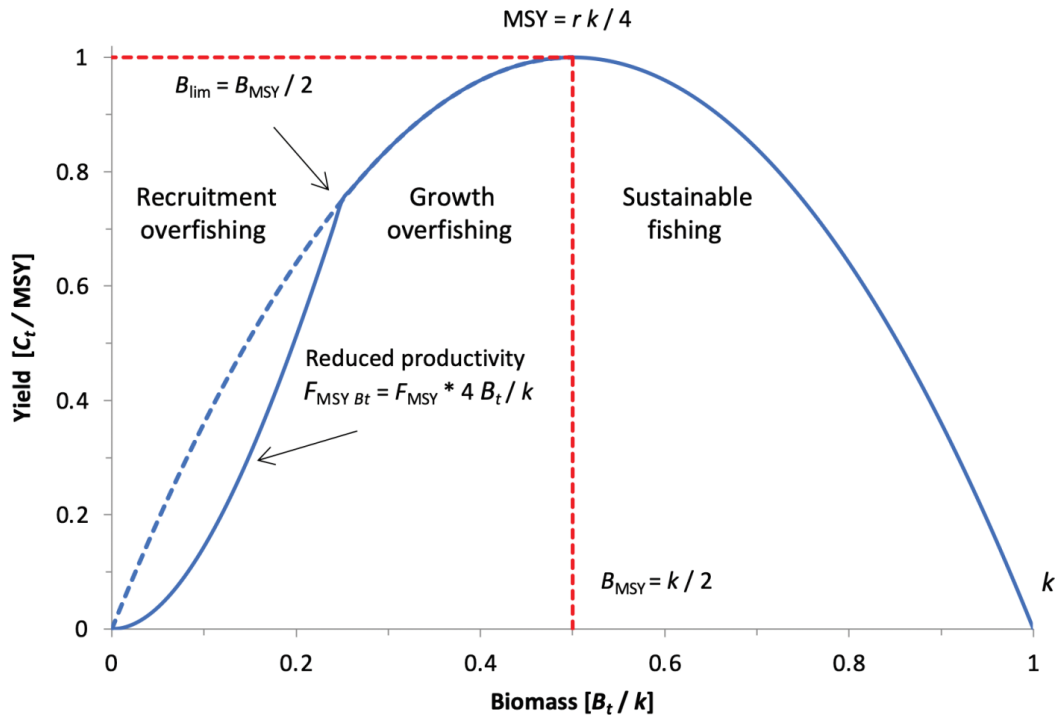


Рис. 4. Модифицированная кривая прибавочной продукции (сплошная линия) относительно классической по Шефферу (пунктир)

Современная модель BSM должна отражать предосторожный подход лучше, чем в симметричной кривой прибавочной продукции [Froese et al., 2016], которая использовалась прежде в МШФК. BSM описывается следующими формулами:

$$P_t = B_t/K, \mu_t = E(\ln(P_t)) = \sum_{i=30001}^{n=60000} \ln(P_t) / (n - 30000),$$

если $P_{t-1} > 0.25$, то

$$\mu_t = \ln(\max(P_{t-1} + rP_{t-1}(1 - P_{t-1}) - C_{t-1}/K, 0.01)),$$

а если $P_{t-1} \leq 0.25$, то

$$\mu_t = \ln(\max(P_{t-1} + 4P_{t-1}rP_{t-1}(1 - P_{t-1}) - C_{t-1}/K, 0.01))$$

$$P_t = \text{dlnorm}(\mu_t, \text{dgamma}(s, \lambda)), \tau = \sqrt{1/\text{dgamma}(s, \lambda)}$$

где P – состояние запаса с 2009 г., t – время с 2009 по 2025 гг., B – уязвимая биомасса, K – ёмкость среды, μ – математическое ожидание (E), n – общее число итераций, i – итератор в цепочке, с которого начинается оценка параметров (после отжига, занимающего 30000 итераций), в связи с тем, что здесь число цепочек равно 10 и ширина среза равна 10 число итераций для сбора статистики $n = 60000$, \max – функция выбора максимума из вектора параметров, используемая для ситуация перехода запаса в нереалистичное состояние ($\mu_t < 0.01$), r – параметр роста, C – улов, dlnorm – функция для генерации лог-нормального распределения в реальном масштабе в языке JAGS [Plummer, 2003] от параметров в логарифмическом масштабе среднего (μ_t) и точности, dgamma – функция для генерации Гамма распределения в языке JAGS с параметрами формы ($s = 4$) и скорости ($\lambda = 0.01$).

В языке программирования JAGS [Plummer, 2003] (здесь используется версия 4.3.1) функции dlnorm и dgamma при совпадающих названиях имеют

отличную параметризацию и функции плотности вероятности, например, от языка R [R Core Team, 2026], в котором опубликован подготовительный скрипт для настройки BSM [Froese et al., 2023], который исполняет настройку на самом деле в языке JAGS, но вся последующая обработка результатов из JAGS продолжается уже снова в языке R.

В BSM можно задать до трёх априорных распределений состояния запаса (в начале наблюдений, в конкретный год и в терминальный год), либо они будут автоматически подобраны по индексу запаса и уловам по опубликованному алгоритму в скрипте для R – CMSY++ [Froese et al., 2023].

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 микросъёмками 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, что относительно предыдущей оценки $K = 651,6$ тыс. т в МШФК примерно соответствует $0,61 \times K$. Прежний расчёт в МШФК допускал, что величина в 400 тыс. т имеет очень низкий коэффициент вариации (0,1). Здесь допустили, что стартовое состояние запаса тоже определяется достаточно точно, но в диапазоне от 0,5 до 0,75 (в среднем 0,625), что по алгоритму в скрипте CMSY++ переводится в следующее априорное распределение начального состояния запаса:

$$P_{t=2008} = \text{dlnorm}\left(\ln((0.5 + 0.75)/2), \left(\frac{\ln((0.5 + 0.75)/2) - \ln(0.5)}{4}\right)^{-2}\right).$$

Таким образом, оценка из научной съёмки в 2008 г. учитывается в BSM в виде начального состояния запаса, незначительно отличающегося от прежних оценок. Биомасса (B_t) в абсолютных величинах (тыс. т) вычисляется относительно K : а именно $B_t = P_t K$. Априорное распределение K в BSM сцеплено с априорным распределением r , которое задано по аналогии с найденным диапазоном от 0,0974121 до 0,4 для северного однопёрого терпуга в Беринговом море специалистами NOAA (США). Этот диапазон был опубликован в приложении к BSM. Он приводит к широкому диапазону K от 336 до 2080 тыс. т, через установленную корреляционную связь между r и K около -0,844 и ковариационную матрицу би-логнормального распределения с учётом ошибок по опубликованному алгоритму [Froese et al., 2023]. Также автоматически вычисляются ещё пара априорных распределений состояний запаса в 2018 г. P_t от 0,104 до 0,399 и в 2025 г. P_t от 0,146 до 0,4.

Тем не менее, основной источник настройки динамики состояния запаса в дополнение к уловам (с коэффициентом вариации $CV = 0,05$) – это стандартизованные уловы на единицу промыслового усилия (CPUE), сцепленные с биомассой с $CV = 0,1$ по следующей формуле:

$$U_t = dlnorm(\ln(qP_tK), 1/(1/dgamma(2,0.01) + 0.1^2)),$$

где U_t – CPUE в год t , q — оцениваемый коэффициент пропорциональности.

Итак, в качестве входной информации использовали:

— вылов по годам промысла (2007–2025 гг.);

— CPUE (2008–2025 гг.).

Стандартизация CPUE (т/судосутки) проведена в модели GLM относительно судов типа СРТМ, ведущих промысел донным тралом в мае в Северо-Курильской зоне (рис. 5).

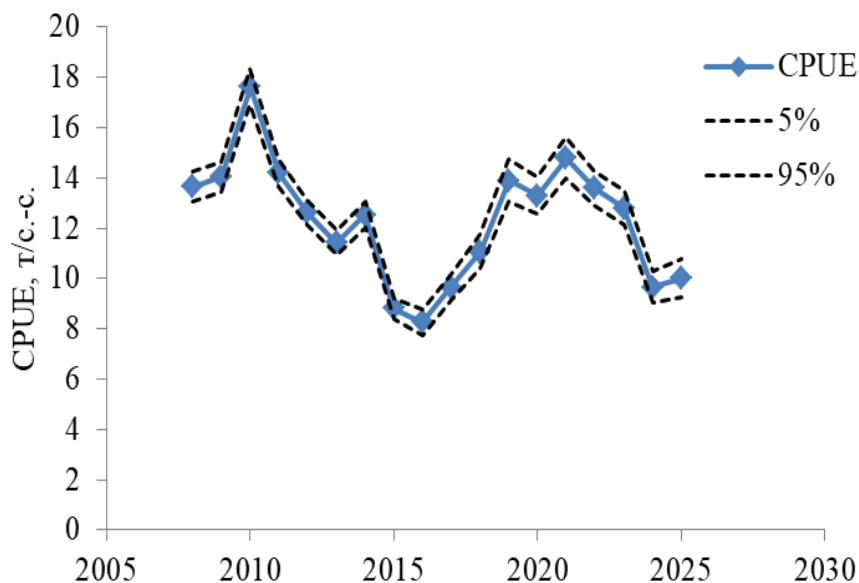


Рис. 5. Межгодовая динамика стандартизованных в GLM уловов на единицу промыслового усилия

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 языка программирования R.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Состояние запаса и промысла невозможно оценить без нахождения ориентиров, которые в модели Шефера, включая BSM, находятся по простым уравнениям: $V_{MSY} = K/2$ и $F_{MSY} = r/2$. Искомые основные параметры (r и K) и сопутствующие, а также ориентиры рассчитаны с 95 % доверительными интервалами из апостериорных распределений C.I. (табл. 4, рис. 6).

Ретроспективный анализ – это результаты применения модели с последовательным укорачиванием рядов входных данных, начиная с терминального. Последовательно укорачивали ряды наблюдений до 5 лет в прошлое для оценки показателя Боба Мона (ρ) [Mohn, 1999] и не обнаружили значимые систематические ошибки по биомассе (рис. 7).

Оценки некоторых параметров и ориентиров из BSM

Параметр	Медиана	2,5% С.И.	97,5% С.И.
K , тыс. т	714	439	1356
r	0,188	0,107	0,312
q	0,0333	0,016	0,0584
F_{MSY}	0,0938	0,0536	0,156
B_{MSY} , тыс. т	357	220	678
MSY , тыс. т	33,7	25,6	48,4
B_{2025}/B_{MSY}	0,95	0,715	1,27
B_{2025}	342	188	721
F_{2025}/F_{MSY}	0,956	0,552	1,49
F_{2025}	0,0896	0,0423	0,165

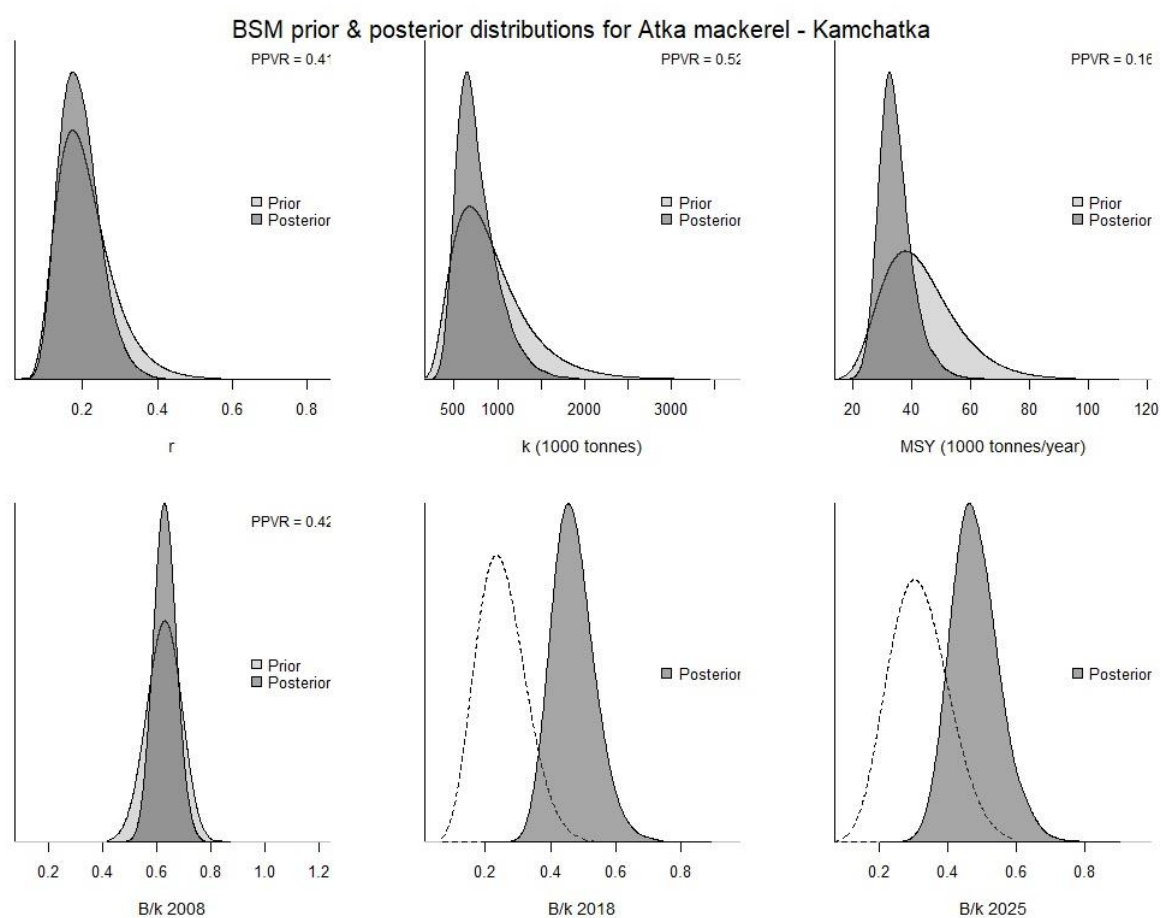


Рис. 6. Плотность априорных (Prior) и апостериорных (Posterior) распределений ключевых параметров BSM (r и K), PPVR – отношение апостериорной дисперсии к априорной

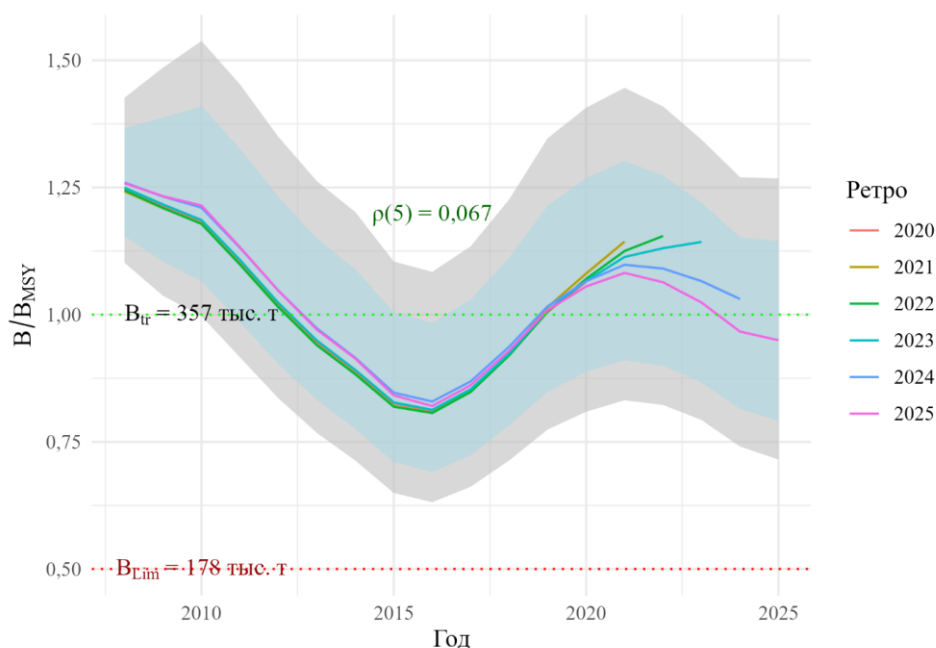


Рис. 7. Ретроспективный анализ состояния запаса (B/B_{MSY}). Серой заливкой показан 95% C.I., а голубой – 80% C.I.

Однако по эксплуатации показатель Мона опустился ниже рекомендуемого порога ($-0,15$), хотя все оценки найдены в пределах доверительного интервала терминальной оценки (рис. 8). Обычно упреждающая коррекция требуется для прогноза, когда показатель Мона пересекает не только порог по F , но и превышает порог ($0,2$) по B или оценки значительно отклоняются от терминальной. Здесь такого не обнаружено.

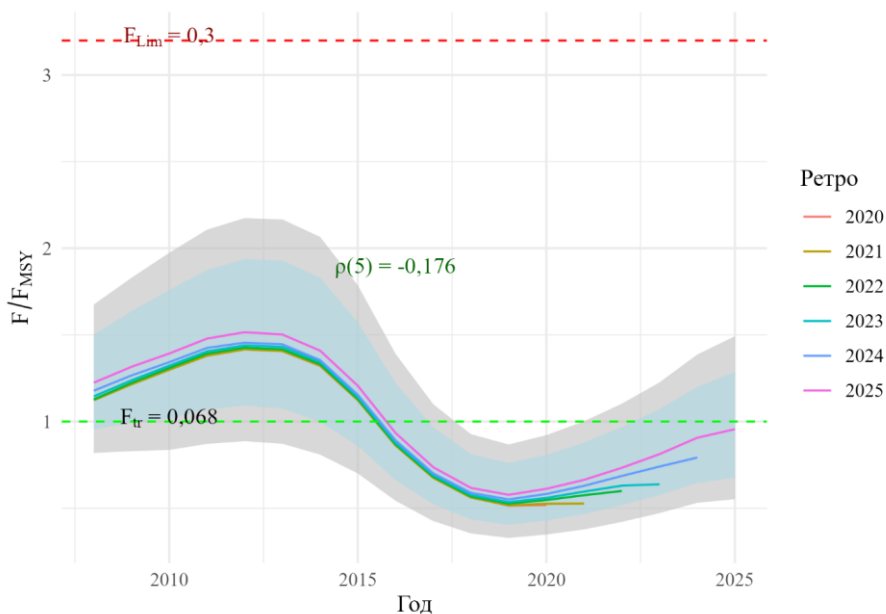


Рис. 8. Ретроспективный анализ состояния промысла (F/F_{MSY}). Серой заливкой показан 95% C.I., а голубой – 80% C.I.

Судя по состоянию запаса (B/B_{MSY}) и промысла (F/F_{MSY}) запас определяется по медианам как переловленный, но без продолжения перелова. Вероятность того, что он был в безопасной зоне в 2025 г. ($B > B_{MSY}$ и $F < F_{MSY}$), находится в 33,4% вероятных относительных значений B и F , а в опасной зоне эксплуатации ($B < B_{MSY}$ и $F > F_{MSY}$) уже находится 39,8% (рис. 9).

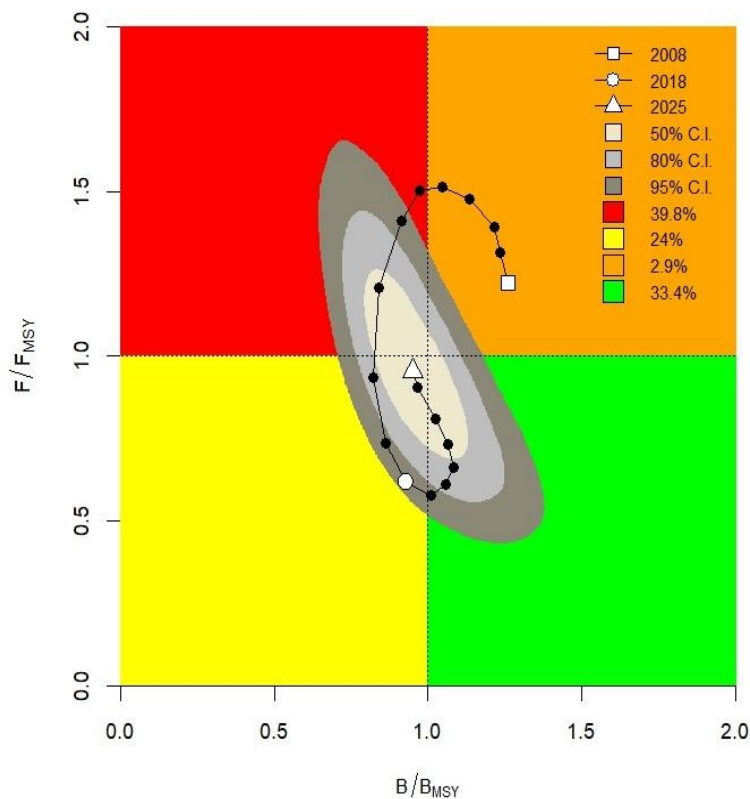


Рис. 9. Состояния запаса и промысла относительно ориентиров максимального устойчивого улова (MSY) с доверительными интервалами (% C.I.), показанными серой заливкой на графике Кобе

Определение биологических ориентиров

С учётом широких доверительных интервалов оценок ориентиров взяты не их средние значения, а более робастные – медианные (табл. 4):

- граничный ориентир по промысловой смертности $F_{Lim} = 0,26$. Он примерно равен F_{med} из опубликованных оценок по VPA: $0,308 \text{ год}^{-1}$ или $U_{tr} = 0,26$; $F_0 = 0,05$ из публикации [Золотов и др., 2015];

- целевой коэффициент эксплуатации F_{tr} установили на уровне медианы F_{MSY} данной оценки $F_{tr} = 0,0938$;

- целевой ориентир по биомассе установили по медиане B_{MSY} , так $B_{tr} = 357 \text{ тыс. т}$;

- граничный ориентир по биомассе B_{Lim} приняли равным PRI (K/4 или $B_{MSY}/2$), т. е. $B_{Lim} = 178,5 \text{ тыс. т}$ по максимуму из известных ориентиров перелова по пополнению в продукционных моделях [Froese et al., 2016; 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 – вывести запас в безопасную зону 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]:

$$I - F_i = 0,05, \text{ при } V_i < V_{Lim},$$

$$II - F_i = (F_{tr} - F_0) \times (V_i - V_{Lim}) / (V_{tr} - V_{Lim}) + F_0, \text{ при } V_{Lim} < V_i < V_{tr},$$

$$III - F_i = F_{tr} = \text{const}, \text{ при } V_i > V_{tr},$$

где: F_i – рекомендуемая в прогнозный год величина промысловой эксплуатации; V_i – величина запаса в прогнозный год, тыс. т; V_{Lim} – граничный ориентир по биомассе, тыс. т; F_{tr} – целевой ориентир по промысловой эксплуатации; F_0 – рекомендуемая эксплуатация для проведения научных исследований равна 0,05; V_{tr} – целевой ориентир по биомассе, тыс. т. Вариант реализации такого ПРП в 2027 г. показан ниже (рис. 10).

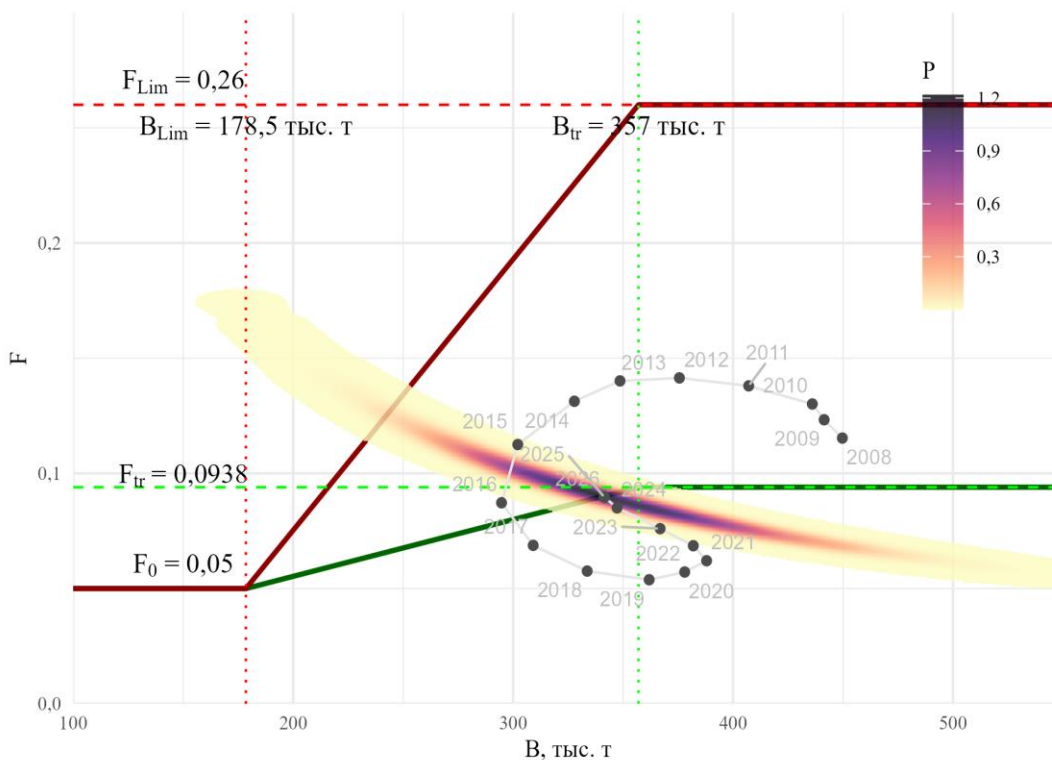


Рис. 10. Реализация ПРП в 2026 г. при улове в 2026 г. около 30,68 тыс. т, где P – соответствует плотности апостериорных оценок

Прогнозирование состояния запаса

В условиях неопределённости по параметрам (табл. 4) 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 на 20 лет вперед (рис. 11). Выходит, что увеличение промысловой нагрузки относительно 2025 г. в 1,2 раза не приведет к риску перелова по пополнению ($B < B_{Lim}$), но сохранит перелов по росту на одном уровне (65%), что не следует практике предосторожного подхода.

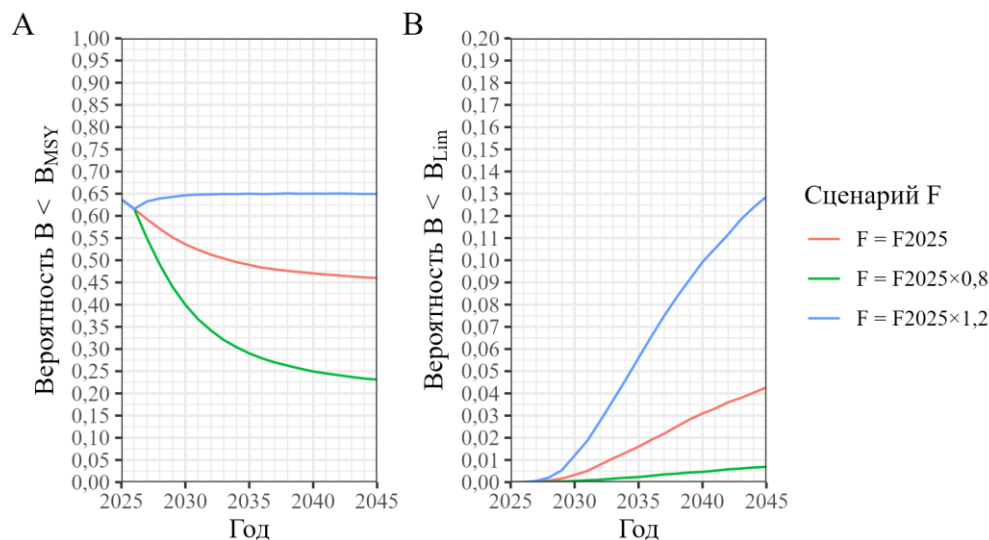


Рис. 11. Прогноз состояния запасов терпуга, рассчитанный в различных сценариях промысловой эксплуатации F

Сохранение уровня эксплуатации 2025 г. снизит риск перелова по росту, но снижение риска перелова по росту ниже 25% может произойти к 2040 г., если снизить уровень эксплуатации на 20% относительно 2025 г.

Допускается, что в 2026 г. вылов пойдёт по сценарию сохранения усилий 2025 г., т.е. IQR или 50% C.I. улова будет от 25 до 36 тыс. т, тогда биомасса в 2026 г., вероятно, будет находиться в пределах IQR от 308 до 378 тыс. т с медианой около 341,3 и средней около 344,8 тыс. т \pm 52,1 тыс. т SD в интервале 90% C.I. от 264,8 тыс. т до 436,2 тыс. т.

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ

Биомасса терпуга в 2026 г., вероятно, будет находиться на уровне незначительно, но по медиане ниже той, что обеспечивает MSY, т.е. состояние запаса будет вызывать опасения с вероятностью более 60% (рис. 11). Следовательно, нужно рекомендовать эксплуатацию по ПРП, тогда $F_i = 0,0899$, что при медиане биомассы в 2026 г., равной 341,3 тыс. т, даёт ОДУ, равное 30,68 тыс. т. Однако в распоряжении имеется всё вероятное распределение F_i по ПРП и B в 2026 г., а не только точечная оценка медианы, поэтому перемножим их апостериорные оценки в 2026 г. В итоге медиана

апостериорного распределения ОДУ в 2026 г. будет находиться около 30,7 тыс. т в межквартильном интервале от 25,3 тыс. т до 35,4 тыс. т (рис. 12, 13). Доверительные интервалы 95 % С.І. и 80 % С.І. находятся в диапазонах от 17,0 до 42,7 тыс. т и от 18,8 до 40,9 тыс. т, соответственно.

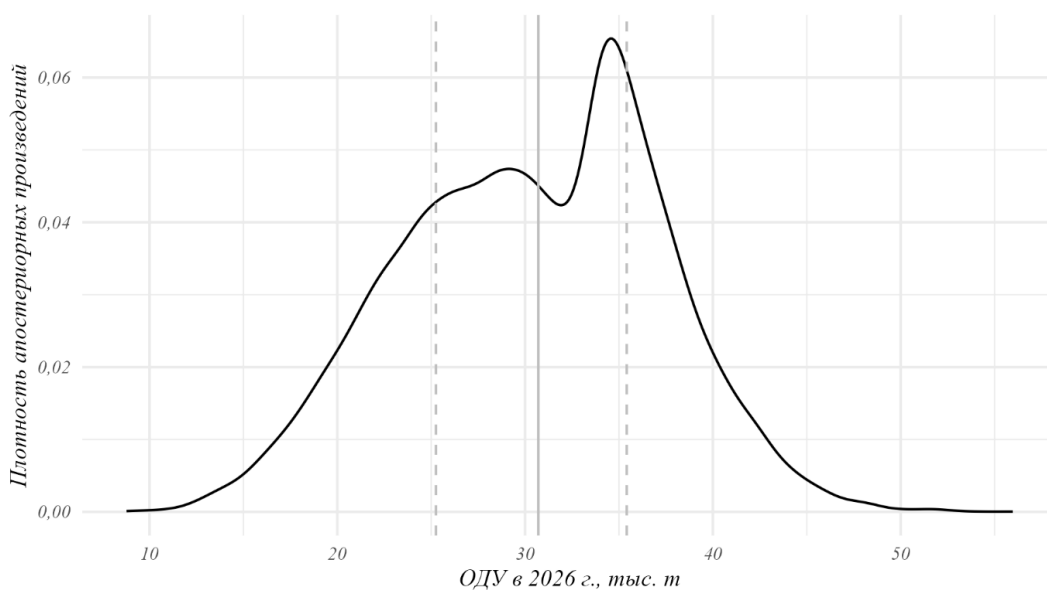


Рис. 12. Распределение ОДУ в 2026 г., вертикальные пунктирные линии показывают границы межквартильного интервала, а сплошная серая вертикаль – медиану

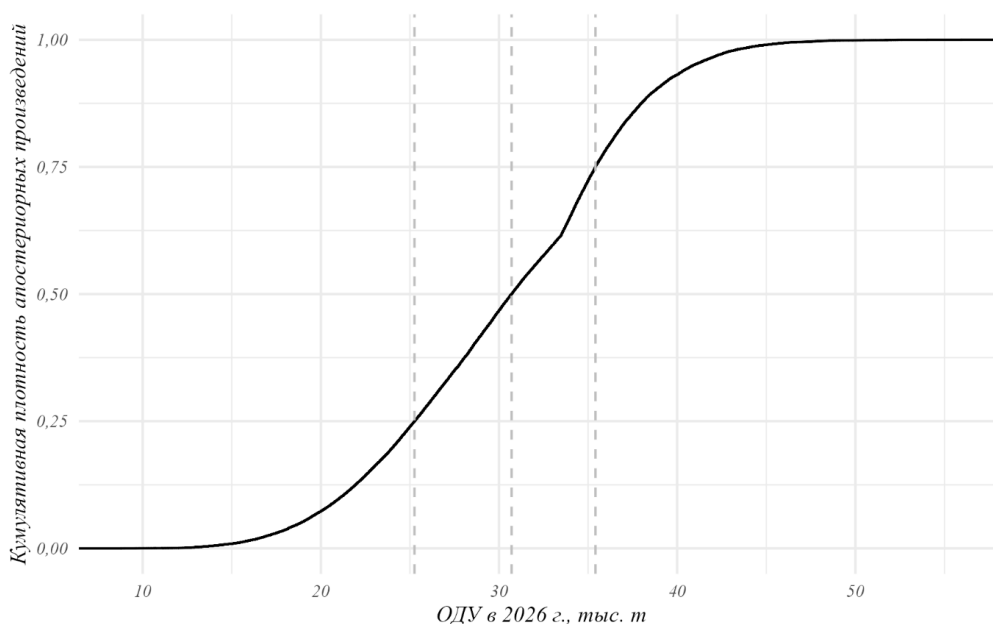


Рис. 13. Распределение кумулятивной вероятности ОДУ в 2026 г., вертикальные пунктирные линии показывают границы межквартильных интервалов и медиану

Перераспределение полученного значения ОДУ 30,68 тыс. т (от медианы прогнозируемой биомассы в 2026 г.) между рыбопромысловыми районами осуществляли путём осреднения 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. В Северо-Курильской зоне 60,3% от 30,68 тыс. т составляет примерно 18,5 тыс. т. Таким образом, **ОДУ терпуга в Северо-Курильской зоне в 2026 г. увеличится на 6,500 тыс. т и составит 18,500 тыс. т (с 12,000 до 18,500 тыс. т).**

Анализ и диагностика полученных результатов

Найденные в ППП «CMSY++» оценки биомассы пересекли вероятные значения CPUE (рис. 14).

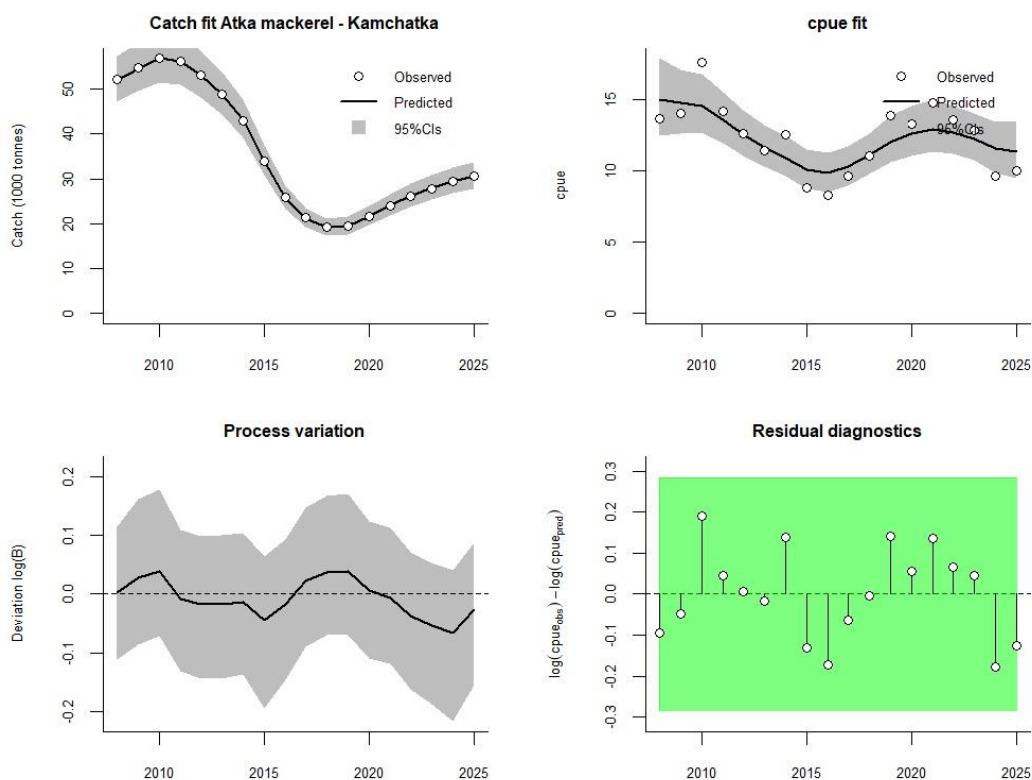


Рис. 14. Динамика улова (Catch, тыс. т), индекса уязвимой биомассы (cpue fit, тыс. т), ошибки процесса (Deviation) с доверительными интервалами 95% (серая заливка) и поочерёдного теста ошибок (Residual diagnostic)

Анализ чувствительности к CPUE показал, что модель вообще без индекса (CMSY) похожа на CMSY++, но менее оптимистично оценивает состояние запаса как восстановленного, но зато без отрицательной тенденции в состоянии (рис. 15). Таким образом, ОДУ без учёта индекса биомассы (CPUE) был бы ниже.

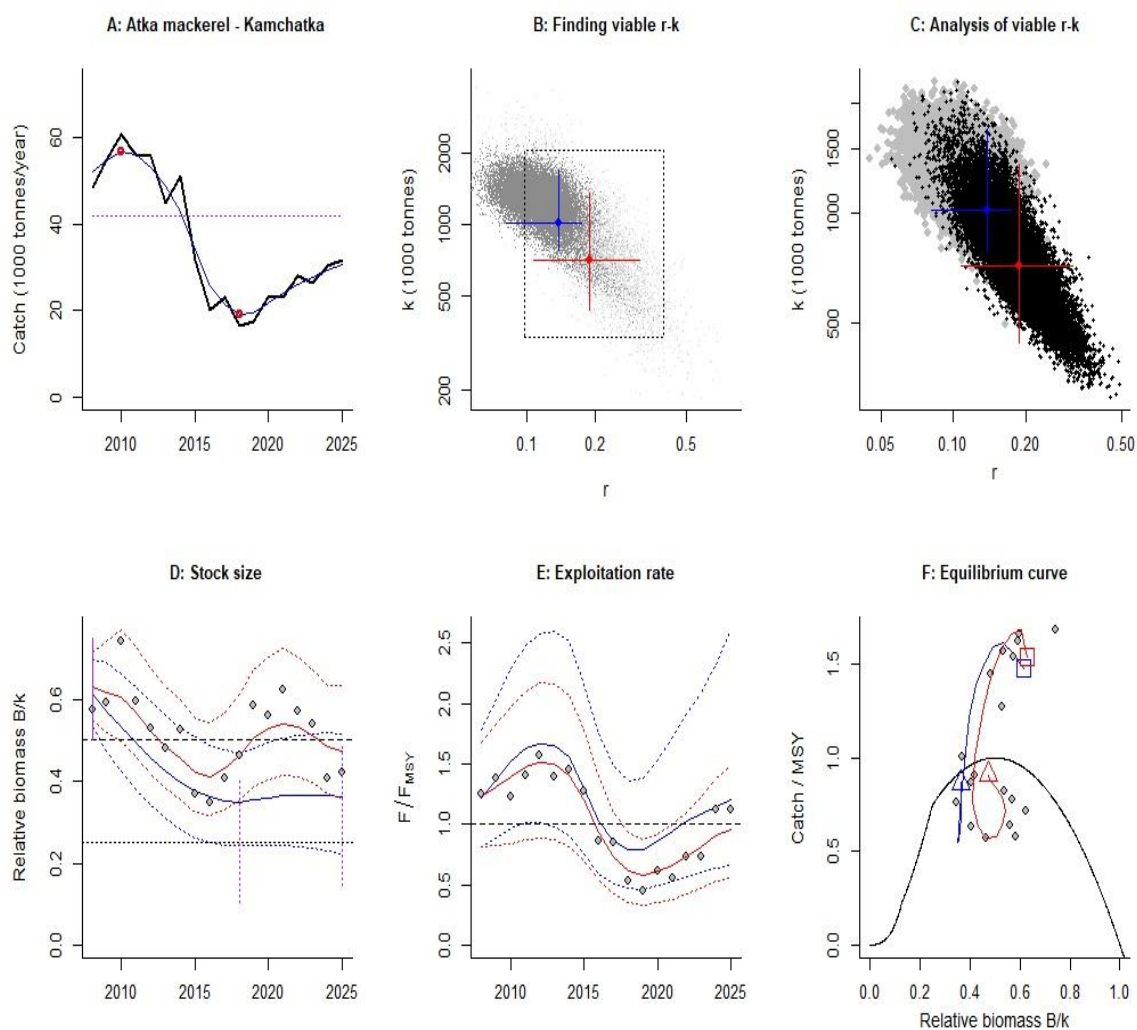


Рис. 15. Стандартные диагностические графики из ППП «CMSY++»: (А) улов (чёрная линия) и его сглаживание (синяя линия) с её минимумом и максимумом (красные точки); (В) мультилогнормальное априорное распределение r - K пар и (С) анализ подходящих r - K пар, где светлосерые точки соответствуют потенциальным парам, а тёмные выбранным, синий крест соответствует области 95% доверительного интервала (С.И.) CMSY++ (без индексов), а красный для Байесовой модели Шефера или BSM (с индексом биомассы); (D) состояние запаса с 95% С.И. относительно приёмной ёмкости по годам, где синие линии – результат оценки в CMSY++ (без индексов), а красные в BSM (серые кружки – индекс CPUE); (E) состояние промысла с 95% С.И. относительно F_{MSY} по годам, где синие линии – результат оценки в CMSY++ (без индексов), а красные в BSM (серые кружки – индекс CPUE); (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 CPUE)

СЕВЕРНЫЙ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ БАССЕЙН

КРАБ КАМЧАТСКИЙ (*Paralithodes camtschaticus*)

Баренцево море

Исполнители: С.В. Баканев, А.В. Стесько («ПИНРО»)

Куратор: С.В. Горянина (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Оценка состояния запаса камчатского краба в Баренцевом море в 2025 г. и корректировка величины ОДУ на 2026 г. выполнены с помощью стохастической продукционной модели, а также вспомогательных трендовых методов, основанных на анализе промысловой статистики и данных исследовательских съемок. В 2025 г. в качестве входных данных использовали данные специализированных траловых съемок, выполненных в 2017-2025 гг., стандартизированные уловы на усилие в промысловые сезоны 2007-2025 гг., а также результаты прибрежных ловушечных съемок в 2008-2025 гг. (в 2023 г. прибрежную съемку не выполняли). Величину вылова и производительность промысла (CPUE) вычисляли по ССД, поступающим через отраслевую систему мониторинга ВБР от ФГБУ «Центр системы мониторинга рыболовства и связи».

Кроме того, для анализа промыслово-биологических показателей запаса, производительности и селективности промысла использовали данные наблюдателей на промысловых судах за 2017-2025 гг., а также сведения летней и зимней российско-норвежских экосистемных съемок (далее – летняя и зимняя экосистемные съемки, соответственно) как трендовые индикаторы.

Специализированную траловую съемку камчатского краба проводили в августе-сентябре 2017-2025 гг. на НИС «Профессор Бойко» в ИЭЗ России Баренцева моря (табл. 1), главным образом, в пределах четырех промысловых районов (рис. 1): Канинская банка, Мурманское мелководье, Восточный Прибрежный район и Канино-Колгуевское мелководье. Помимо основных районов обитания камчатского краба, перечисленных выше, исследованиями были охвачены дополнительные районы, включавшие Северо-Канинскую банку, Северный склон Канино-Колгуевского мелководья, Западно-Центральный район, а также Южный склон Гусиной банки.

Траления в съемке выполняли донным тралом «22М», горизонтальное раскрытие которого составляло 12 м, вертикальное – 2 м, ячей кутка – 45 мм, ячей рубашки – 16 мм. Использовали грунтотрп типа «Rockhopper» длиной 12 м с дисками диаметром 400 мм. Длительность тралений составляла 15 мин., средняя скорость хода с тралом – 2,5 уз. Обработку данных

производили в ГИС «КартМастер 4.1» (ФГБНУ «ВНИРО»), расчеты – методом 2D-сплайна (без учета глубины).

Таблица 1

Характеристика первичного материала, собранного в ходе специализированных траловых съемок камчатского краба в ИЭЗ Российской Федерации в Баренцевом море в августе-сентябре 2017-2025 гг. на НИС «Профессор Бойко»

Год	Обследованная площадь, км ²	Количество			
		Тралений		Массовых промеров, экз.	Биологических анализов, экз.
		Всего	На 1 тыс. км ²		
2017	20548	113	5,5	2918	2918
2018	36770	130	3,5	5806	4205
2019	32520	98	3,0	6003	4794
2020	52917	137	2,6	3730	3730
2021	42370	98	2,3	2126	1810
2022	45958	114	2,5	945	945
2023	50900	132	2,6	1209	1149
2024	56969	150	2,6	1336	1042
2025	65350	179	2,7	2413	1944

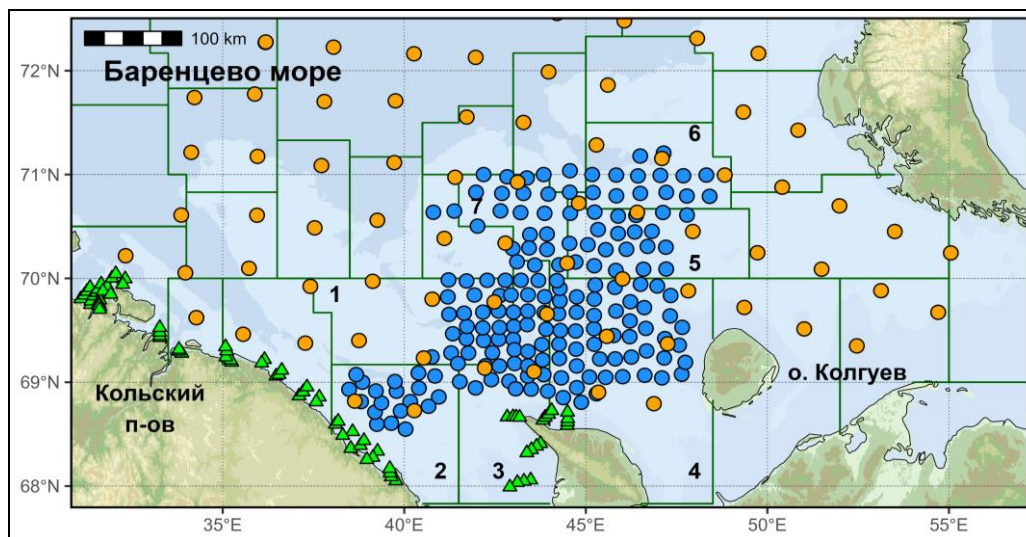


Рис. 1. Положение траловых станций в ходе специализированной съемки камчатского краба (синие точки) и экосистемных съемок (оранжевые точки) в Баренцевом море в 2025 г. А также постановка ловушечных станций (зеленые треугольники) в ходе прибрежной ловушечной съемки 2025 г. (1 – Мурманское мелководье; 2 – Восточный Прибрежный район; 3 – Канинская банка; 4 – Канино-Колгуевское мелководье; 5 – Северный склон Канино-Колгуевского мелководья; 6 – Южный склон Гусиной банки; 7 – Северо-Канинская банка)

Оценку индексов численности и биомассы камчатского краба выполняли на стандартной единой расчетной площади 36770 км², а также на всей площади съемки, которая ежегодно менялась и в 2025 г. была рекордной за все предыдущие годы. Коэффициент уловистости трала принимали равным 1. При пересчете индексов 2017 г. дополнительно применяли данные за 2018 г. из районов восточнее 45° в.д., поскольку эту область не исследовали в 2017 г.

Средний улов промысловых самцов на ловушку вблизи Кольского п-ова и п-ова Канин оценивался в ходе прибрежных ловушечных съемок летом 2008-2025 гг. Сбор материала проводили с помощью донных конусных ловушек, время застоя которых составляло 12 ч. В 2023 г. эта съемка не проводилась (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика первичного материала, собранного в ходе ловушечных съемок в территориальном море и внутренних морских водах Российской Федерации в Баренцевом море и сопредельных водах Белого моря в 2015-2025 гг.

Время сбора		Количество, шт.			Средний улов на одну ловушку, экз.		
Год	Месяц	Постановок ловушек	Массовых промеров	Биологических анализов	Промысловых самцов	Пререкрутов	Молоди самцов
2015	VII	267	2593	2593	3,1	2,2	0,6
2016	VII	237	3941	3941	4,5	2,9	0,5
2017	VII-VIII	234	2495	2495	2,5	2,2	0,9
2018	VII	235	3252	3252	4,2	3,1	0,2
2019	VII-VIII	167	1920	1920	3,5	2,6	0,4
2020	VII-VIII	217	5698	5698	7,6	2,3	1,1
2021	VII-VIII	166	3295	3295	6,7	3,7	0,8
2022	VII	35	1501	1501	5,3	3,2	1,4
2023	исследования не проводились						
2024	VII	82	1177	1177	2,0	0,8	0,3
2025	VII	53	678	678	1,5	0,7	0,1

*ловушечная съемка выполнена в неполном объеме

Стандартизированный улов на усилие в ходе промысловых сезонов, а также величины промыслового запаса на акватории промысла в 2007-2025 гг. оценивались на основе данных ССД и наблюдателей на промысле (табл. 3).

Таблица 3

Характеристика промысловых усилий и объем первичного материала, собранного в ходе промысла камчатского краба в Баренцевом море в 2015-2025 гг.

Время сбора		Количество				Информация наблюдателей, проанализировано крабов, экз.	
Год	Месяц	Судов	Судосудок лова	Промысловых операций	Постановок ловушек, тыс. шт.	«ПИНРО»	«ВНИРО»
2015	IX-X	9	297	862	29	20199	10267
2016	IX-XI	10	420	1369	55	3280	14600
2017	IX-XI	10	501	1858	134	5457	17164
2018	IX-XI	11	480	1658	38	11098	12155
2019	IX-XI	13	494	2116	45	7621	-
2020	IX-XI	15	608	3294	129	7486	15308
2021	VIII-XII	17	629	3309	134	5508	17638
2022	VIII-XII	22	922	6370	375	3663	8986
2023	VIII-XII	22	860	7078	551	1788	16655
2024	I-II, VI-XII	16	1400	10242	895	1899	15427
2025*	XI-XII	26	1474	10997	1182	-	12007

*предварительные данные

Экосистемные летняя и зимняя траловые съемки выполнялись в августе-октябре и январе-феврале 1994-2025 гг., соответственно. Данные этих съемок не использовали для настройки продукционной модели, так как из-за малого количества станций с уловом камчатского краба, на фоне мозаичного распределения его промысловых скоплений, межгодовая вариативность индекса запаса, рассчитанного по этим съемкам, имеет малодостоверный характер. Данные экосистемных съемок использовали только для анализа распространения камчатского краба в Баренцевом море, в том числе анализа распределения крупных скоплений краба. Экосистемные съемки выполняют тралом «Campelen-1800» на НИС МК-0102 «Вильнюс», отличным от трала «22М», который применяется в специализированной съемке камчатского краба. Горизонтальное раскрытие этого трала составляет 18 м, скорость тралений – 3,2-3,3 узла.

Информационная обеспеченность отнесена ко II уровню, согласно приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, и позволяет разработать научно-обоснованную корректировку величины ОДУ камчатского краба в Баренцевом море на 2026 г.

Обоснование выбора оценки методов запасов

Оценка состояния запаса камчатского краба в Баренцевом море в настоящее время представляет собой комплексную процедуру, основанную на использовании как эмпирических методов анализа временных рядов различных популяционных параметров, так и аналитических моделей динамики промыслового запаса. Продукционная модель Шефера, реализованная в специализированной программе OpenBUGS, выбрана по двум основным причинам:

- возможность использовать в качестве входных данных несколько индексов;
- возможность оценивать параметры не только на основе фактических входных данных, но и на основе предположений об их величинах (байесовский подход).

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Результаты ловушечной съемки в территориальном море и внутренних морских водах Российской Федерации в Баренцевом море в 2008-2020 гг. показали наличие тенденции к увеличению уловов на усилии промысловых самцов, пререкрутов и молоди камчатского краба. В 2017-2019 гг. отмечены колебания ловушечных уловов промысловых самцов в пределах 2,5-4,2 экз./ловушку, а в 2020 г. их средний улов достиг 7,6 экз./ловушку, превысив аналогичные показатели за весь период исследований с 2008 г. (табл. 2, рис. 2).

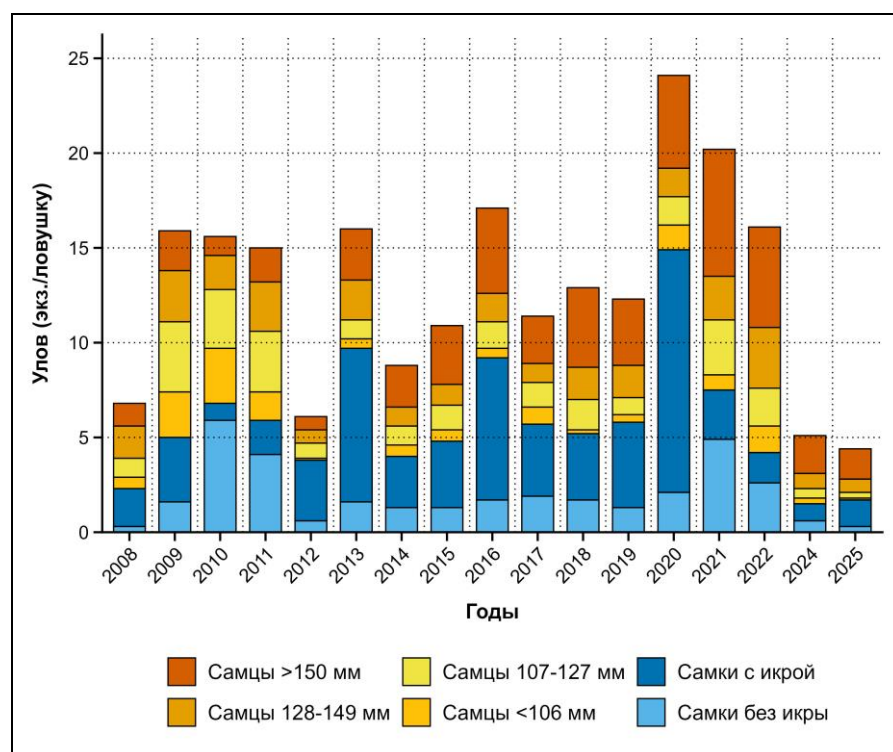


Рис. 2. Средний улов камчатского краба на ловушку по данным прибрежной съемки в 2008-2025 гг.

В 2025 г. на всей акватории ловушечных исследований в прибрежной зоне в уловах доминировали самки и непромысловые особи. Средняя суммарная доля самок, молоди и пререкрутов камчатского краба составила 60,8%, а численность ловушек, в которых доля таких особей превышала 25% (сверхдопустимый прилов) – 82,5% (табл. 4).

Таблица 4

Количество ловушек со сверхдопустимым приловом непромысловых особей камчатского краба и уловы промысловых самцов в июле-августе 2015-2025 гг. в территориальном море и внутренних морских водах Российской Федерации в Баренцевом море

Год	Количество ловушек, шт.				Доля ловушек, %	
	Всего поднято	С уловом	Без улова	Со сверхдопустимым приловом	Без улова (% от общего количества ловушек)	Со сверхдопустимым приловом (% от ловушек с уловом)
2015	265	235	30	175	11,3	75,0
2016	241	238	9	180	3,7	75,6
2017	234	212	22	149	9,4	70,1
2018	235	231	4	190	1,7	82,3
2019	167	162	5	132	3,0	81,5
2020	156	140	16	124	10,2	88,6
2021	166	157	9	129	5,4	77,7
2022	99	88	11	76	11,1	86,4
2024	233	156	77	94	33,0	60,3
2025	219	150	69	121	31,5	80,7
В среднем за 2008-2025 гг.					17,1	82,5

В целом, количество ловушек, в которых доминируют непромысловые особи, на протяжении всей истории съемки, с 2008 г., составляет более 70% от общего количества. Лишь на отдельных участках побережья могут быть получены уловы, состоящие преимущественно из промысловых самцов. Основная доля уловов представлена самками, молодью и пререкрутами камчатского краба.

Результаты траловой съемки в ИЭЗ Российской Федерации в 2025 г. представлены на рисунке 3.

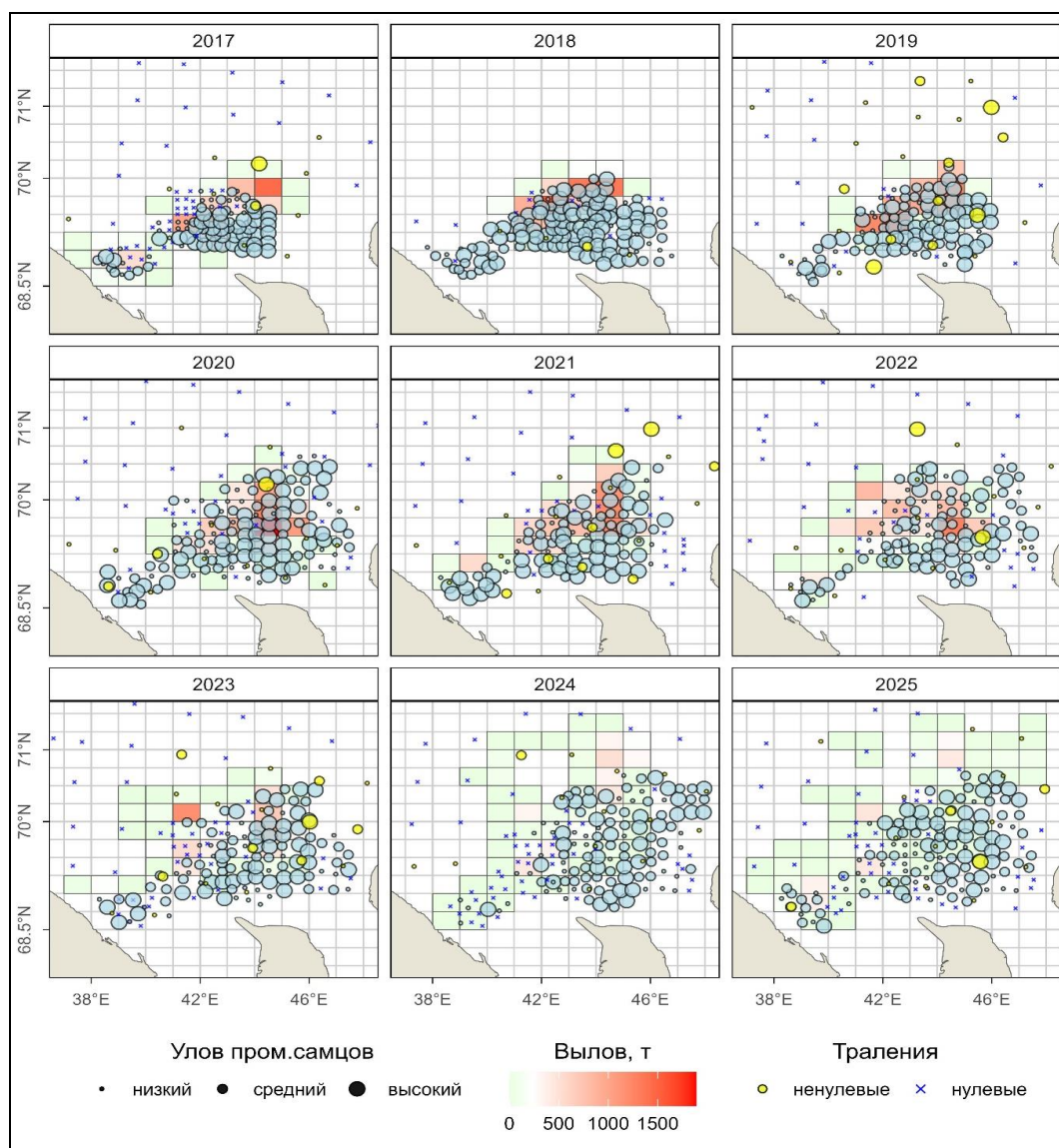


Рис. 3. Распределение уловов промысловых самцов камчатского краба в ходе промысла (полигоны), а также специализированных (голубые круги) и экосистемных (желтые круги) съемок в 2017-2025 гг.

Средняя арифметическая величина уловов в ходе траловой съемки 2025 г. составила 20,9 экз./ч траления. Максимальные уловы промысловых самцов получены в северо-западной части Канино-Колгуевского мелководья и на его Северном склоне (100-140 экз./ч траления), на глубинах 87-90 м.

Индексы промысловой биомассы и численности камчатского краба в ИЭЗ Российской Федерации в Баренцевом море в 2025 г. на стандартной расчетной площади (36770 км²) составили 45,0 тыс. т, или 11,6 млн экз. (табл. 5; рис. 4).

Таблица 5

Индексы численности и биомассы камчатского краба разных категорий, по данным специализированных траловых съемок, выполненных в 2017-2025 гг. на стандартной расчетной площади 36770 км²

Год	Численность крабов разных категорий, млн экз.							Ср. вес пром. самцов, кг	Промысловая биомасса, тыс. т	Доля от пиковой, %
	Молодь самцов	Пререкруты II	Пререкруты I	Самцы промысловые	Самки с наружной икрой	Самки без икры	Всего			
2017*	2,2	10,1	19,9	40,4	7,7	8,2	88,5	3,928	146,5	95,4
2018	10,5	15,9	15,0	42,8	2,5	13,3	100,0	3,688	151,8	98,8
2019	48,4	23,8	10,9	43,1	5,4	61,3	192,9	3,676	153,6	100
2020	2,9	13,9	11,0	29,1	4,2	9,7	70,8	3,726	108,6	70,7
2021	0,5	4,1	11,7	36,8	1,9	2,4	57,4	3,675	130,2	84,8
2022	0,3	1,3	3,3	15,3	0,3	0,6	21,1	3,670	56,6	37,3
2023	0,4	2,3	2,6	16,4	1,3	1,3	23,9	3,912	65,9	42,9
2024	0,3	0,6	1,9	10,9	0,9	0,7	15,3	4,181	46,7	30,4
2025	9,2	9,0	7,0	11,6	1,5	11,1	49,4	3,973	45,0	29,2

*расчеты произведены с использованием данных уловов за 2018 г. восточнее 45° в.д.

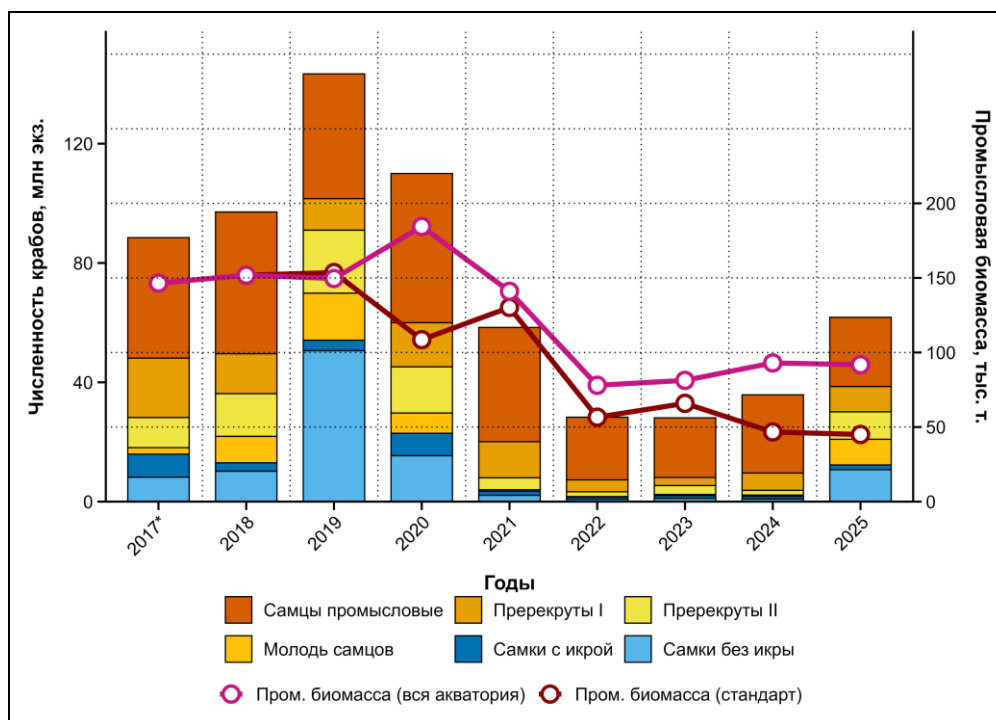


Рис. 4. Индексы численности (столбцы) различных категорий камчатского краба по данным траловых съемок, выполненных в 2017-2025 гг. Индекс промысловой биомассы (кривые линии) указан на всей и стандартизированной (фиксированной) акватории съемок

Индексы промысловой биомассы камчатского краба в ИЭЗ Российской Федерации в Баренцевом море на всей акватории съемки существенно снижались с 2020 по 2022 гг., а затем незначительно возросли с 2022 по

2025 гг. В 2025 г., по результатам съемки, был отмечен значительный рост численности непромысловых особей, особенно пререкрутов (рис. 4). Минимальный доступный для промышленной добычи запас камчатского краба (при коэффициенте уловистости трала, принятом за 1) в 2025 г. оценивается на уровне 92 тыс. т.

Промышленный вылов камчатского краба в Баренцевом море ведут с 2004 г. Среднегодовой вылов в ИЭЗ России в последние 5 лет составил около 11 тыс. т. В 2025 г. в Баренцевом море изменился состав краболовных компаний, ведущих промысел камчатского краба, в промысле участвовало 26 судов, что существенно выше предыдущего года. В 2023-2025 гг. акватория промысла расширилась как в традиционном районе промысла, так и за счет прибрежных районов: в связи с изменением Правил рыболовства на Северном рыбохозяйственном бассейне, в соответствии с приказом Минсельхоза от 04.07.2023 г. № 603, промышленное рыболовство камчатского краба стало возможно в пределах территориального моря Российской Федерации, к западу от 31°55' в.д.

По данным ССД, средняя производительность вылова в 2025 г. (75 кг/ловушку) была ниже среднесуточного показателя за последние 10 лет на 44% (130 кг/ловушку), среднесуточные уловы (7,5 т на судо-сутки лова) – минимальные за последние 10 лет (табл. 6).

Таблица 6

Общий допустимый улов и основные показатели промысла камчатского краба в ИЭЗ Российской Федерации Баренцева моря в 2008-2025 гг. (по данным системы «Росрыболовство»)

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Улов на судо-сутки лова, т	Улов на 1 ловушку*, кг
2008	12,80	9,291	4,2	66
2009	10,42	6,309	3,6	57
2010	4,00	3,940	4,4	40
2011	4,00	3,702	8,2	49
2012	5,50	5,209	9,7	74
2013	6,00	5,531	17,4	121
2014	6,50	5,995	19,7	178
2015	6,90	6,381	21,5	164
2016	8,51	8,300	18,7	129
2017	9,94	9,285	18,5	133
2018	9,94	9,187	21,1	187
2019	9,94	9,836	19,7	156
2020	10,94	10,820	18,0	150
2021	11,82	11,629	18,6	155
2022	12,69	12,529	13,6	124
2023	12,69	10,420	12,1	107
2024	12,69	12,468	8,9	88
2025**	12,69	11,053	7,5	75

*стандартизированный показатель к улову трапецевидной ловушки

** предварительные данные

Уменьшение промысловых показателей в 2025 г. объясняется приходом в Баренцево море трёх новых крабодобывающих компаний, которые никогда не вели промысел краба в этом регионе, поэтому промысловые показатели на судах этих компаний были очень низкими, что повлияло на снижение промысловых показателей в целом по промыслу для всего краболовного флота. Кроме того, на промысле появились маломощные суда, частично вооруженные конусными ловушками (которые менее эффективны на промысле камчатского краба в Баренцевом море) и выпускающие другой тип продукции (живые крабы и отдельные конечности краба воздушной заморозки). Результаты сравнения производительности судов, которые много лет (с начала открытия промысла) ведут промысел в Баренцевом море и производят один тип продукции (варено- и сыро-мороженые полупары конечностей), показывают, что средний улов на ловушку и судо-сутки промысла для этих судов в 2025 г. остались на уровне показателей 2024 г.

Согласно результатам траловой съёмки, в Российской Федерации в Баренцевом море в 2025 г. в составе уловов преобладали самцы с ШК 110-210 мм, среди которых существенная доля в уловах была представлена мелкими особями с ШК 110-140 мм (рис. 5).

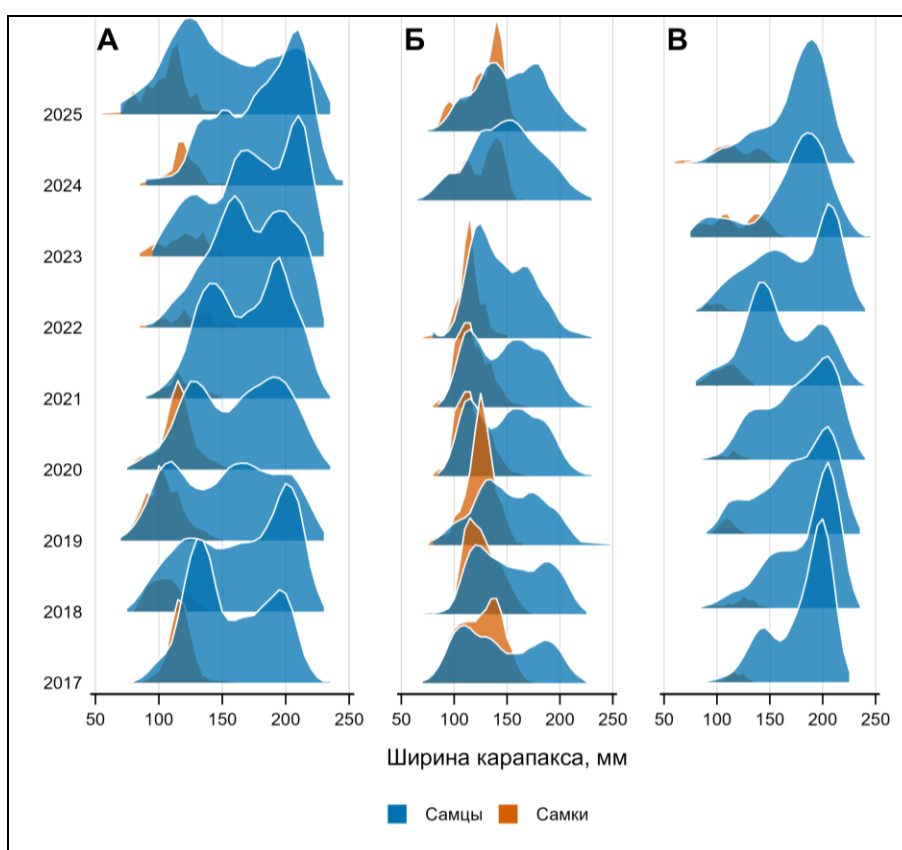


Рис. 5. Размерный состав самцов камчатского краба из уловов в Баренцевом море в ходе прибрежных ловушечных исследований в ИЭЗ Российской Федерации (А), в пределах территориального моря Российской Федерации (Б), и по результатам наблюдателей «ПИНРО» на промысле в ИЭЗ Российской Федерации (В) в 2017-2025 гг.

По результатам моделирования динамики биомассы промышленного запаса, последние десять лет (с 2015 по 2025 гг.) она варьирует в пределах 138-272 тыс. т. Промысловая биомасса в конце 2025 г. оценивается на уровне 138 тыс. т, что ниже среднего за последние 10 лет (219 тыс. т) (рис. 6).

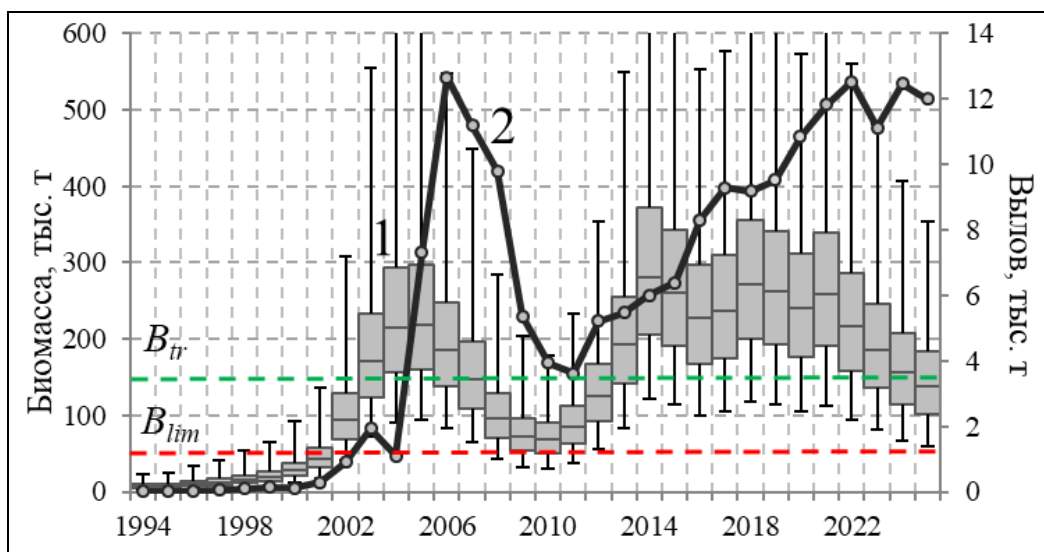


Рис. 6. Биомасса промышленного запаса: 1 – диапазон квартилей с медианой (планки погрешностей – 95% доверительный интервал); 2 – вылов камчатского краба в ИЭЗ Российской Федерации в Баренцевом море в 1994-2025 гг.

Определение биологических ориентиров

В конце 2025 г. величина промышленного запаса камчатского краба оценивалась выше граничного (B_{lim}), но ниже целевого (B_{tr}) ориентиров по биомассе, которые составляют 45 и 149 тыс. т соответственно. Целевой ориентир по коэффициенту эксплуатации (E_{tr}) не должен превышать 0,16 (рис. 7).

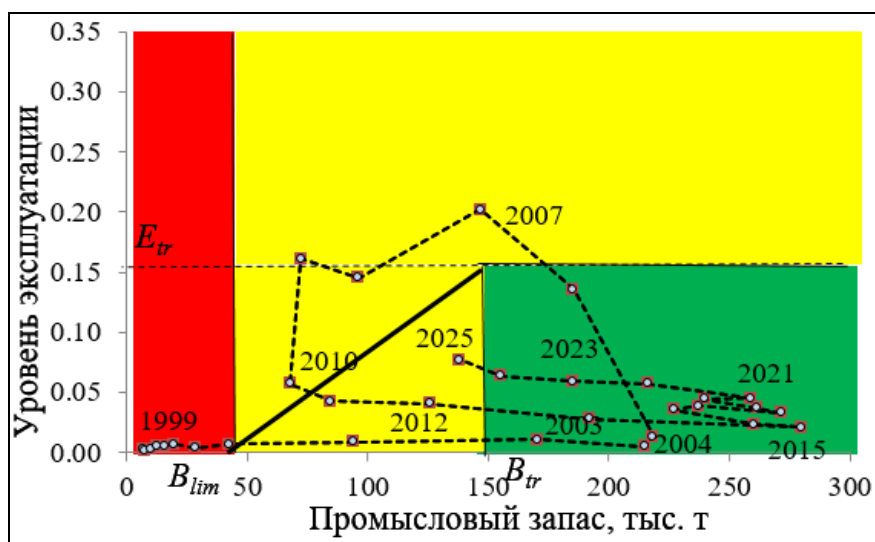


Рис. 7. Промысловый запас и уровень эксплуатации запаса камчатского краба, а также ориентиры управления его запасом (B_{lim} , B_{tr} и E_{tr}) в Баренцевом море в 1994-2025 гг., основанные на оценке по продукционной модели

Обоснование правила регулирования промысла

В 2016 г. на основе ретроспективных данных, с использованием стохастических версий продукционной модели и модели CSA, выполнили расчеты ориентиров управления и протестировали ППП, которое в концепции нового подхода к управлению запасами приоритетных видов крабов и крабоидов Российской Федерации было закреплено в «Правилах регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов» (приказ ФГБНУ «ВНИРО» от 10.04.2023 № 81). Для практического применения Правило может быть сформулировано в следующем виде:

- 1) уровень эксплуатации (доля изъятия E_t) устанавливается не выше целевого уровня эксплуатации ($E_{tr} = 0,16$) при промысловом запасе выше целевого ориентира по биомассе ($B_{tr} = 149$ тыс. т);
- 2) при промысловом запасе (B_t) выше граничного ориентира ($B_{lim} = 45$ тыс. т), но ниже целевого, $E_t = E_{tr} \times (B_t - B_{lim}) / (B_{tr} - B_{lim})$;
- 3) при промысловом запасе ниже граничного ориентира, уровень эксплуатации $E_t = 0$ (возможен только промысел в научных целях);
- 4) ПУ (предельные уровни) изменения ОДУ определяются в соответствии с методическими рекомендациями «Правила регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов». При растущем, восстанавливаемом и «вводимом в промысел» статусах запаса ПУ составляет +30%, при стабильном, неопределенном и снижающемся статусах запаса ПУ – $\pm 16\%$.

Прогнозирование состояния запаса

Прогноз состояния запаса выполнен с помощью стохастической продукционной модели, параметры которой были оценены в рамках расчетов ретроспективной динамики запаса и ориентиров управления.

Прогнозируемая биомасса промыслового запаса камчатского краба в Баренцевом море на 2026 г. рассчитана при условии эксплуатации в 2025 г. на уровне рекомендованного ОДУ (12,69 тыс. т), при этом прогнозируемая величина промыслового запаса в конце 2026 г. составила 143 тыс. т (табл. 7).

Таблица 7

Прогнозируемая биомасса промыслового запаса краба камчатского в Баренцевом море (медианная оценка с 95%-ными доверительными границами) в конце 2025-2027 гг.

Уровень эксплуатации	Год	Вылов, тыс. т	Промысловый запас, тыс. т		
			2,5%	Медиана	97,5%
ОДУ ₂₀₂₅	2025	12,690	30	138	609
ОДУ ₂₀₂₆	2026	12,690	25	143	668
ОДУ ₂₀₂₇	2027	12,690	22	151	725

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

По результатам специализированной донной траловой съемки, выполненной в 2025 г., промысловая биомасса камчатского краба в

Баренцевом море на общей расчетной площади составила 92 тыс. т и находится на уровне 2022-2024 гг., при этом был отмечен значительный рост численности непромысловых особей, в том числе пререкрутов. Высокое и стабильное пополнение промыслового запаса, отмеченное в ходе всех исследований в 2025 г., обеспечит рост численности промыслового запаса, начиная с 2026 г., и повысит устойчивость популяции к увеличению промысловой нагрузки.

Результаты математического моделирования свидетельствуют о стабилизации запаса в 2026-2027 гг. на уровне 140-150 тыс. т. Общее состояние запаса камчатского краба на исследованной акватории в настоящий момент оценивается как удовлетворительное. В формальном соответствии с действующим ПРП, ОДУ на 2026 г. может составить 19,8 тыс. т, а в 2027 г. – 21,6 тыс. т, что допускает корректировку существующего объема ОДУ в сторону увеличения.

Вместе с тем, в 2025 году наблюдалась негативная динамика ряда индикаторов состояния запаса: снизились уловы камчатского краба в ходе прибрежной ловушечной съемки, а также промысловые показатели на фоне продолжающегося роста промыслового усилия. Кроме того, прогнозируемая величина промыслового запаса, полученная с помощью производственной модели, имеет высокую неопределенность. В связи с этим, для оценки реакции запаса на увеличение промысловой нагрузки рекомендуется постепенное увеличение объема изъятия не более, чем на 10% ежегодно.

Исходя из вышеизложенного, на 2026 г. в Баренцевом море рекомендуется увеличить ОДУ камчатского краба на 10% от ранее рекомендованной величины 12,690 тыс. т (округленно – на 1,270 тыс. т).

Таким образом, **рекомендуется корректировка ОДУ краба камчатского в Баренцевом море на 2026 г. в сторону увеличения на 1,270 тыс. т, с 12,690 тыс. т до 13,960 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

Результаты расчетов 2025 г. показали, что производственная модель удовлетворительно описывает исходные данные, однако не способна фиксировать краткосрочные изменения в пополнении запаса. С 2014 г. оцениваемая биомасса находится выше уровня V_{tr} . Современная промысловая смертность камчатского краба оценивается ниже уровня E_{tr} (16%) с 2010 г.

Результаты риск-анализа превышения ориентиров управления при эксплуатации на уровне рекомендованного ОДУ в 2026 показывают, что риск уменьшения биомассы запаса ниже уровня V_{lim} в конце 2026 г. не превышает 5% (табл. 8).

Таблица 8

Риск-анализ превышения ориентиров управления в конце 2026 г.

Параметр риск-анализа	Величина риска, %
Уменьшение ниже V_{lim} ($0,3V_{MSY}$)	3,2
Уменьшение ниже V_{tr} (V_{MSY})	53,4

Ретроспективный анализ показывает существенную изменчивость оценок биомассы и смертности промыслового запаса при настройке модели на более коротких временных рядах данных (рис. 8). При удалении данных за последние годы, оценка биомассы на 2020-2025 гг. смещается в сторону больших значений, а коэффициента промысловой смертности – в сторону меньших.

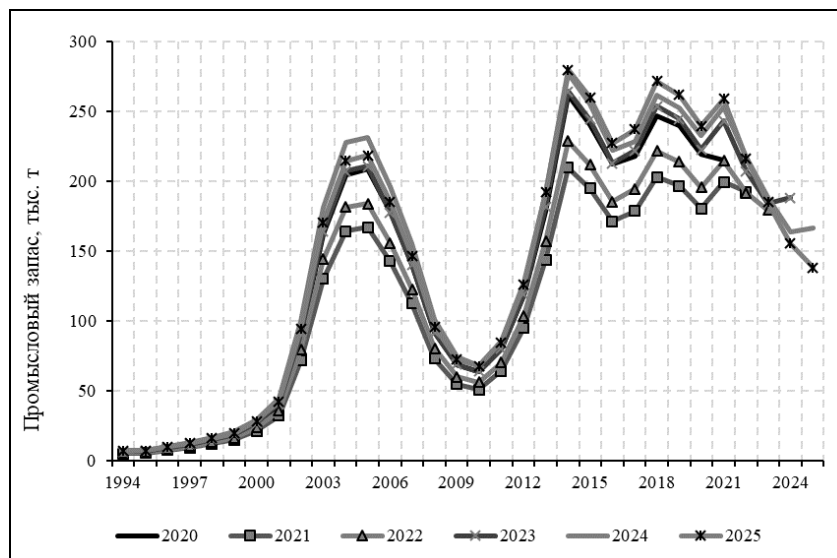


Рис. 8. Биомасса промыслового запаса камчатского краба в Баренцевом море в 1994-2025 гг., оцененная в продукционной модели при последовательном удалении данных за последний год (для последних шести лет)

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ БАССЕЙН

КРАБ КАМЧАТСКИЙ (*Paralithodes camtschaticus*)

61.06 - зона Японское море

61.06.2 - Западно-Сахалинская подзона

Исполнитель: Г.В. Жуковская («СахНИРО»)

Куратор: С.И. Моисеев (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Информационной основой корректировки обоснования ОДУ на 2026 г. служат результаты учетных траловых съёмки, выполненных у западного побережья Сахалина от 46°00' до 51°20' с.ш. в 2003-2025 гг. В ходе траловых съёмок было выловлено в 2003 г. 50 экз. крабов, в 2004 г. – 99, в 2007 г. – 175, в 2009 г. – 55, в 2010 г. – 15, в 2011 г. – 32, в 2013 г. – 34, в 2017 г. – 84, в 2018 г. – 654.

В ходе учетной траловой съёмки в мае-июне 2020 г. на НИС «Владимир Сафонов» было выполнено 91 траление. Камчатский краб отмечен в уловах на 25 станциях (частота встречаемости 27,5%) в пределах 46°44'–51°00' с.ш., на глубинах 24–311 м. При выполнении траловой учетной съёмки было выловлено 217 самцов и 270 самок камчатского краба (всего 487 экз. краба).

В ходе учетной траловой съёмки, выполненной в мае-июне 2022 г. на НИС «Владимир Сафонов», было выполнено 82 траления, промерено 446 экз. краба. В 2024 г. на НИС «Владимир Сафонов» было выполнено 67 тралений, промерено 252 экз. краба. В 2025 г. в водах западного Сахалина на НИС «Владимир Сафонов» была выполнена 81 станция (рис. 1), 223 экз. взято на биоанализ.

Также использовался материал, собранный в ходе промышленного лова камчатского краба. Информация о величине промышленного освоения запаса получена из базы ОСМ «Росрыболовства».

В целом, структура и качество доступного материала для данной единицы запаса соответствуют III уровню информационного обеспечения (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Обоснование выбора методов оценки запаса

Для оценки численности обловленной части запаса камчатского краба, по данным траловых съёмок, была применена прикладная компьютерная программа «Surface Mapping System» ver. 6.04 [Wackernagel, 1995]. Данные интерполировались в узлы регулярной сетки с помощью метода «kriging» с однократным сглаживанием [Keckler, 1994]. Для расчета результата в узле сетки использовались данные пяти ближайших станций. Запас оценивался

как величина объема, ограниченного сверху поверхностью плотностей, построенных программой, а снизу – нулевым значением плотности.

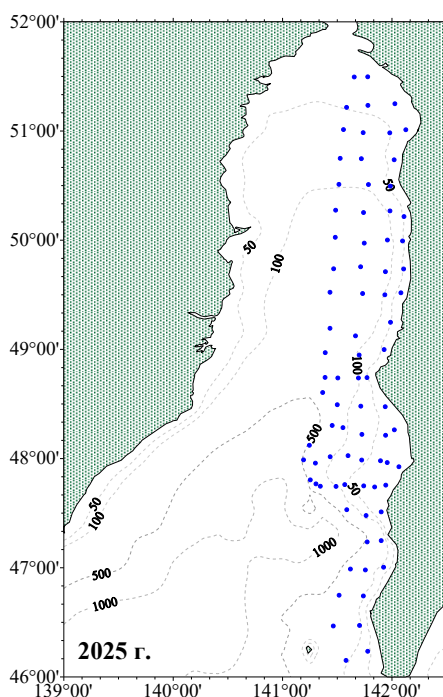


Рис. 1. Карта-схема комплексной траловой съемки, выполненной на НИС «Владимир Сафонов» в районе западного Сахалина в 2024 г.

Моделирование динамики численности ранее выполнялось с помощью модели Деризо-Шнютэ [Deriso, 1980; Schnute, 1987] на основе анализа ретроспективных данных. Расчет этой величины проведен исходя из аппроксимированных с помощью модели Деризо-Шнютэ значений биомассы за пятилетний период (2013-2017 гг.), полученных по данным прямого учета. Исходя из полученных модельных значений, рассчитаны эксплуатационные коэффициенты, целевые, буферные и предельные ориентиры управления запасом.

Имеющаяся к настоящему времени информация (индексы запаса, промысловых усилий, вылова) не позволяет в полной мере провести ограниченное аналитическое оценивание состояния запаса и ОДУ с использованием продукционных моделей. Поэтому для оценки промысловой биомассы использовалась конечно-разностная модель с запаздыванием Деризо-Шнютэ [Deriso, 1980; Schnute, 1987] на основе анализа ретроспективных данных. По результатам исследований были определены промысловые ориентиры для формирования ПРП на основе «принципа предосторожности» [Бабаян, 2000].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Западно-Сахалинская популяция камчатского краба на уровне взрослых особей почти полностью изолирована от приморской популяции участками дна с большими глубинами, зонами тектонических разломов и

участками илистых грунтов. Но это не исключает обмен личинками между этими популяциями, вероятнее всего, он очень незначительный.

Промысел камчатского краба в этом районе впервые был начат в 1909 г. Существенный перелом крабов в тридцатые и пятидесятые года прошлого века привели к длительной депрессии популяции. Тенденция постепенного увеличения численности популяции наметилась только в конце 80-х годов, чему в немалой степени способствовал переход с сетных орудий лова на ловушки во второй половине 70-х годов, позволяющие вести селективный промысел крабов, не повреждая самок и молодь обоих полов. Значительное увеличение вылова камчатского краба у западного Сахалина было отмечено с 1993 г. Наибольшей величины, согласно официальной статистике, вылов камчатского краба достиг в 1997 г. С 2000 г. продолжилась деградация запаса промыслового стада камчатского краба, в основном, по причине тотального браконьерства.

С 2003 г. по 2011-2012 гг. запас находился на историческом минимуме, траловые уловы крабов были единичны. С 2012-2013 гг. начался рост запаса камчатского краба, продолжающийся по настоящее время. В настоящее время промысловый запас достиг более 8,0 тыс. т, это более чем в 2 раза ниже биомассы, при которой данная популяция достигает своей наибольшей продуктивности (18,0 тыс. т), наблюдавшейся в середине прошлого столетия. Промысел камчатского краба возобновлён в 2022 г. с объемом ОДУ 150 т. Вылов в 2022 г. составил 148,8 т, это 99% от годового ОДУ. Вылов краба в 2023 г., практически, равнялся вылову в предыдущий год – 148,3 т, освоение ОДУ составило 99%. В 2024 г. годовой вылов камчатского краба в водах западного Сахалина составил 148,8 т, что составляет 99% от ОДУ. Характер промысла показал снижение промысловых показателей, по сравнению с годом возобновления промысла (табл. 1). В 2025 г. годовой вылов камчатского краба составил 147,2 т, что составляет 98% от ОДУ. Анализ промысла текущего года показал наличие устойчивых промысловых скоплений в акватории промысла, а вариабельность показателей вылова обусловлена особенностями промысла в зимний период.

Таблица 1

Промысловая статистика по камчатскому крабу Западно-Сахалинской подзоны

Год	Вылов, т	Средний улов на судосутки, т	Максимальный улов на судосутки, т	Количество судов на промысле	Количество судосуток
2022	148,2	8,7	15,6	2	17
2023	148,0	5,9	14,0	3	25
2024	148,8	4,3	8,8	3	35
2025	147,2	5,1	16,2	4	29

Учетная траловая съемка, выполненная на НПС «Профессор Пробатов» в сентябре-октябре 2013 г., показала, что общая площадь, занятая самцами камчатского краба, составила 2729 мили², а средняя величина улова –

0,98 экз./траление Средняя численность самцов обловленной части запаса составила 447,3 тыс. экз., с 95%-ми доверительными границами от 351,8 до 542,8 тыс. экз. Доля промысловых самцов от их общей численности составила 50,0%. Численность промысловой части популяции, по результатам траловой съемки 2013 г., составила 223,6 тыс. экз., или 693 т. По результатам съемки 2017 г., промысловая численность самцов составила 445 тыс. экз., биомасса – 1430,4 т (табл. 2).

Таблица 2

Численность Западно-Сахалинской популяции краба камчатского по данным траловых съемок, выполненных в 1987-2025 гг.

Год съемки	Промысловая численность, тыс. шт.	Промысловая биомасса, тыс. т	ОДУ, т
1987	607	2003,1	200
1988	2226	6678	400
1989	1167	4084,5	408
1991	1879	6238,28	624
1993	2007	5900,58	590
1995	2703	8433,36	840
1997	1114	3342	340
1998	842	2711,24	270
2000	573	1948,2	175
2002	198	633,6	21
2004	77	179,41	21
2007	14	28,7	25
2008	137	367,16	1
2009	80	195,2	1
2010	137	278,11	1
2013	224	693	1
2017	445	1430,4	1
2018	1522	4887	1
2020	1902	5669,5	1
2022	2687	8626,5	150
2024	1958	8420,2	150
2025	688	2752,6	150

По данным, полученным при проведении учетной траловой съемки в июне-июле 2018 г., общая площадь, занятая камчатским крабом, составила 23135 км². Средняя величина улова промысловых особей составила 6,6 экз./30-мин. траление. Численность промысловых самцов обловленной части запаса составила 1522 тыс. экз. или 4887 т. По данным, полученным при проведении учетной траловой съемки в мае-июне 2020 г., общая площадь, занятая камчатским крабом, составила 18613,44 км². Численность промысловых самцов обловленной части запаса составила 1902,45 тыс. экз. или 5669,5 т.

Площадь, занятая промысловыми самцами камчатского краба, по данным съемки 2022 г., составила 19236 км². Численность промысловых

самцов обловленной части запаса составила 2687,4 тыс. экз. или 8626,5 т. По данным съемки 2024 г., численность промысловых самцов составила 1958 тыс. экз., или 8420 т.

По данным, полученным при проведении учетной траловой съемки, проведенной в 2025 г., промысловый запас камчатского краба, по сравнению с предыдущим годом, сократился в три раза. Численность промысловых самцов составила 688 тыс. экз., или 2753 т, распределение промысловых особей представлено на рисунке 2. При этом, доля непромысловых самцов была крайне низка и составила 227 тыс. экз. Однако, учитывая стабильные величины оценок численности, полученные в 2022-2024 гг., и высокие показатели промысла 2025 г., считаем, что съемка 2025 г недоучла часть промыслового запаса камчатского краба и полученные оценки численности занижены.

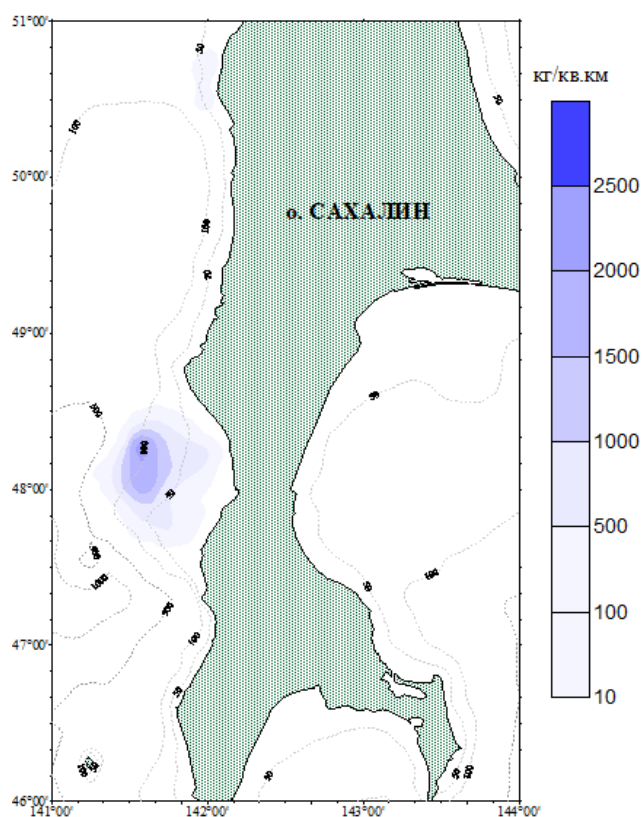


Рис. 2. Распределение промысловых самцов краба камчатского у о-ва Сахалин в 2025 г.

По результатам съемки 2020 г., восстановление численности популяции проходит довольно успешно, о чем свидетельствует большое количество обловленной молодежи размером 80-130 мм по ШК. Доля молодежи была сопоставима с долей промысловой части популяции (рис. 3). Это поколение молодежи крабов обеспечило значительное увеличение родительского стада.

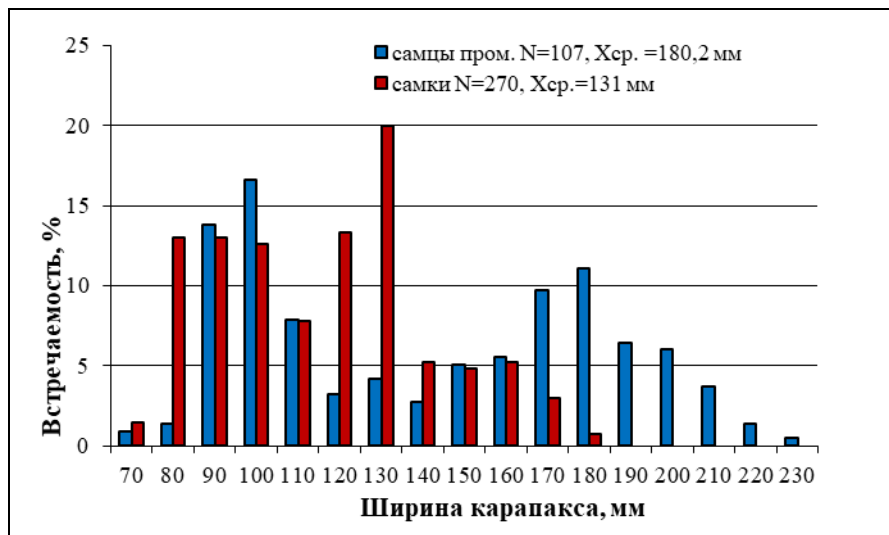


Рис. 3. Размерный состав самцов краба камчатского у западного Сахалина в июне-июле 2020 г.

Анализ размерного состава по данным траловых съемок показал, что урожайных поколений в 2022 г. не выявлено. Некоторое количество молодежи размером 70-100 мм по ШК присутствует в уловах, но их доля в размерном составе самцов ниже, по сравнению с промысловой частью популяции. В 2024 г. величина молодежи как самцов, так и самок, сократилась еще больше (рис. 4).

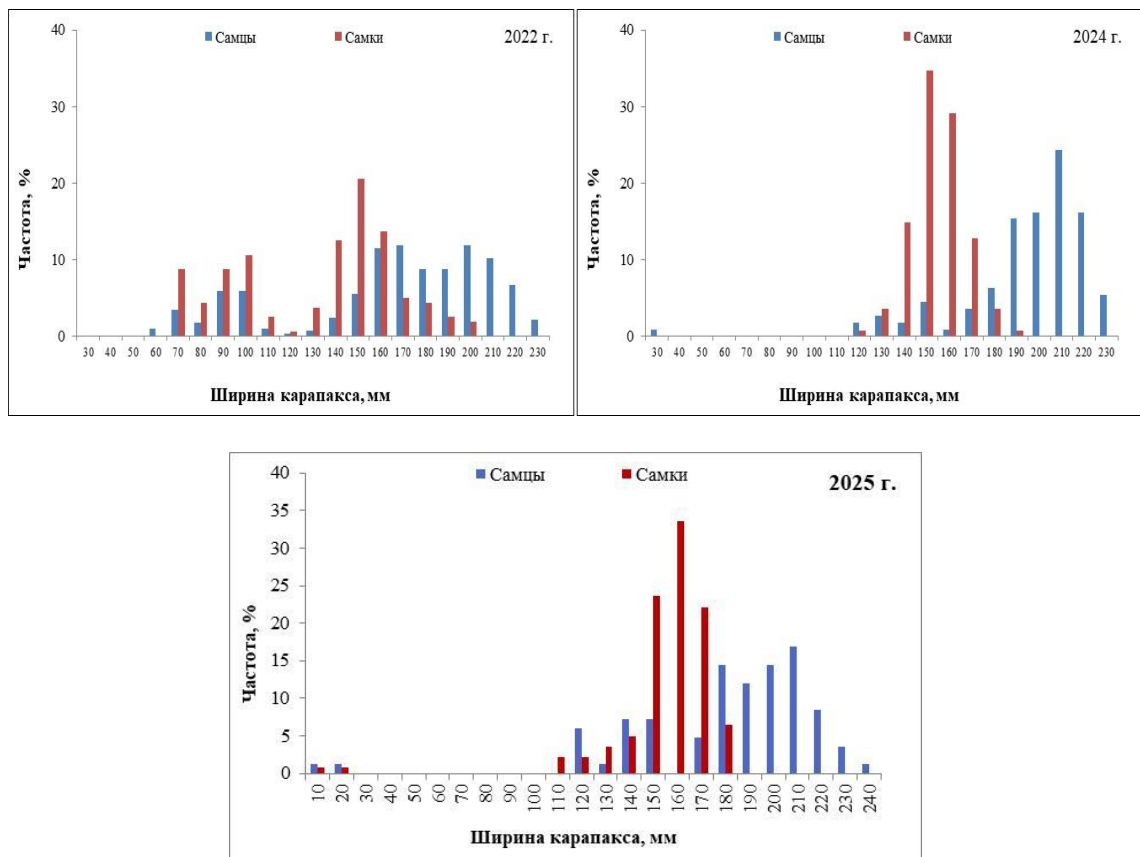


Рис. 4. Размерный состав самцов и самок краба камчатского у западного Сахалина в 2022, 2024 и 2025 гг. (по данным траловых съемок)

В 2025 г. в уловах отмечались самцы с шириной карапакса от 18 до 242 мм, при среднем значении 185,1 мм, и самок с ШК от 18 до 189 мм, при среднем значении 159,3 мм. Доля промысловых самцов составила 83%, при этом в уловах доминировали особи с ШК 180-210 мм (58%).

По данным наблюдений на промысле, в уловах 2023 г. присутствовали самцы с шириной карапакса от 129 до 243 мм, при среднем значении 196,6 мм, и самки с ШК от 120 до 209 мм, при среднем значении 155,4 мм. В уловах отмечалась значительная доля промысловых самцов с доминирование особей в размерных классах 190-210 мм (рис. 5). В 2025 г. в уловах отмечались самцы с шириной карапакса от 129 до 250 мм, при среднем значении 190,1 мм, и самки с ШК от 127 до 187 мм, при среднем значении 154,5 мм. В уловах доминировали самцы с шириной карапакса от 180 до 200 мм (64%). Доля промысловых самцов составила 96%.

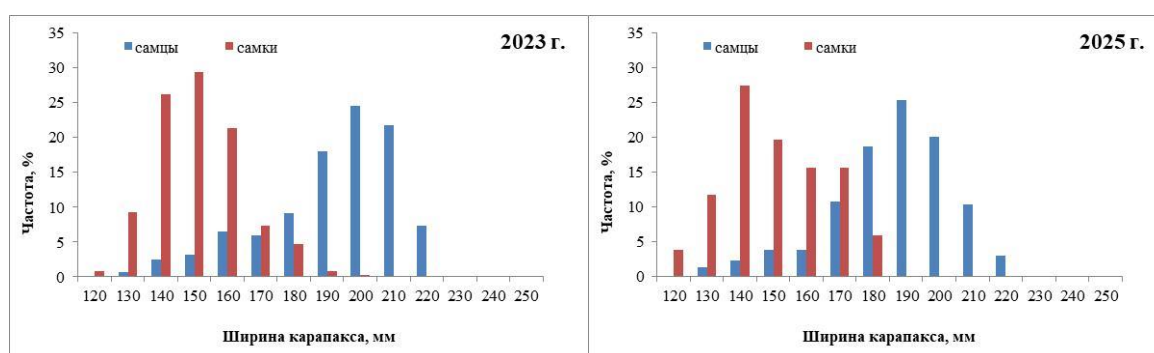


Рис. 5. Размерный состав самцов и самок краба камчатского у западного Сахалина в 2023 и 2025 гг. (по данным мониторинга промысла)

Данные, полученные во время мониторинга промысла, подтверждают данные учетной траловой съемки о преобладании особей старших возрастных групп.

Определение биологических ориентиров

Ориентиры управления для рассматриваемого запаса были установлены на основе ретроспективной динамики запаса (табл. 3). Целевой ориентир предварительно выбран как среднее значение промысловой биомассы за благоприятный период состояния запаса в близкой ретроспективе (8,25 тыс. т), однако, биомасса, соответствующая максимальному устойчивому улову, рассчитанному для данной популяции, кратно выше и составляет 18,0 тыс. т. Предполагается, что эта величина промысловой биомассы установлена для популяции до 1946 г. и она выше выбранного целевого ориентира.

Таблица 3

Ориентиры управления запасом камчатского краба Западно-Сахалинской подзоны

Биомасса, тыс. т		Коэффициент эксплуатации	
Граничная, B_{lim}	Целевая, B_{tg}	Граничный, E_{lim}	Целевой, E_{tg}
2,82	8,25	23%	17%

Граничный ориентир по промышленной смертности составляет 23% от максимальной промышленной биомассы, отмеченной в 1995 г. (табл. 2). Буферный ориентир соответствует верхней границе доверительного интервала для средней промышленной биомассы в неблагоприятные для популяции годы (2,82 тыс. т). Целевой ОДУ составляет 17% от целевой промышленной биомассы.

Обоснование правила регулирования промысла

Правило регулирования промысла (ПРП) для запаса камчатского краба в Западно-Сахалинской подзоне конструировали на основе модификации «предосторожного» подхода, принятого во ВНИРО [Бабаян, 2000].

I – режим научного лова $0 < B_i \leq B_{lim}$. Если прогнозируемая величина запаса меньше или равна B_{lim} , то изъятие возможно только с целью проведения НИР. Величина рекомендуемого изъятия F_i постоянна и соответствует величине изъятия, необходимого для НИР $U_i = U_0 = const$.

II – режим восстановления запаса $B_{lim} < B_i < B_{tr}$. Если прогнозируемая величина запаса больше B_{lim} , но меньше B_{tr} , то величина изъятия устанавливается в соответствии с величиной запаса

$$F_i = \frac{(U_{tr} - U_0)(B_i - B_{lim})}{B_{tr} - B_{lim}} + U_0 \text{ [Бабаян, 2000].}$$

III – режим постоянной интенсивности промысла $B_i > B_{tr}$. Если прогнозируемая величина запаса больше B_{tr} , то величина изъятия постоянна $U_i = const = U_{tr}$.

По полученным значениям биологических ориентиров построена диаграмма (рис. 6), представляющая правила управления запасом камчатского краба в Западно-Сахалинской подзоне на 2026 г.

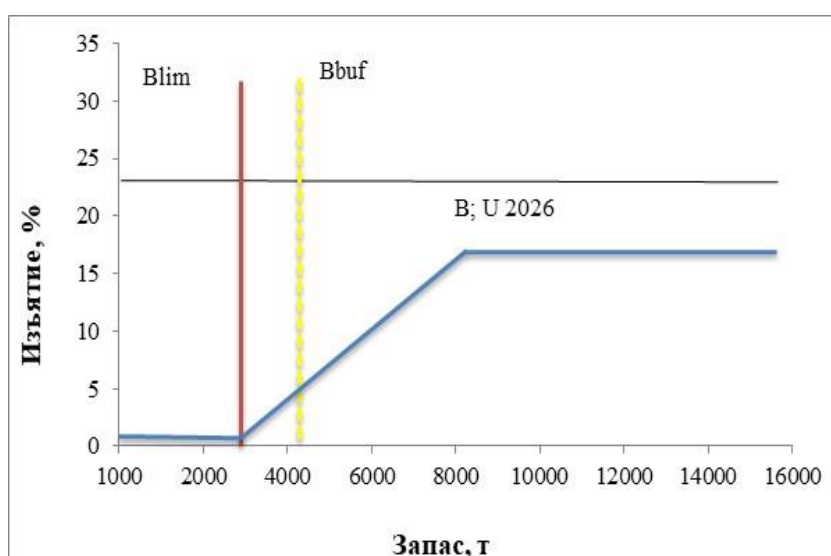


Рис. 6. Графическое представление ПРП для камчатского краба у западного Сахалина в 2026 г.

Прогнозирование состояния запаса

Промысловая статистика за 1990-е гг. недостоверна, в связи с чем,

были использованы экспертные оценки изъятия. Реальное изъятие оценивалось с помощью анализа кривой вылова (Catch Curve Analysis – CCA) и по японским статистическим материалам о заходах промысловых судов в порт и сдаче живого краба.

Промысловая биомасса камчатского краба в настоящее время достигла величины, превышающей буферный ориентир. Отсутствие промысловых данных по состоянию популяции за последние пять лет не позволяет корректно прогнозировать состояние запаса, применяя производственные модели. Учетные съемки 2015, 2018, 2020 и 2022 гг. показали результаты и тенденцию к существенному увеличению численности камчатского краба у Западного Сахалина. Траловая съемка 2024 г. показала стабилизацию численности краба. Учетная съемка, выполненная в 2025 г., показала снижение промысловой численности запаса, но, учитывая промысловую динамику и характер состояния промысловой части запаса, можно говорить о недоучёте промысловых особей камчатского краба в ходе этой съёмки (из-за недоучета численности крабов на прибрежном мелководье с глубинами мене 30 м) и относительной стабильной численности запаса. По данным, полученным в 1985-1995 гг., можно построить производственную кривую (рис. 7), но ее точность для прогнозирования состояния запаса, в настоящий период, остается под вопросом.

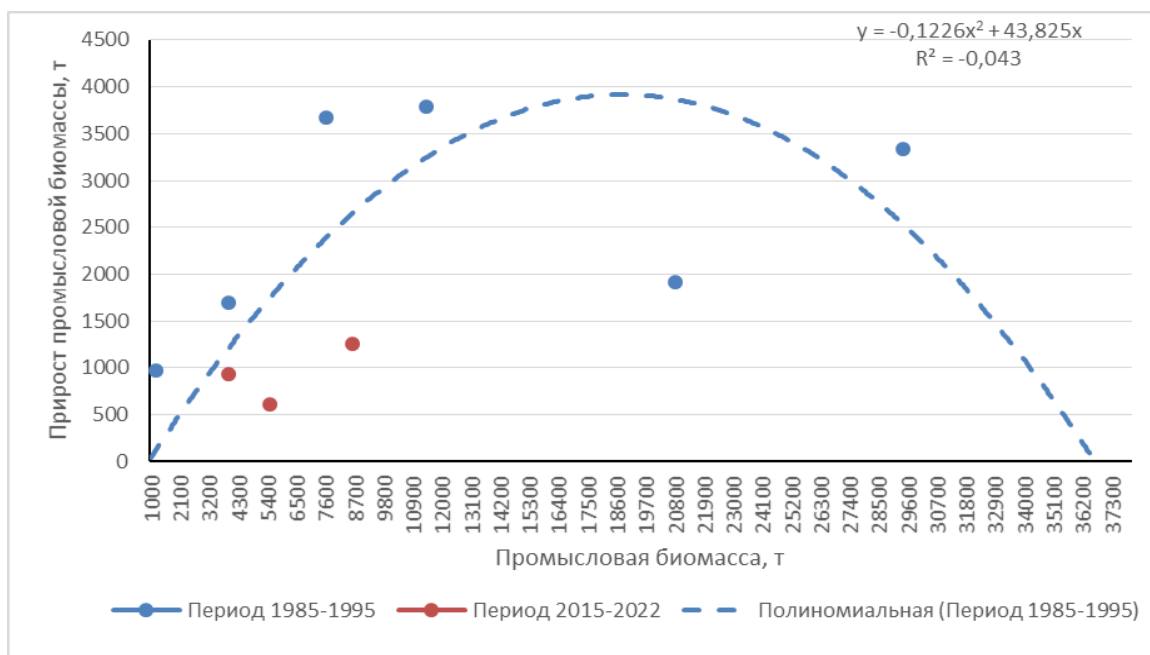


Рис. 7. Отношение фактического прироста промысловой биомассы краба камчатского у западного побережья Сахалина к ее величине в периоды 1985-1995 и 2015-2025 гг., и рассчитанная по данным периода 1985-1995 гг. производственная кривая

Приросты биомассы в период 1985-1995 гг. во многом были следствием урожайных поколений, тогда как, в период 2015-2025 гг. продуктивность запаса существенно ниже. Кроме того, данные за период 2015-2025 гг. имеют короткий ряд наблюдений и не могут использоваться

для оценки зависимости. По более полным данным, за период 1985-1995 гг., емкость среды составляет около 36,0 тыс. т, а V_{msy} – около 18 тыс. т. По производственной кривой, величина запаса к 2026 году должна была составить 13,35 тыс. т, но фактическая величина, возможно, будет несколько ниже – на уровне данных съёмов 2022-2024 гг. (8420 – 8627 т, в среднем – 8524 т).

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ

Прогнозируемая величина промыслового запаса краба камчатского в Западно-Сахалинской подзоне в 2026 г. может составить 8,5 тыс. т, что превышает целевой ориентир по биомассе и позволяет применить целевой коэффициент эксплуатации 17%.

В соответствии с «Правилами регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов», величина изменения ОДУ может составлять $\pm 30\%$. Учитывая наличие устойчивых промысловых скоплений самцов камчатского краба старших возрастных групп, величина ОДУ на 2026 г. может быть скорректирована в сторону увеличения на 30% или 45 т от величины ОДУ текущего года (150 т). Вследствие этого, скорректированный объём изъятия краба камчатского в Западно-Сахалинской подзоне на 2026 г. составит 195 т.

Таким образом, **рекомендуется корректировка ОДУ краба камчатского в Западно-Сахалинской подзоне на 2026 г. в сторону увеличения на 0,045 тыс. т, с 0,150 тыс. т до 0,195 тыс. т.**

КРАБ СИНИЙ (*Paralithodes platypus*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.2 – Западно-Камчатская подзона

Исполнитель: П.Ю. Иванов, О.И. Ильин («КамчатНИРО»)

Куратор: С.И. Моисеев, Д.О. Сологуб (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Основанием для корректировки ОДУ синего краба в Западно-Камчатской подзоне на 2026 г. являются новые научные данные о состоянии запаса данного вида водных биологических ресурсов, полученные в результате ловушечной съемки, выполненной в период с 13 августа по 27 сентября 2025 г. на судне РС «Алестар» (судовладелец – ООО «Пасифик Краб»). В 2025 г. на площади около 88 тыс. км² осуществлена постановка-выборка 229 контрольных порядков в диапазоне глубин 18–662 м (рис. 1Б); проанализировано 14242 экз. самцов синего краба. При расчете запаса синего краба площадь облова одной конусной ловушки принималась равной 8500 м² [Характеристика..., 1997; Лысенко, 2001а, б].

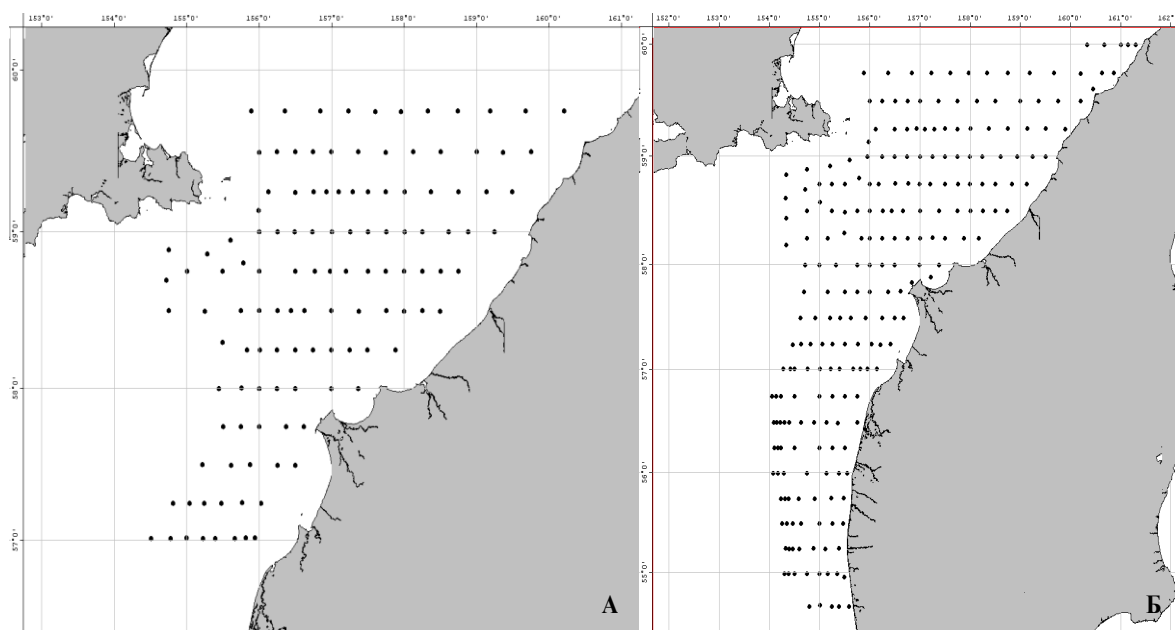


Рис. 1. Карта-схема расположения контрольных станций учетной ловушечной съемки в Западно-Камчатской подзоне в 2022 г. (А) и 2025 г. (Б)

В 2022 г. ловушечная съемка была выполнена на судне СТР «Шантар-1» (судовладелец – ООО «Дальневосточное побережье») в период с 23 сентября по 14 октября. В ходе съемки в 2022 г. выполнено 122 учетные ловушечные станции на глубинах 39–459 м; площадь, охваченная съемкой, составила около 46 тыс. км² (рис. 1А); биологическому анализу подвергнуто

14300 экз. самцов синего краба.

В 2024 г. учетная съемка по оценке численности синего краба в зал. Шелихова Западно-Камчатской подзоны не проводилась, а исследования 2023 г. из-за особенностей съемки признаны нерепрезентативными.

Работы в режиме мониторинга промысла «КамчатНИРО» осуществлены в ноябре 2024 г. на СРТМ «Флорин» (ООО «Дальневосточное побережье») в крайних координатах $58^{\circ}59,9'$ – $59^{\circ}08,4'$ с.ш., $157^{\circ}19,1'$ – $37,8'$ в.д. (рис. 2), на изобатах 132–142 м. Проанализировано 14 промысловых порядков, состоящих из 160 конических ловушек; взято на биоанализ 2737 экз. самцов синего краба.

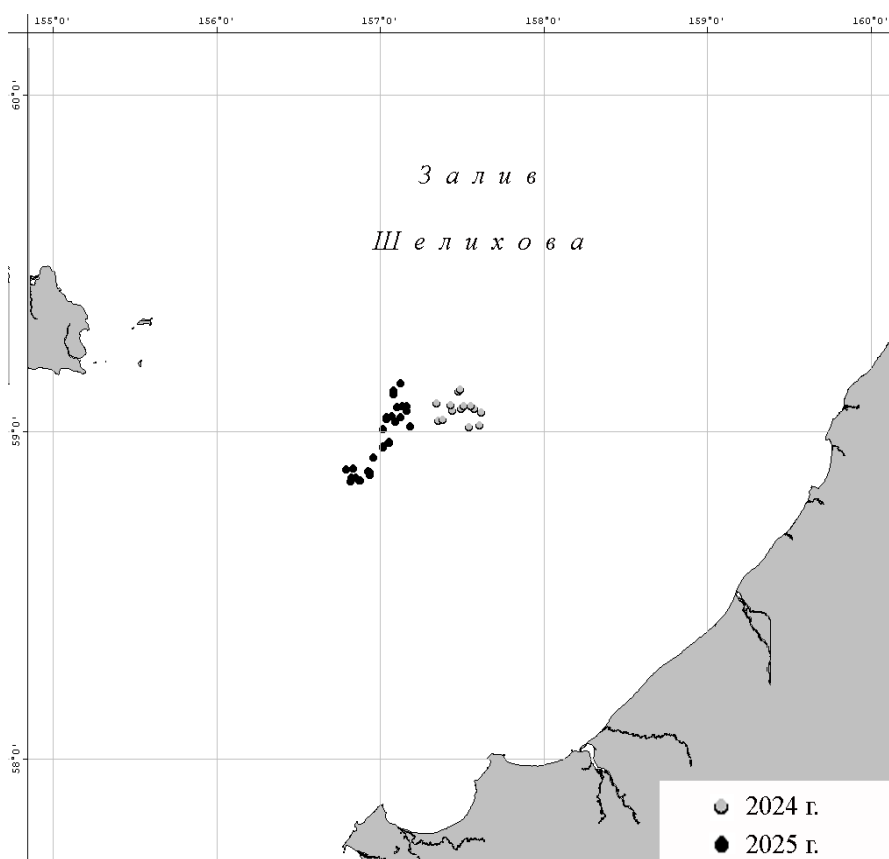


Рис. 2. Карта-схема расположения учетных промысловых порядков в Западно-Камчатской подзоне в 2024 и 2025 гг.

В декабре 2025 г. мониторинг промысла осуществлен «КамчатНИРО» на СРТМ «Андрей Басаргин» (ООО «Север») в крайних координатах $58^{\circ}50'4''$ – $59^{\circ}09,5'$ с.ш., $156^{\circ}46,2'$ – $157^{\circ}12,1'$ в.д. (рис. 2), на изобатах 137–258 м. Проанализировано 30 промысловых порядков, состоящих из 160 конических ловушек; на биоанализ взято 6097 экз. синего краба.

Сбор и обработка данных проводились по общепринятым гидробиологическим методам [Родин и др., 1979; Низяев и др., 2006], а построение карт распределения уловов — с использованием программы «КартМастер» 4.2, методом сплайн-аппроксимации плотности запаса [Бизиков и др., 2006].

Анализ промысла проводили, используя данные судовых суточных донесений (ССД) из отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (ОСМ) [Vasilets, 2015].

В соответствии с приложением 1 к приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, минимальными требованиями к составу информации для I уровня являются: исторические ряды возрастного состава, уловов, уловов на единицу промыслового усилия, темпа весового роста, темпа полового созревания, а также среднее по годам и возрастным группам значение коэффициента естественной смертности. Минимальными требованиями к составу информации на II уровне являются исторические ряды уловов и уловов на единицу промыслового усилия (или промысловых усилий).

Для синего краба в Западно-Камчатской подзоне есть сведения о вылове по функциональным группам в 1996–2025 гг., данные о среднемноголетней массе крабов по функциональным группам, мгновенные коэффициенты естественной смертности, данные учетных ловушечных съемок о плотности численности промысловых самцов и пререкрутов синего краба, выполненных в зал. Шелихова в последние 10 лет, сведения об уловах на единицу усилия в 2003–2025 гг.

Данная информация полностью соответствует минимальным требованиям для II уровня информационного обеспечения и частично – минимальным требованиям для I уровня информационного обеспечения.

Обоснование выбора методов оценки запаса

С 2015 г. для оценки запасов синего краба в Западно-Камчатской подзоне используется модель CSA [Collie, Sissenwine, 1983; Collie, Kruse, 1998], описывающая динамику функциональных групп (молодь, пререкруты, рекруты, промысловые самцы, самки). Использование модели подобного рода целесообразно в том случае, когда возраст особей определить не удастся, но по линейным размерам можно судить об их принадлежности к той или иной функциональной группе [Ильин, Иванов, 2015].

Исходными для модели являются:

– данные о фактическом вылове (млн экз.) синего краба в 1996–2016 гг. Оценки объемов реального вылова получили, основываясь на данных таможен Японии, Кореи, США, Канады об объемах импорта крабовой продукции из Российской Федерации [Иванов, 2016; Крабы–2014, 2014; Крабы–2015, 2015]. По этим данным приближенно фактический вылов синего краба у Западной Камчатки оценили, считая, что он пропорционален доле ОДУ синего краба в Западно-Камчатской подзоне от общего ОДУ вида в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне. Фактический вылов в 2017–2024 гг. приняли равным официальному;

– мгновенные коэффициенты естественной смертности приняли равными 0,2 1/год для всех трех функциональных групп;

– вероятность линьки по функциональным группам (пререкрутов I порядка – 0,9, пререкрутов II порядка – 0,95) [Максименко, Лысенко, 2002].

Традиционно в качестве одного из индексов для настройки модели используются результаты донных траловых съемок. Такой индекс используется, например, при оценке запасов камчатского краба у Западной Камчатки. Однако из-за сложных, задевистых грунтов этот вид съемок в районе обитания синего краба в зал. Шелихова никогда не проводился. В то же время в этом районе относительно регулярно выполняются ловушечные съемки, результаты которых и используются для настройки модели. Поскольку площадь проведенных в зал. Шелихова ловушечных съемок значительно варьировала по годам, в качестве индекса численности используются не абсолютные оценки запаса, а средняя плотность промысловых самцов и пререкрутов (тыс. экз./км²), учтенных на стандартном полигоне (рис. 3). Площадь и границы полигона определены по основной дислокации всего добывающего флота на промысле синего краба за последние годы, в последние 12 лет в пределах него всегда проводились учетные съемки.

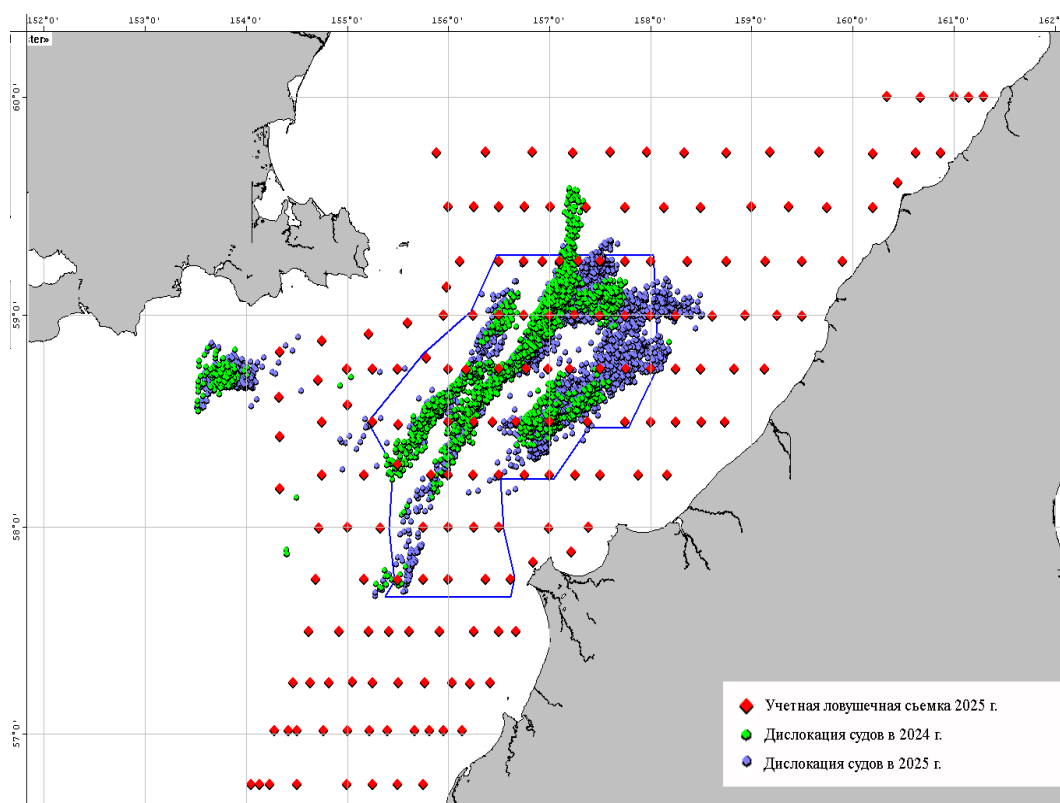


Рис. 3. Карта-схема района работ по синему крабу в Западно-Камчатской подзоне в 2025 г., дислокация промысловых судов на добыче синего краба и выделенный полигон для получения индекса запаса

Из-за действия запрета на добычу синего краба в подзоне к югу от 57°40' с.ш., эти районы при оценке численности промыслового запаса не учитывались.

Кроме того, для настройки модели использовали данные об уловах на ловушку в сутки, полученные научными наблюдателями в ходе мониторинга промысла синего краба, и данные промысловой статистики по уловам на усилие (т/судосутки).

В качестве дополнительного метода прогнозирования состояния запаса синего краба в Западно-Камчатской подзоне использовали модель, применяемую на протяжении 20 лет (до 2016 г.), учитывающую промысловую и естественную смертность и вероятность линьки пререкрутов. Исходными данными для этой модели являлись оценки численности функциональных групп синего краба, полученные по результатам ловушечной съемки 2025 г.

Расчет численности промыслового запаса на 2026 г. проводился по формуле: $N = [(A - B) \times 0,8 + C_1 \times 0,8]$, где

A – численность промысловых самцов по данным ловушечной съемки 2025 г.; B – количество промысловых самцов, которое было выловлено в 2025 г. после начала учетной съемки. C_1 – численность самцов-пререкрутов I порядка (размеры 120–129 мм), которые в 2026 г. пополнят промысловую часть популяции, с учетом вероятности линьки этого размерного класса. Вероятность линьки пререкрутов I порядка – 0,9, пререкрутов II порядка — 0,95 [Максименко, Лысенко, 2002]. 0,8 – учет коэффициента естественной смертности промысловых самцов и пререкрутов синего краба (20%).

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Изучение биологии синего краба *Paralithodes platypus* началось в 1970-х гг., когда возник интерес к промыслу этого вида, при этом основное внимание было уделено беринговоморским популяциям [Лысенко, 2001a], а популяция северо-восточной части Охотского моря характеризовалась как относительно малочисленная [Букин и др., 1988]. В 1992 г. были обнаружены многочисленные скопления синего краба на склонах глубоководного каньона в зал. Шелихова, начались детальные исследования этой популяции. [Лысенко, 2001б].

В последние 10 лет освоение ОДУ синего краба находилось на высоком уровне (табл. 1), при этом в последние годы ОДУ осваивается уже в первом полугодии на 90% и более. Исключением явился 2025 г., когда после корректировки объема ОДУ (приказ Минсельхоза России от 23.10.2025 № 692), интенсивный вылов продолжился и во втором полугодии.

Динамика среднесуточного вылова синего краба в I полугодии (по 14 июля) за последнее десятилетие имела общий тренд роста вплоть до 2017 г., когда был зафиксирован максимальный вылов. После 2017 г. отмечена общая тенденция на снижение этого показателя (рис. 4), при этом в 2021 г. вылов на судосутки оказался минимальным за последние девять лет, снизившись до 5,7 т. По итогам промысла 2022 и 2023 гг., вылов на судосутки увеличился до 6,5 и 6,4 т, незначительно уступая среднегодовалому показателю в 6,9 т. В 2024 г. вылов синего краба на судосутки вырос до 7,4 т, но в 2025 г. снизился до уровня 2021 г. и составил 5,9 т.

**Межгодовая динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ синего краба
в Западно-Камчатской подзоне**

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение ОДУ, %
2016	3,510	3,440	98,0
2017	3,850	3,817	99,1
2018	3,948	3,915	99,2
2019	3,316	3,282	99,0
2020	3,316	3,301	99,5
2021	2,916	2,904	99,6
2022	2,449	2,438	99,6
2023	2,449	2,434	99,4
2024	2,841	2,828	99,5
2025	4,139	4,129	99,8

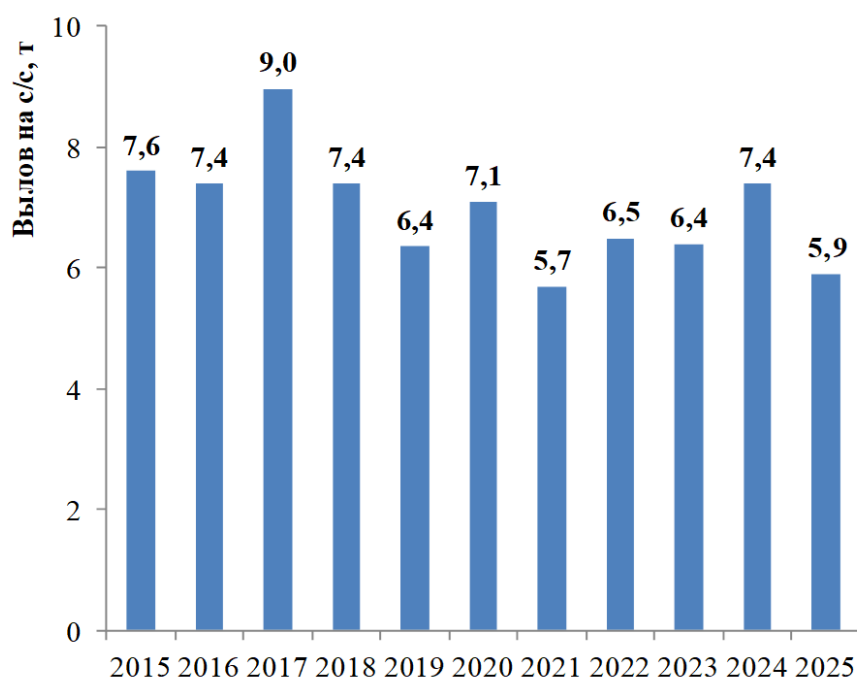


Рис. 4. Межгодовая динамика среднесуточного вылова (с 1 января по 14 июля) и улова на промысловую операцию синего краба в Западно-Камчатской подзоне

Наблюдаемое снижение уловов на промысловое усилие в 2025 г. по сравнению с 2024 г. имеет несколько объективных причин. Во-первых, общий объем вылова синего краба, полученный в Западно-Камчатской подзоне в 2025 г. (4124,108 т), на 46% превышает вылов, полученный 2024 г. (2823,831 т). При этом, величина промыслового усилия (кол-во судосуток) в 2025 г. оказалось на 94,5% выше уровня 2024 г. Во-вторых, дополнительный объем вылова (0,955 тыс. т), предусмотренный в рамках корректировки ОДУ на 2025 г., стал доступен для промысла только с октября 2025 г. Это определило увеличение в осенний период 2025 г. объема вылова более чем на 200% по сравнению с аналогичным периодом 2024 г. Промысловое усилие осенью 2025 г. выросло более чем в 2 раза по сравнению с 2024 г. (рис. 5).

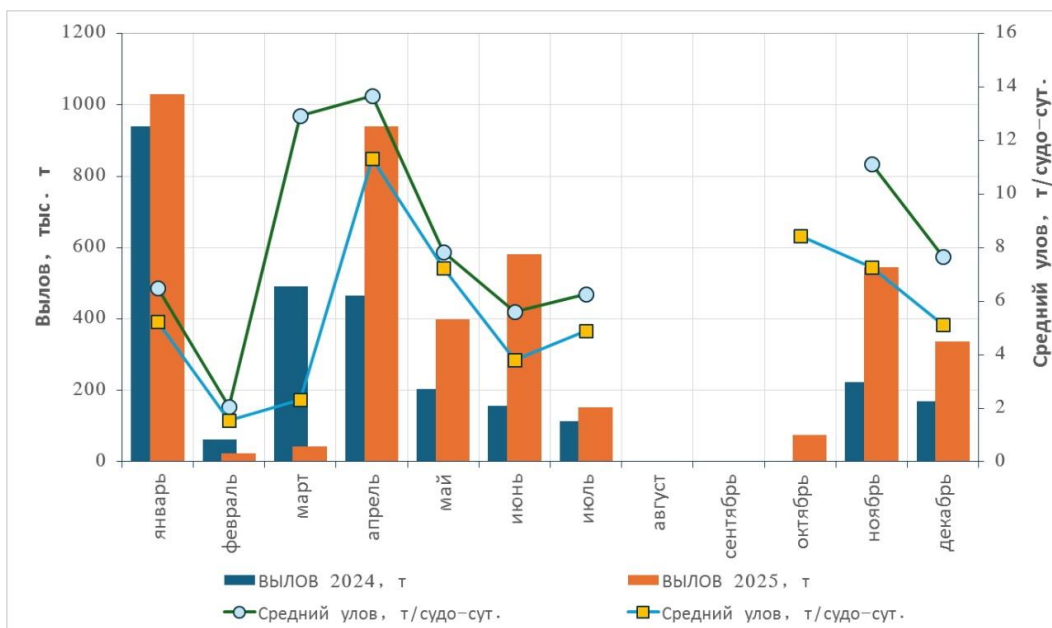


Рис. 5. Показатели промысла синего краба в Западно-Камчатской подзоне в 2024 и 2025 гг. по месяцам

Кроме того, в феврале-марте 2025 г. в районе промысла синего краба сложилась аномально тяжелая ледовая обстановка, которая не позволила добывать краба к северу от $58^{\circ}30'$ с.ш. Для сравнения в марте 2024 г. добычу синего краба вели до параллели $59^{\circ}40'$ с.ш., что позволило за этот месяц добыть почти 500 т краба, что составило 17,4% от суммарного годового объема вылова. Средний улов краба в сутки на одно судно в марте 2024 г. оказался выше среднегодового, составив почти 13 т.

В марте 2025 г. из-за тяжелых ледовых условий и невозможности подхода в район основных промысловых скоплений, вылов краба составил всего 41,7 т (1,0% от суммарного годового объема вылова), а уловы на промысловое усилие составили в среднем 2,3 т в сутки на одно судно.

Снижение вылова в марте на фоне общего увеличения ОДУ синего краба, добывающие компании были вынуждены компенсировать, нарастив промысловое усилие и вылов краба в апреле-июле. Однако, в этот период уловы краба традиционно снижаются в следствие миграции части крабов к границам территориального моря и их рассредоточения на большой площади, а также в следствие начала личочных процессов в популяции синего краба.

Таким образом, снижение улова на промысловое усилие на промысле синего краба в Западно-Камчатской подзоне в 2025 г. не связано с ухудшением состояния запаса данного вида, а обусловлено организационными аспектами промысла и негативной ледовой обстановкой.

Освоение запаса синего краба в течение года осуществляет большое количество судов, в последние четыре года – 32–40 единиц, при этом почти 90% вылова до последнего времени приходилось на суда, добывающие краба с целью дальнейшей его транспортировки в живом виде. В 2025 г. в добыче

синего краба в подзоне участвовали уже только суда-живовозы в количестве 41 единицы.

В период промысла синего краба в последние три года (в 2023-2025 гг.) суда в Западно-Камчатской подзоне дислоцировались преимущественно в горле зал. Шелихова, ведя добычу на плотных промысловых скоплениях на склонах глубоководного каньона. В зимне-весенний период добыча велась, главным образом, в пределах глубин 250–350 м, в весенне-осенний – смещена на глубины менее 200 м, большей частью – в восточном направлении, в сторону западно-камчатского побережья. На юг промысел простирался до северной границы запретного района (57°40' с.ш.), на севере – был ограничен, по большей части, 59°30' с.ш. В отдельные годы несущественные объемы вылова в подзоне приходились на участок, граничащий с Северо-Охотоморской подзоной, где отчитывались о вылове суда, как правило, добывавшие крабов одновременно в двух промысловых районах.

Динамика численности функциональных групп синего краба в Западно-Камчатской подзоне по результатам учетных ловушечных съемок за период с 2011 по 2025 гг. показывает значительную межгодовую изменчивость полученных оценок (табл. 2). Численность промыслового запаса синего краба находилась в широких пределах от 4,182 млн экз. (в 2019 г.) до 24,821 млн экз. (в 2022 г.), что обусловлено разными сроками проведения съемок и площадью района исследований.

Таблица 2

Межгодовая динамика численности самцов синего краба по данным учетных ловушечных съемок к северу от 57°40' с.ш., млн экз.

Год	Промысловые самцы	Пререкруты		Молодь	Площадь работ, км ²	Индекс плотности промысловых самцов, тыс. экз./км ²	
		I порядка	II порядка			На всей площади	На полигоне
2011	7,415	3,330	3,555	7,162	5300	1,40	-
2012	7,312	3,816	2,948	5,662	4870	1,50	-
2013	13,330	5,810	4,050	4,140	13245	1,01	0,39
2014	12,506	5,533	3,657	4,128	15656	0,80	0,61
2015	13,381	5,055	3,589	2,955	15605	0,86	1,02
2017	9,510	1,761	1,120	1,420	17881	0,53	0,45
2019*	4,182	0,749	0,322	0,156	7621	0,55	-
	11,519	1,804	0,763	0,530	17599	0,65	0,65
2020	7,416	2,529	1,423	2,059	19729	0,38	0,33
2021**	6,464	1,311	0,665	0,474	10419	0,62	0,41
	8,066	1,774	1,606	1,641	26769	0,30	-
2022	24,821	8,396	7,889	13,922	40820	0,61	0,78
2023***	6,831	1,497	1,167	1,587	24777	0,28	0,19
2025	20,316	6,078	4,914	6,910	54575	0,37	0,56

* – данные зимней и весенней учетной съемок;

** – данные зимней и осенней учетной съемок;

*** – результаты съемки признаны нерепрезентативными

До 2021 г. съемки выполняли, в основном, в весенний период (в апреле-июне), когда синий краб начинает сезонные миграции из глубоководного каньона зал. Шелихова на более мелководные участки, расположенные вблизи побережья Камчатского края и Магаданской области. Выполнение ловушечных съемок в весенний период затруднено тяжелой ледовой обстановкой в связи с выносом ледовых полей из зал. Шелихова.

Начиная с 2021 г. съемки выполняли в осенний период (август-октябрь), когда ледовая обстановка не препятствует выполнению работ. В этот период синий краб сосредоточен на обширной акватории и начинает совершать сезонные миграции от прибрежных участков к местам зимовки, расположенным в глубоководном каньоне зал. Шелихова. В связи с этим, площадь осенних съемок значительно больше площади весенних съемок, при этом осенние съемки показывают более полную оценку запаса, чем весенние съемки.

Учетные съемки, выполненные в осенний период 2021 и 2023 гг. на НИС «Зодиак», не охватили всего района обитания синего краба, поэтому оценки численности, полученные по результатам этих съемок, можно считать нерепрезентативными.

Наиболее высокие оценки численности всех функциональных групп синего краба в Западно-Камчатской подзоне за всю историю исследований данной единицы запаса были получены в ходе осенних ловушечных съемок 2022 г. и 2025 гг., которые охватили наибольшую площадь 40,82 км² и 54,575 км² соответственно.

По результатам учетной съемки 2025 г., численность промысловых самцов синего краба (с ШК \geq 130 мм) во всей Западно-Камчатской подзоне (к северу от 54°00' с.ш.) составила 26,545 млн экз., пререкрутов I (с ШК 120-129 мм) – 7,908 млн экз., пререкрутов II (с ШК 110-119 мм) – 6,843 млн экз., молоди (с ШК < 110 мм) – 8,933 млн экз., самок – 34,884 млн экз. В основном районе промысла синего краба на шельфе Западной Камчатки – к северу от параллели 57°40' с.ш. численность промыслового запаса синего краба составила 20,316 млн экз.

Оценки численности, полученные в 2025 г., оказались близки к показателям 2022 г. (26,545 и 28,516 млн экз.). Численность непромысловых самцов синего краба в 2025 г. снизилась по сравнению с 2022 г. В то же время, численность самок синего краба в 2025 г. оказалась на 30% выше по сравнению с 2022 г.

Наблюдаемое снижение численности промысловых и непромысловых самцов синего краба может быть связано с различными сроками проведения ловушечной съемки в 2022 г. (сентябрь-октябрь) и в 2025 г. (август-сентябрь). По-видимому, в 2025 г. часть самцов синего краба находилась в границах морской охраняемой зоны Магаданского заповедника (12-мильная зона вокруг Ямских о-вов и п-ова Пьягина).

По данным мониторинга промысла синего краба в январе 2019 г., среднесуточный улов промысловых самцов составил, в среднем, для двух судов 10,2 экз./лов. (максимум – 31,2 экз./лов.), а в мае того же года –

14,1 экз./лов. (максимум – 35,8 экз./лов.) (табл. 3). Весной 2020 г. показатели уловов промысловых самцов на ловушку оставались на сравнительно высоком уровне – 11,4 экз., достигая максимальных суточных значений 28,7 экз./лов. В январе 2021 г. как средний, так и максимальный суточный уловы промысловых самцов существенно снизились (8,7 и 14,0 экз.), а непромысловых – в целом, увеличились.

Таблица 3

Межгодовая динамика уловов синего краба по данным, собранным в режиме мониторинга промысла в Западно-Камчатской подзоне

Период промысла		Улов, экз./лов./сут.		
		Промысловые самцы	Пререкруты I	Пререкруты II
2014	апрель	5,1	2,3	2,3
	ноябрь	6,0	1,5	1,0
2015	апрель	6,7	2,8	3,4
		10,6	2,5	1,4
	май	6,2	1,6	0,9
	июнь	8,0	2,5	1,6
2016 ноябрь		9,2	3,5	2,5
		6,9	1,8	1,4
2017 апрель		8,8	1,7	1,5
		19,0	3,4	2,4
2019	январь	10,2	2,0	1,0
	май	14,1	1,8	0,5
2020 март–апрель		11,4	1,3	0,4
2021 январь		8,7	2,1	1,2
2022 март		20,6	2,1	1,8
2023 апрель		13,7	2,4	1,1
2024 ноябрь		23,4	6,7	4,5
2025 декабрь		11,9	1,9	0,9

Результаты мониторинга промысла в марте 2022 г. показали значительный рост среднего и максимального суточных уловов промысловых самцов (20,6 и 28,3 экз.), при стабильности показателей сравнительно высоких уловов непромысловых самцов. Средний и максимальный суточные уловы промысловых самцов в 2023 г. хоть и несколько снизились, составив 13,7 и 24,0 экз./лов., но продолжали оставаться на сравнительно высоком уровне, превышающем среднегодовалое (с 2014 г.) значение 11,0 экз./лов. Результаты мониторинга промысла в 2024 г. продемонстрировали значительный рост уловов всех функциональных групп самцов синего краба, при этом их значения оказались максимальными на современном этапе наблюдений. Тем не менее, уже через год показатели уловов самцов всех функциональных групп значительно снизились.

Размерный состав самцов в уловах в течение пяти лет исследований вплоть по 2023 г. изменялся незначительно: от 52 до 68% (в среднем – 59%)

промысловых самцов в эти годы были представлены особями с ШК 130–155 мм. В районе научного мониторинга промысла осенью 2024 г. доля промысловых самцов в уловах была ниже (47%), чем в предыдущие годы исследований, а в 2025 г. – выросла до 53%, при этом их размерный состав был наиболее близок к таковому в 2023 г. Средний размер и масса промысловых самцов остаются относительно стабильными (табл. 4).

Таблица 4

Показатели размеров и массы промысловых самцов синего краба по данным, собранным в режиме мониторинга промысла в Западно-Камчатской подзоне

Период промысла	Средний размер, мм	Средняя масса, кг
2019 январь	147,7	1,87
2020	март	148,3
	апрель	143,4
2021 январь	147,5	1,95
2022 март	145,2	1,90
2023 апрель	148,1	2,04
2024 ноябрь	147,7	1,97
2025 декабрь	149,6	1,90

В последние годы в уловах учетных и промысловых порядков всегда преобладали самцы синего краба промыслового размера (рис. 6, рис. 7), при этом их доля в уловах промысловых порядков составляла в среднем 76%, в учетных – 65%.

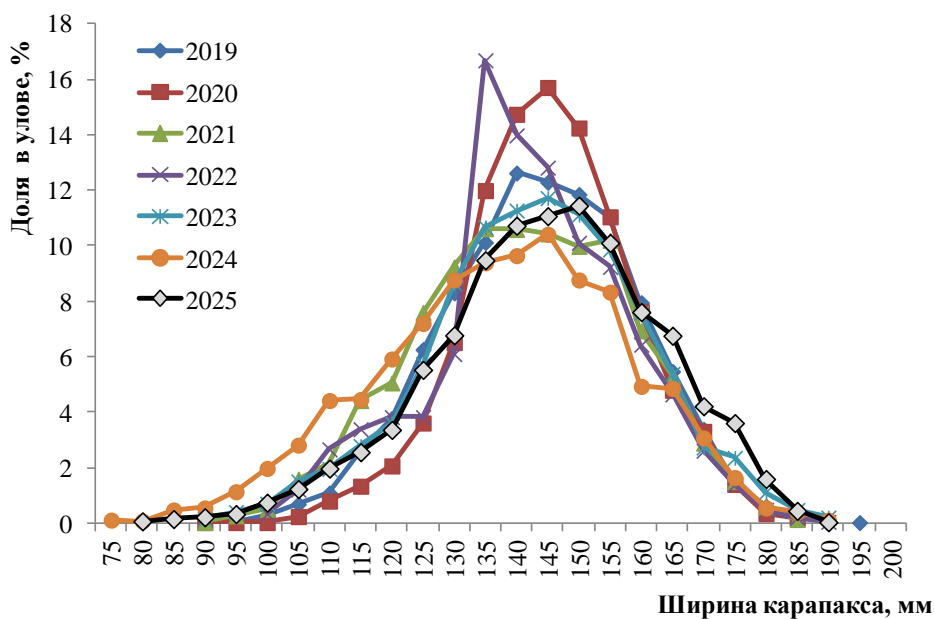


Рис. 6. Размерный состав самцов синего краба в Западно-Камчатской подзоне по данным, полученным в режиме мониторинга промысла

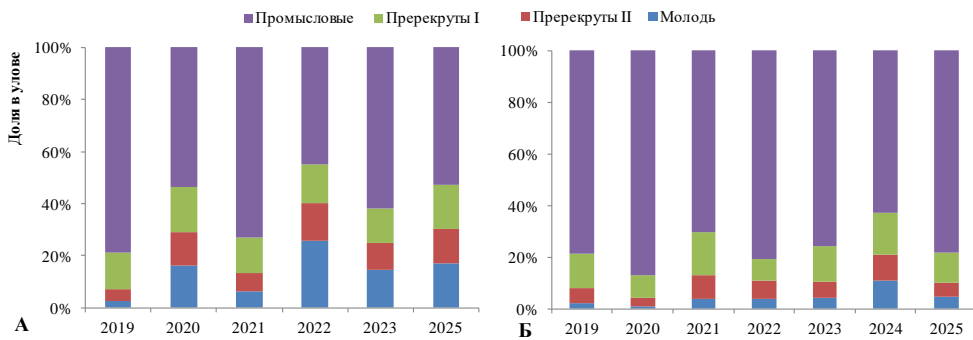


Рис. 7. Состав уловов самцов синего краба в Западно-Камчатской подзоне по данным учетных ловушечных съемок (А) и данным мониторинга промысла (Б)

В целом, соотношение размерных групп самцов в обоих случаях сходно, за исключением доли молодежи, которая значительно выше в учетных орудиях лова. Ловушечные съемки проводятся на обширной площади и нацелены на учет всех функциональных групп самцов, в том числе будущего пополнения промыслового запаса, тогда как промысел осуществляется на локальных участках, с преобладанием промысловых самцов.

При анализе качественного состава уловов самцов синего краба по данным учетных ловушечных съемок, обращает на себя внимание сравнительно высокая относительная доля дальнего пополнения (молодь и пререкруты II) в 2022 и 2025 гг. Кроме того, в 2024 г. в уловах промысловых порядков зафиксировано необычно большое относительное количество самцов с ШК менее 120 мм. Вместе с тем, уже в следующем году относительное количество таких самцов существенно снизилось.

Оценка численности промысловых самцов синего краба в Западно-Камчатской подзоне в 2025 г., полученная с помощью модели CSA, составила 16,42 млн экз., биомасса – 27,92 тыс. т (рис. 8).

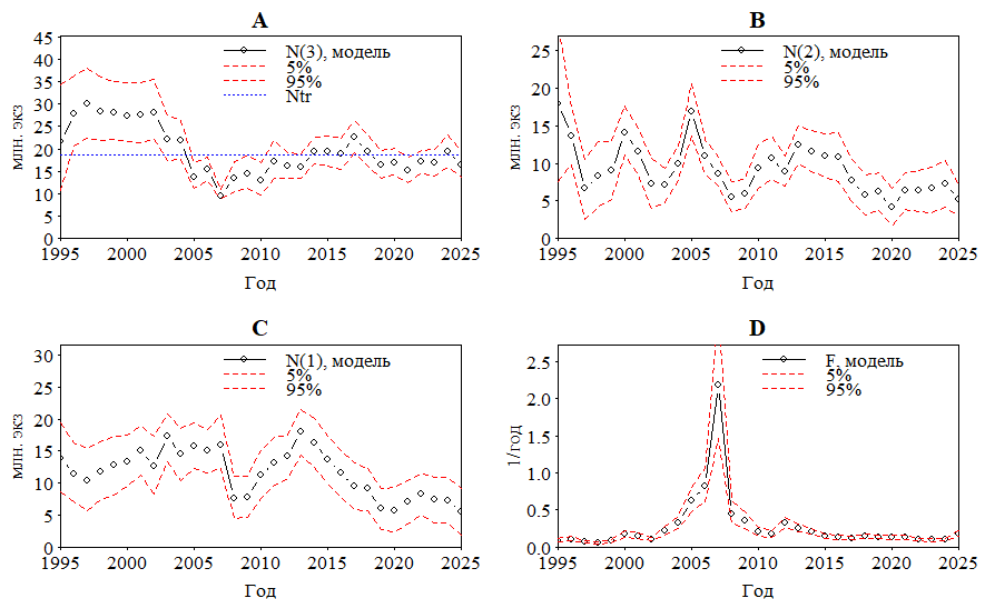


Рис. 8. Численность промысловых самцов (А), пререкрутов I (В) и пререкрутов II (С), и коэффициенты промысловой смертности (D) синего краба в Западно-Камчатской подзоне. Пунктирные линии показывают 90% доверительные интервалы

Определение биологических ориентиров

Оценки некоторых целевых и граничных биологических ориентиров для зонального правила регулирования промысла (ПП) синего краба в Западно-Камчатской подзоне представлены в таблице 5.

Таблица 5

Интервальные оценки биологических ориентиров

Ориентир	2,50%	Median	97,50%
$F_{45\%}$, 1/год	0,198	0,212	0,227
$F_{40\%}$, 1/год	0,239	0,257	0,276
$F_{0,1}$, 1/год	0,216	0,236	0,257
$V_{25\%V_{\text{vir}}}$, тыс. т	15,69	17,00	18,23
V_{loss} , тыс. т	14,50	16,74	19,18

Оценка граничного ориентира по биомассе промысловых самцов составила $V_{\text{lim}}=16,7$ тыс. т (9,8 млн экз.).

В качестве целевого ориентира по мгновенному коэффициенту промысловой смертности выбрали нижнюю границу 95% доверительного интервала «предосторожного» ориентира $F_{45\%}$ (по модельным оценкам 2022 г.), т.е. $F_{\text{tr}}=0,198$ год⁻¹. В терминах доли изъятия эта величина составляет 16,3%.

Соответствующий целевой ориентир по биомассе промысловых самцов V_{tr} легко определить по кривой равновесной промысловой биомассы на пререкрута (рис. 9). В настоящем обосновании целевой ориентир по биомассе промысловых самцов скорректирован, так как среднемноголетняя численность пререкрутов Π уменьшилась. При численности пререкрутов на среднемноголетнем уровне (11,59 млн экз.) и средней массе промысловых самцов 1,7 кг, он составит 30,1 тыс. т. Формула для нахождения значений равновесной промысловой биомассы на пререкрута имеет вид:

$$\frac{FSB}{N_1}(f) = \frac{1.7N_3}{N_1}(f) = 1.7 \frac{p_1 p_2 \exp(-fs_1 - M_1) \exp(-fs_2 - M_2)}{(1 - \exp(-fs_3 - M_3))(1 - (1 - p_2) \exp(-fs_2 - M_2))}$$

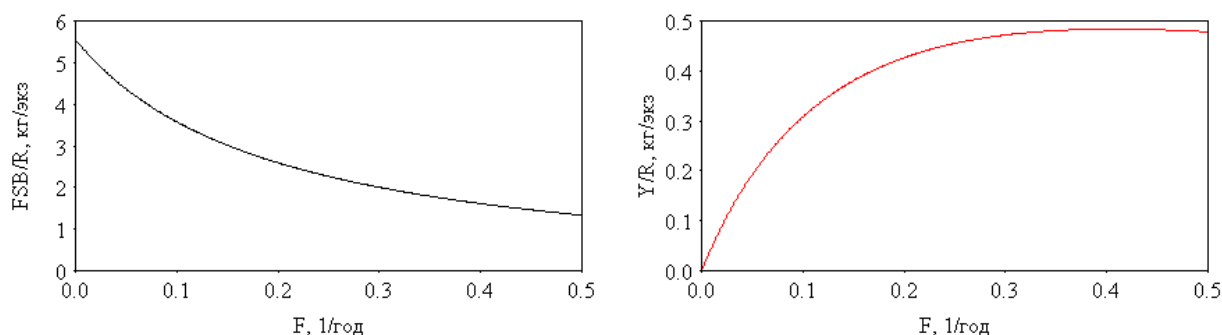


Рис. 9. Кривые равновесной биомассы промысловых самцов (слева) и равновесного улова (справа) на пререкрута

При численности пререкрутов на среднемноголетнем уровне и средней массе промыслового самца 1,7 кг оценка целевого ориентира по биомассе (численности) промысловых самцов V_{tr} составит 31,2 тыс. т (18,7 млн экз.).

Обоснование правила регулирования промысла

Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках «предосторожного» подхода к управлению промысловыми запасами водных биологических ресурсов [Бабаян, 2000], обосновали ПРП синего краба, цель которого – поддержание запаса на уровне высокой продуктивности V_{tr} и последующая его эксплуатация на этом уровне с постоянной интенсивностью промысла F_{tr} .

Аналитическая форма ПРП имеет вид:

$$F_{rec_i} = 0, \text{ при } V_i < V_{lim},$$

$$F_{rec_i} = (F_{tr} - F_0)(V_i - V_{lim}) / (V_{tr} - V_{lim}) + F_0, \text{ при } V_{lim} < V_i < V_{tr}, F_0=0,$$

$$F_{rec_i} = F_{tr} = \text{const}, \text{ при } V_i > V_{tr}.$$

Прогнозирование состояния запаса

Для прогнозирования состояния запаса синего краба в Западно-Камчатской подзоне использовали те же значения мгновенных коэффициентов естественной смертности, что и в ретроспективе. В качестве пополнения на прогнозный период приняли среднемноголетнюю численность пререкрутов, «зашумленную» с учетом логнормального распределения ошибки параметров (медиана – 11,52 млн экз.), в качестве стартовых значений – «зашумленную» численность функциональных групп в терминальном году. Массу промыслового самца приняли равной среднемноголетней величине, равной 1,7 кг. Далее, численность функциональных групп на 2 года вперед оценивали по формулам используемой модели динамики численности функциональных групп:

$$N_{i,2} = p_1 N_{i-1,1} S_{i-1,1} + (1-p_2) N_{i-1,2} S_{i-1,2},$$

$$N_{i,3} = p_2 N_{i-1,2} S_{i-1,2} + N_{i-1,3} S_{i-1,3}, \quad \text{где}$$

$$S_{i,j} = \exp(-Z_{i,j}), Z_{i,j} = M_{i,j} + F_{i,j}, \quad i=1,2$$

$N_{i,1}$, $N_{i,2}$, $N_{i,3}$ — численность функциональных групп — пререкрутов, рекрутов и промысловых самцов в i -м году;

$M_{i,j}$ – мгновенные коэффициенты естественной смертности;

$F_{i,j}$ – мгновенные коэффициенты промысловой смертности в i -м году;

p_j – вероятность линьки в j -ой функциональной группе, $j=1,2,3$.

На начало 2026 г. прогнозная медианная оценка численности промысловых самцов, согласно расчетам по указанным формулам, составит 16,13 млн экз., биомасса – 27,43 тыс. т. Оценка вероятности того, что биомасса промыслового запаса на начало 2026 г. окажется ниже целевого ориентира, составляет 79,1%, ниже граничного ориентира – 0%.

Дополнительно прогноз состояния запаса был выполнен с помощью модели, применяемой в «КамчатНИРО» до 2016 г., учитывающей промысловую и естественную смертность и вероятность линьки пререкрутов.

Расчет численности промыслового запаса на 2026 г. проводился по формуле: $N = [(A - B) \times 0,8 + CI \times 0,8]$, где

A – численность промысловых самцов по данным ловушечной съемки 2025 г. (20,316 млн экз.);

B – количество промысловых самцов, которое было выловлено в 2025 г. после начала учетной съемки (0,958 тыс. т или 0,564 млн экз.);

CI – численность самцов-пререкрутов I порядка (размеры 120–129 мм), которые в 2026 г. пополнят промысловую часть популяции (7,908 млн экз.), с учетом вероятности линьки этого размерного класса. Вероятность линьки пререкрутов I порядка – 0,9, пререкрутов II порядка — 0,95 [Максименко, Лысенко, 2002].

0,8 – учет коэффициента естественной смертности промысловых самцов и пререкрутов синего краба (20%).

Согласно результатам выполненных расчетов, численность промысловых самцов синего краба в 2026 г. составит:

$$N = [(20,316 - 0,564) \times 0,8 + 7,908 \times 0,9 \times 0,8] = 21,495 \text{ млн экз.}$$

При средней массе промыслового самца 1,7 кг, биомасса промыслового запаса синего краба в Западно-Камчатской подзоне составит 36,542 тыс. т.

Оценка промыслового запаса на 2026 г., полученная с помощью модели CSA (16,13 млн экз.) оказалась значительно ниже по сравнению с оценкой, полученной методом «запас-пополнение» (21,495 млн экз.). По результатам применения первого метода на 2026 г. прогнозируется снижение запаса примерно на 25% по сравнению с прямой оценкой 2025 г., полученной по результатам ловушечной съемки. Метод «запас-пополнение» показывает стабильное состояние запаса на уровне оценок, полученных по результатам двух последних съемок (2022 и 2025 гг.). Учитывая, что съемки 2022 и 2025 гг. показали максимальные значения промыслового запаса, а также пополнения, сценарий, при котором на ближайшие годы прогнозируется стабилизации запаса, является более реалистичным. В связи с этим, считаем целесообразным ориентироваться на прогнозируемую оценку промыслового запаса, полученную методом «запас-пополнение» 21,495 млн экз. (36,542 тыс. т).

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

В 2025 г. получены новые научные данные о состоянии запаса синего краба в Западно-Камчатской подзоне. Результаты ловушечной съемки 2025 г. демонстрируют стабильное состояние запаса на высоком уровне. Полученная в 2025 г. оценка промыслового запаса стала второй по величине после съемки 2022 г. Кроме того, в 2022 и 2025 гг. получены высокие оценки численности непромысловых самцов, составляющих пополнение промысловой части популяции.

Прогнозируемая величина промыслового запаса краба синего в Западно-Камчатской подзоне на 2026 г. составит 21,495 млн экз. или 36,542 тыс. т, что превышает целевой ориентир управления (18,7 млн экз.) и позволяет применять целевой коэффициент эксплуатации 16,3% от биомассы

промыслового запаса. При таком подходе, допустимое изъятие на 2026 г. может составить 5,956 тыс. т. Полученное значение на 43% превышает утвержденный ОДУ синего краба на 2026 г.

В соответствии с Правилами регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов, для запаса синего краба в Западно-Камчатской подзоне установлен статус «восстанавливающийся», а предельный уровень ежегодного изменения ОДУ для запасов крабоидов с этим статусом составляет $\pm 30\%$.

Однако, имеющиеся данные указывают на то, что состояние данного запаса в большей степени соответствует статусу «стабильный», для которого предельный уровень ежегодного изменения ОДУ составляет $\pm 16\%$. В связи с этим, рекомендуется ограничить увеличение ОДУ синего краба в Западно-Камчатской подзоне на 2026 г. в соответствии с предельным уровнем ежегодного изменения ОДУ, установленным для запасов крабоидов, имеющих статус «стабильный». При таком подходе, ОДУ синего краба в Западно-Камчатской подзоне на 2026 г. может составить 4,800 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется корректировка ОДУ краба синего в Западно-Камчатской подзоне на 2026 г. в сторону увеличения на 0,661 тыс. т, с 4,139 тыс. т до 4,800 тыс. т.**

КРАБ РАВНОШИПЫЙ (*Lithodes aequispinus*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.1 – Северо-Охотоморская подзона

Исполнитель: С.В. Клинушкин («МагаданНИРО»)

Куратор: С.И. Моисеев (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Приказом Минсельхоза России от 23.10.2025 г. № 692 ОДУ краба равношипного для Северо-Охотоморской подзоны на 2026 г. установлен в объёме 1,635 тыс. т.

Основой для корректировки величины ОДУ краба равношипного на 2026 г. послужили данные его промышленного лова в 2004-2025 гг., полученные через систему ССД (судовых суточных донесений) ФГБУ «ЦСМС». Для анализа биологического состояния популяции краба равношипного использовались данные, собранные в 2021 и 2025 гг. при проведении учётно-ловушечной съёмки с борта НИС «Зодиак», при проведении мониторинга с судна РШ «Талан» и при выполнении донной траловой съёмки на СТР «Сланцы» в 2024 г., кроме того, использовались материалы прошлых лет (табл. 1).

Таблица 1

Объём материала, используемый при подготовке корректировки прогноза ОДУ краба равношипного Северо-Охотоморской подзоны на 2026 г.

Судно	Год	Период работ	Орудие лова	Количество учётных станций	N, экз.
НИС «Зодиак»	2021	Июль–август	Конусовидные ловушки	78	2183
РШ «Талан»	2023	Апрель		2	325
СТР «Сланцы»	2024	Июнь–июль	Донный трал	143	792
НИС «Зодиак»	2025	Август–сентябрь	Конусовидные ловушки	34	1255

Информационное обеспечение обоснования корректировки ОДУ можно отнести к II уровню, согласно требованиям приложения 1 к приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104.

Обоснование выбора методов оценки запаса

В период с 1994 по 2009 гг. промысловый запас краба равношипного в Северо-Охотоморской подзоне оценивался методом весовой интерполяции, реализованной в программе «El Mара v. 3.1» [Радченко, Васильев, 2001], позже (2010-2014 гг.) – методом сплайн-аппроксимации, алгоритм которого

описан Д.А. Столяренко [Stolyarenko, 1986, 1987], с помощью программы «КартМастер v. 4.1» [Поляков, ВНИРО, 2003-2008]. Для расчётов использовались материалы ресурсных исследований, а также мониторинга промышленного лова равношипного краба. В настоящее время актуальность применения данных методов снизилась по причине резкого уменьшения объёма ресурсных исследований и мониторинговых работ.

Имеющийся массив данных о промышленном лове и биологическом состоянии равношипного краба в Северо-Охотморской подзоне обеспечивает проведение аналитической оценки состояния запаса и расчёт ОДУ с использованием динамических продукционных моделей (приказ Минсельхоза России от 06.02.2015 г. № 104). В прогнозах 2015-2021 гг. ОДУ рассчитывался с помощью продукционных моделей в программной среде «СОМВИ v. 4.0» («ВНИРО»); в прогнозе ОДУ на 2022-2026 гг. использована следующая версия – «СОМВИ v. 4.2». В алгоритм работы программы включены необходимые этапы обоснования его величины – оценка качества исходных данных, подбор продукционной модели, оценка ориентиров управления, обоснование правила регулирования промысла, прогнозирование биомассы запаса и улова. В основе расчётов лежит динамика индексов запаса, полученная по данным о стандартизированных промысловых усилиях на судосутки промысла среднетоннажного флота при ведении промышленного лова в 2004-2025 гг.

Массив данных был проанализирован тремя продукционными моделями, отличающимися законом роста эксплуатируемой популяции: моделью Шефера, моделью Фокса и обобщённой моделью Пелла-Томлинсона. Исследовано поведение целевых функций процессов: минимизации суммы квадратов отклонений, логарифмической суммы квадратов, а также медианного отклонения. После проведения многократных расчётов выбор сделан в пользу модели Шефера, которая оптимально интерпретировала имеющиеся данные. Наилучшее значение целевых функций получено при минимизации медианного отклонения ($Me|\varepsilon_i|=0,214$).

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Освоение ресурсов краба равношипного в Охотском море начато в 1968 г. японскими рыбаками в районе, расположенном юго-восточнее банки Кашеварова, с рекомендованной квотой объёмом около 1 тыс. т. Интенсивность иностранного вылова краба равношипного ежегодно возрастала и, в результате, уже к 1982 г. состояние его популяции стало оцениваться как напряжённое. В районе проведения японского лова доля самцов коммерческого размера в уловах в 1969 г. составляла 41% [Родин, 1970], в период 1980-1982 гг. она снизилась до 10%. Своевременной реакцией на эту ситуацию стало введение с 1984 г. запрета на промысел равношипного краба [Михайлов, Овсянников, 1984].

Очередная волна интенсивного промысла была отмечена в 1992 г., когда южнее банки Кашеварова сотрудниками «КамчатНИРО» были обнаружены промысловые скопления краба равношипного со средними

уловами до 95 кг на американскую ловушку. В период с 1994 по 1998 гг. наблюдалось снижение основных промысловых показателей среднего размера промысловых самцов, а также увеличение доли самок. В 1999 г. специалистами «МагаданНИРО» было рекомендовано ограничить промысел равношипного краба на склонах банки Кашеварова (144°30'-148°00' в.д., 55°00'-56°00' с.ш.), которая является одним из основных центров воспроизводства и нагула молоди популяции. Запрет на промышленный лов в этом районе начал действовать с 2000 г.

После введения вышеуказанного ограничения вылов краба равношипного не превышал 1 тыс. т в год. В период действия запрета основная часть выделяемых квот осваивалась на участках, расположенных к северу от района банки Кашеварова, а также в центральной части Северо-Охотморской подзоны. Кроме того, активизировался промысел на участке акватории, расположенной в восточной части подзоны в пределах координат 54°20'-55°30' с.ш. и 150°30'-152°00' в.д. Именно этот район в весенний период раньше других акваторий освобождается от ледовых полей и пригоден для ведения промысла.

Исследования, выполненные в 2008-2010 гг., показали, что введенный с 2000 г. запрет на промышленный лов равношипного краба на акватории банки Кашеварова дал положительный результат – запасы краба восстановились. Специалистами «МагаданНИРО» было подготовлено соответствующее обоснование и, с вступлением в силу новых «Правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» от 06.07.2011 г. № 671, запрет на промышленный лов краба равношипного в районе банки Кашеварова был снят. Несмотря на появившуюся возможность промысла, добыча краба в вышеуказанном районе во второй половине 2011 г. почти не проводилась. Активный промысел краба на этом участке был начат в 2012 г. В период с 2012 по 2018 гг. в районе банки Кашеварова добывалось от 0,5 до 1,6 тыс. т. Максимальный вылов краба в границах обозначенного участка пришёлся на 2017 г.

После проведения масштабной учётно-ловушечной съёмки (в 2014 г.) и увеличения коэффициента промыслового изъятия, максимальный объём ОДУ краба равношипного в Северо-Охотморской подзоне был установлен в 2016 г. (рис. 1).

В 2016 г. был достигнут максимальный официальный вылов краба, который составил около 2,876 тыс. т. В связи с последующим отсутствием качественных оценок состояния запаса, а также для минимизации рисков его эксплуатации, происходило снижение рекомендуемых объёмов вылова в рамках предельных значений уровня его ежегодного изменения, рассчитанного на основе суточных уловов. Освоение объёмов ОДУ краба равношипного за последние десять лет было достаточно полным, в среднем, рекомендуемые объёмы квот осваивались на 93%.

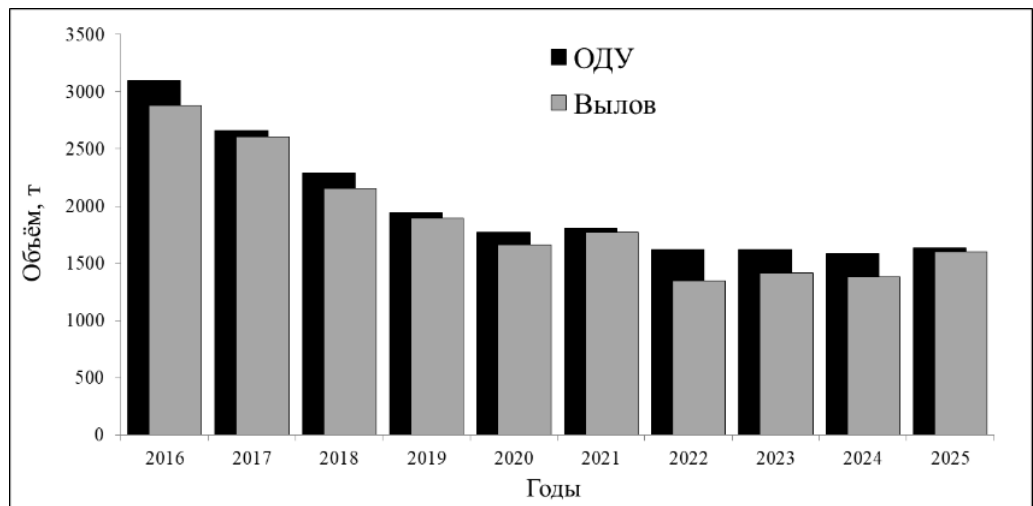


Рис. 1. Динамика величины ОДУ и вылова краба равношипного в Северо-Охотморской подзоне в 2016-2025 гг.

Промысел краба равношипного традиционно начинается в начале календарного года, однако темпы освоения ресурса зависят от ледовой обстановки в Охотском море. Добыча краба часто осложняется наличием плотных ледовых полей в районах промысла. Наиболее активная добыча краба в первой половине года приходится на весенний период. Одновременно в промысле краба участвуют до 10 добывающих судов. Поселения промысловых самцов высокой плотности в этот период позволяют осваивать к концу первого полугодия более половины рекомендованных к вылову квот.

Как и в 2016-2024 гг., добыча краба равношипного в 2025 г. была выше в зимне-весенний сезон (рис. 2). Промысел краба начался в январе месяце.

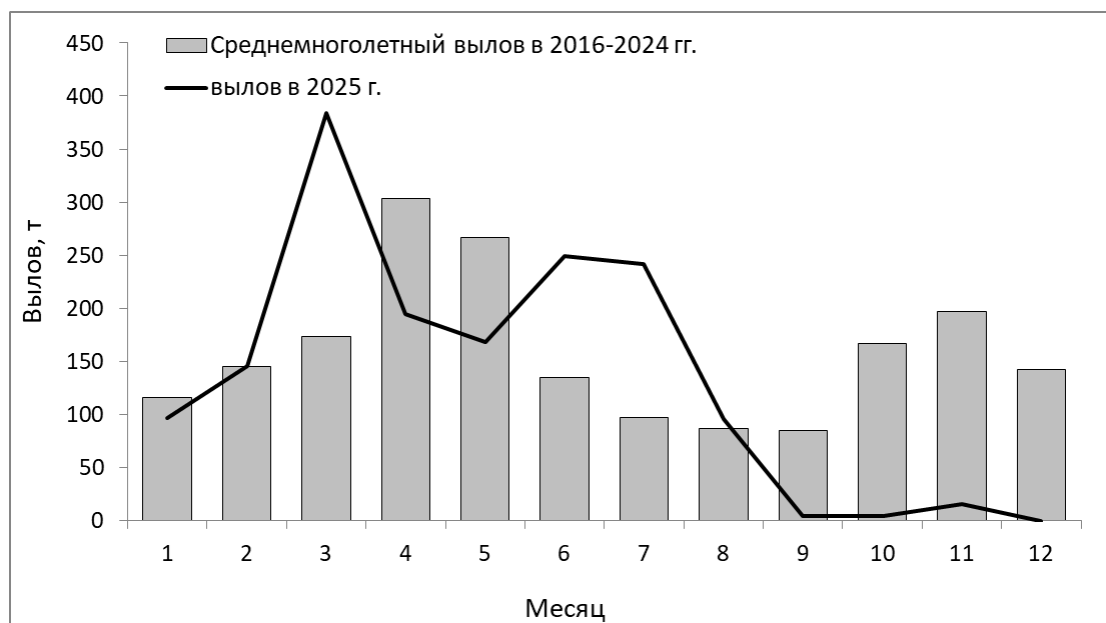


Рис. 2. Годовая динамика среднемноголетнего вылова краба равношипного в Северо-Охотморской подзоне за 2016-2025 гг.

За первое полугодие вылов краба равношипного составил около 1,237 тыс. т или 76% от ОДУ. Во втором полугодии 2025 г. наблюдались, в целом, хорошие уловы в июле, августе и ноябре (табл. 2). Общий вылов краба равношипного в 2025 г. достиг величины 1,600 тыс. т (98% от ОДУ).

Таблица 2

Среднесуточный улов судов на промысле краба равношипного в 2016-2025 гг., т

Месяц	Год									
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1	2,67	1,65	1,36	2,38	2,12	1,42	1,94	1,66	1,43	1,89
2	1,52	1,57	2,14	1,94	2,38	1,36	2,10	1,68	1,91	2,40
3	1,02	2,55	1,28	1,99	1,15	1,08	1,76	1,61	2,13	3,07
4	3,10	2,50	1,60	2,49	1,92	1,58	2,22	2,55	1,98	2,44
5	2,70	1,90	2,00	2,76	2,43	1,86	2,26	2,62	1,25	2,20
6	2,00	1,90	1,40	1,75	2,74	1,90	2,09	2,18	1,22	2,49
7	1,53	1,42	1,33	1,00	1,79	1,91	1,69	2,39	1,12	2,16
8	1,18	1,54	2,38	1,27	0,92	1,40	1,39	3,19	0,84	2,01
9	2,39	1,28	1,73	2,26	1,27	0,82	1,21	-	2,12	0,22
10	1,74	1,70	1,67	2,44	1,99	2,28	1,08	1,44	2,65	0,84
11	1,78	1,67	2,83	1,57	1,12	2,44	1,10	2,91	2,37	3,2
12	1,82	2,22	3,10	1,88	1,41	1,79	2,09	2,62	1,73	-
Среднее	2,09	1,95	1,80	2,18	1,56	1,76	1,79	2,25	1,86	2,35
Медиана	1,99	1,71	1,48	2,07	1,30	1,57	1,52	1,82	1,51	2,09

В 2019-2020 гг., 2022 г. и 2024 г. работы по мониторингу состояния популяции краба равношипного в Северо-Охотоморской подзоне не проводились. Оценка состояния популяции краба основывалась на данных прошлых лет, а также на промысловой статистике уловов судов. В 2021 г. съёмка проводилась по северному краю ареала краба равношипного, без охвата всех участков его промысловых скоплений. В 2023 г. мониторинговые работы охватили локальный участок промысловых скоплений. В 2025 г. получены данные учетной съёмки на глубоководных участках к западу и востоку от северной части Западно-Камчатской подзоны (подрайон 61.52).

В 2021 г. равношипный краб был пойман на 39 станциях (50,0%), на глубинах 148-664 м. Наиболее плотные его скопления наблюдались на глубинах 224-532 м. Максимальные уловы самцов составили 10,1 экз./лов., в среднем по подзоне – 0,8 экз./лов. Максимальные уловы промысловых особей достигали 0,7 экз./лов., в среднем по подзоне – 0,1 экз./лов. Средняя плотность распределения самок по подзоне составила 190 экз./км².

В 2023 г. мониторинговые работы проводились в течение короткого периода на судне, занимавшемся добычей и перевозкой равношипного краба в живом виде. Поэтому величина уловов крабов за промысловую операцию несравнима с уловами прошлых лет. Средний улов самцов, отобранных для перевозки в живом виде, составил 1,0 экз./лов.

В 2024 г. данные собирались в ходе траловой съёмки и поэтому несопоставимы с данными, собранными за предыдущие годы при

выполнении ловушечных съемок. Равношипый краб наблюдался на 30 станциях (21,0%), на глубинах 188-423 м. Данные собраны по северному краю ареала краба равношипого в Северо-Охотоморской подзоне. Максимальная плотность распределения промысловых самцов достигала 372 экз./км², в среднем по подзоне – 18 экз./км². В уловах трала преобладали самки (63%). Доля промысловых особей составила 28%.

В 2025 г. равношипый краб встречался на 22 станциях учетной ловушечной съемки (63%), на глубинах 295-640 м. Максимальные уловы самцов достигали 6,7 экз. на конусовидную ловушку (в среднем по подзоне – 1,0 экз./лов.). Уловы промысловых самцов варьировали от нулевых до 2,9 экз./лов., составляя в среднем 0,6 экз./лов. Самки образовывали скопления со средней плотностью 394 экз./км².

В связи с тем, что в 2025 г. по большей части, станции находились на глубоководных участках, размерная структура самцов краба равношипого на исследованной акватории характеризовалась высокой долей в уловах крупноразмерных особей самцов. Ширина карапакса самцов колебалась от 70 до 184 мм, с двумя слабовыраженными модальными классами, а средний размер ШК составил 132,1±0,9 мм (табл. 3, рис. 3). Средняя ширина карапакса промысловых самцов составила 147,5±0,6 мм. Доля самцов более промысловой меры составила 60%.

Краб равношипый ведёт подвижный образ жизни, и в одних и тех же районах, но в разное время, сохраняется тип его размерной структуры, т.е. существует устойчивая пространственная сегрегация между определенными размерными группами [Метелёв, 2021].

Таблица 3

Биологические показатели краба равношипого в Северо-Охотоморской подзоне в 2009-2014, 2018, 2021, 2023-2025 гг.

Год	Средняя ширина карапакса ± ошибка, мм		Средняя масса промысловых самцов ± ошибка, г	Доля промысловых самцов, %	Доля самок, %	N, экз.
	Самцов	Промысловых самцов				
2009	134,7±0,3	150,7±0,3	1773±44	60	40	8561
2010	125,4±0,3	152,9±0,2	1894±20	46	47	14581
2011	143,7±0,3	156,9±0,2	2039±34	70	18	8569
2012	139,5±0,4	156,7±0,3	2032±25	66	22	6313
2013	126,7±0,6	150,6±0,5	1780±28	46	19	2450
2014	127,2±0,4	150,7±0,3	1740±14	50	42	7931
2018	117,0±0,7	145,8±0,8	1448±41	28	66	3270
2021	109,0±0,6	142,5±0,8	1500±15	16	47	2183
2023	119,3±1,5	141,1±1,9	-	28	9	325
2024	102,5±2,1	148,2±1,5	-	28	63	792
2025	132,1±0,9	147,5±0,6	1685±21	53	47	1255

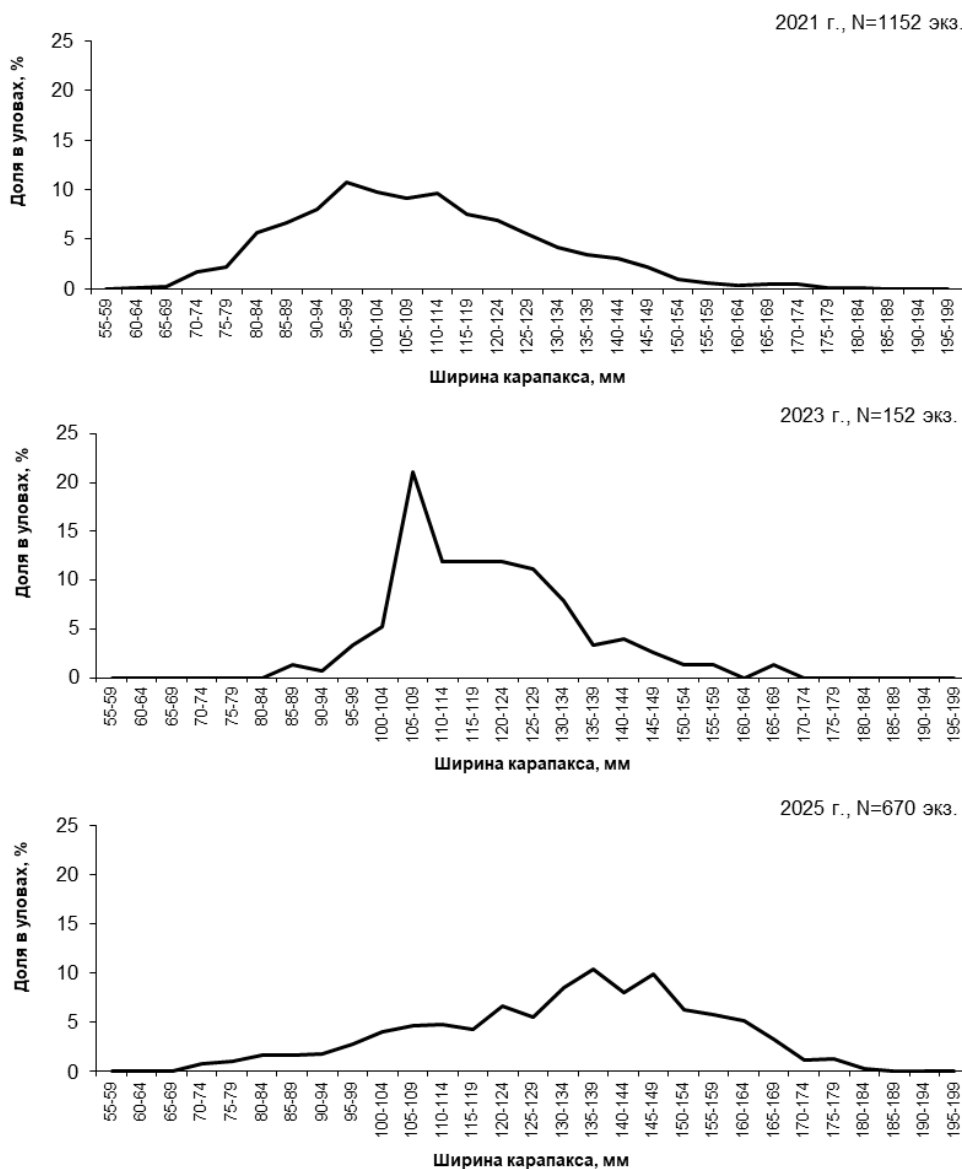


Рис. 3. Вариационные ряды ширины карапакса самцов краба равношипого в Северо-Охотоморской подзоне в 2021, 2023 и 2025 гг.

Согласно действующим «Правилам рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна», утверждённым приказом Минсельхоза России от 06.05.2022 г. № 285, для равношипого краба Северо-Охотоморской подзоны установлен промысловый размер не менее 130 мм по ширине карапакса. Также, для сохранения и рационального использования запасов равношипого краба, приказом Минсельхоза России от 28.03.2023 г. № 311 установлены его минимальные объёмы добычи (вылова) в сутки на одно судно. Для Северо-Охотоморской рыбопромысловой подзоны указанный объём составляет 0,74 т, а за последние 10 лет среднесуточный вылов в 2025 г. находится на максимальном уровне. Дополнительных ограничений рыболовства краба равношипого в настоящее время не требуется.

Определение биологических ориентиров

Определение границ допустимой (биологически безопасной) области управления запасом выполнено с учётом положений, изложенных в работах В.К. Бабаяна [2000] и А.И. Буяновского [2012]. Целью эксплуатации запаса предложено считать получение стабильного (постоянного) вылова. В пространстве решений динамической продукционной обобщенной модели Шефера, при рассчитанной $K=50601$, ориентиры управления распределены следующим образом (FSB – Fishing Stock Biomass): $FSB_{MSY} = FSB_{tr} = 25,3$ тыс. т; $FSB_{lim} = 0,3 * FSB_{tr} = 7,59$ тыс. т.

Обоснование правила регулирования промысла

Регулирование промысла краба равношипного осуществляется с помощью зонального ПРП. В качестве цели эксплуатации запаса предложено получение стабильного (постоянного) вылова. Для минимизации рисков при эксплуатации запаса применяется $1,25Fsq$ линейно-кусочная функция, параметры которой устанавливаются в соответствии с ориентирами управления. При изменении состояния запасов, в пределах границ каждого ориентира, изменяется рекомендуемая величина общего улова. В случае, если запас оценивается объемом менее FSB_{lim} , вводится запрет на промысловую эксплуатацию. В пределах между FSB_{lim} и FSB_{tr} улов изменяется линейно (рис. 4).

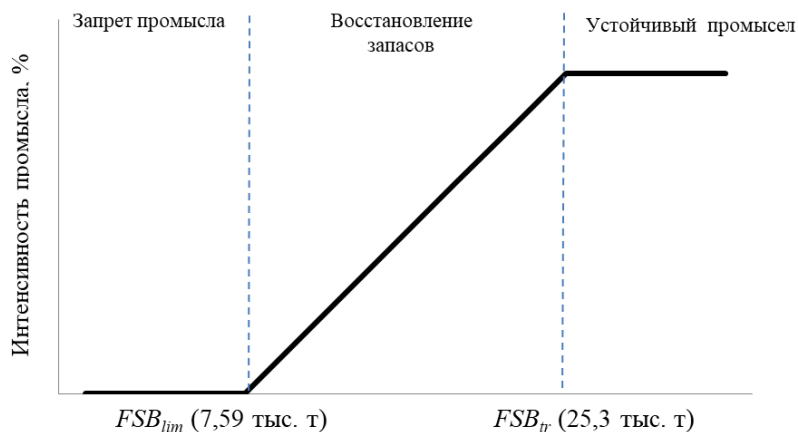


Рис. 4. Схема зонального регулирования промысла краба равношипного

Оценка состояния и прогноз промыслового запаса

Для оценки промыслового запаса и определения ОДУ на этапе анализа чувствительности использовалось 10% приращение к параметру r (коэффициенту популяционного роста). Расчётная биомасса промысловых самцов равношипного краба в 2025 г. составила 47,7 тыс. т. В выполненных расчётах величина запаса находится выше целевого ориентира FSB_{tr} – в зоне устойчивого промысла ПРП. В 2026 и 2027 гг. ожидается, что запас останется на прежнем уровне — 46,661 и 46,579 тыс. т, соответственно, т.е. запас по-прежнему будет находиться в зоне устойчивого промысла (рис. 5).

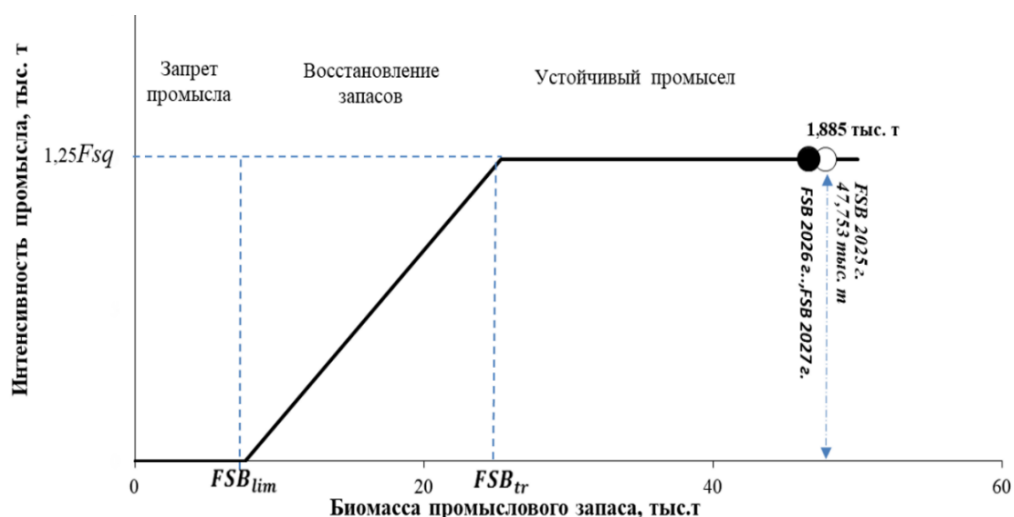


Рис. 5. Прогноз распределения биомассы промыслового запаса краба равношипного при применении продукционной модели Шефера

В 2025 г. промысловый запас краба равношипного на площади 19,9 тыс. км² составил 7,928 тыс. т (4,705 млн экз.). Максимальная площадь, на которой имеются промысловые скопления краба равношипного, составляет 70 тыс. км². Если допустить равномерность распределения популяции на этой акватории, то промысловый запас достигает 27,898 тыс. т (16,556 млн экз.). Данная величина промыслового запаса несет элемент условности и должна рассматриваться совместно с данными продукционной модели и индикаторами состояния запаса. Тем не менее, при всей ее условности, можно заключить, что промысловый запас, рассчитанный методом прямого учета, в настоящий период выше целевого ориентира по биомассе.

В качестве дополнительных ориентиров также были рассчитаны индексы состояния запаса: размер (ширина карапакса) самцов краба L , доля самцов в уловах PM и промысловый улов на усилие CD (табл. 4). Границы индикаторов определены методом перцентилей на основе их годовых значений. Данный метод хорошо отражает состояние и перспективы тех единиц запаса, где значения индикаторов в течение ряда лет колеблются вокруг среднего уровня [Буяновский, 2012].

Таблица 4

Индикаторы состояния запаса краба равношипного в Северо-Охотоморской подзоне

Индикатор состояния запаса	Нейтральная зона индикаторов (желтая)	Уровень индикатора в 2025 г.	Цвет индикатора
L , мм *	130,0-135,0	132,1	желтый
PM , % *	40-54	60	зеленый
CD , тонн/сутки **	1,7-2,1	2,1	желтый

* рассчитаны за период 1994-2025 гг.;

** использованы медианы суточных уловов, рассчитанные для каждого года с 2004 по 2025 гг.

По данным 2025 г., эксплуатируемая часть запаса показывает стабильное состояние среднего размера самцов и среднесуточного вылова, доля промысловых особей находится в границах, указывающих на её рост.

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ

Состояние запаса краба равношипого в Северо-Охотоморской подзоне, с точки зрения дополнительно выделенных биологических индикаторов и положительной промысловой статистики в 2025 г., свидетельствует об устойчивом состоянии прогнозируемой единицы запаса.

Статус запаса краба равношипого в Северо-Охотоморской подзоне оценивается как стабильный. Согласно схеме зонального регулирования, эксплуатируемый запас краба равношипого в 2026 г. будет находиться в зоне устойчивого промысла. В соответствии с выбранным ПРП на 2026 г., величина допустимого вылова может составить 2,018 тыс. т. Однако, исходя из «преосторожного» подхода, предлагается увеличить величину ОДУ на 2026 г. на 17,7%, или на 284 т, от ранее утвержденного объема ОДУ (1,601 тыс. т). Поэтому, скорректированная величина вылова краба равношипого в 2026 г. может составить 1,885 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется корректировка ОДУ краба равношипого в Северо-Охотоморской подзоне на 2026 г. в сторону увеличения на 0,284 тыс. т, с 1,601 тыс. т до 1,885 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

В результате тестирования принятого ПРП (в пространстве решений продукционной обобщенной модели Шефера) с применением параметрического бутстрепа оценены коэффициенты эффективности данного ПРП на прогнозный горизонт 5 лет. Средняя биомасса в прогнозе – 49,912 тыс. т, средний улов – 2,16 тыс. т. Время восстановления до целевого ориентира, а также вероятность (при $p=0,1\%$) снижения биомассы и улова ниже рассчитанных ориентиров – нулевые.

61.05.2 –Западно-Камчатская подзона

Исполнитель: Э.Р. Шагинян, О.И. Ильин («КамчатНИРО»)

Куратор: С.И. Моисеев, Д.О. Сологуб (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Основанием для корректировки ОДУ краба равношипого в Западно-Камчатской подзоне на 2026 г. являются новые научные данные о состоянии запаса данного вида водных биологических ресурсов, полученные в результате ловушечной съемки, выполненной в период с 13 августа по 27 сентября 2025 г. на судне РС «Алестар» (судовладелец – ООО «Пасифик Краб»). В 2025 г. на площади около 88 тыс. км² осуществлена постановка–выборка 229 контрольных порядков в диапазоне глубин 18–662 м, проанализировано 2775 экз. самцов и 1330 экз. самок равношипого краба.

Площадь района исследований в диапазоне глубин обитания равношипого краба составила 11364 км² (рис. 6).

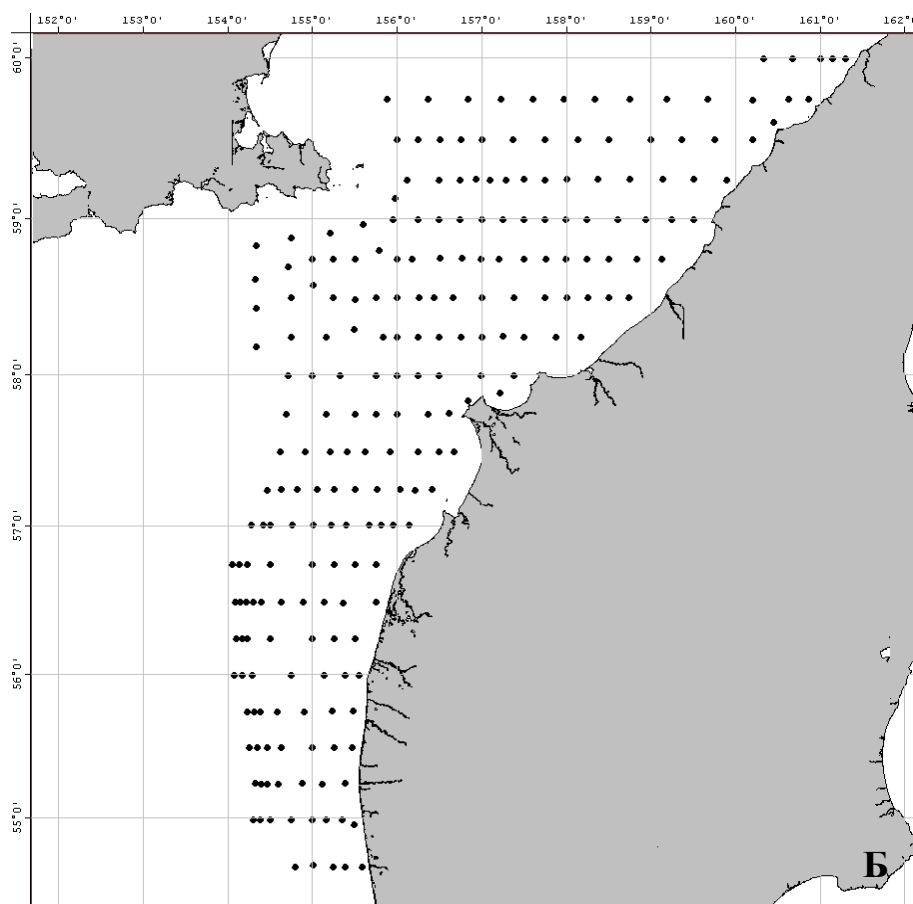


Рис. 6. Карта-схема района исследований краба равношипого в осенний период 2025 г. в Западно-Камчатской подзоне

Сбор и обработка данных проводились по общепринятым гидробиологическим методам [Родин и др., 1979; Низяев и др., 2006], а построение карт распределения уловов – с использованием программы «КартМастер» 4.2, методом сплайн-аппроксимации плотности запаса [Бизиков и др., 2006]. При расчете запаса равношипого краба площадь облова одной конусной ловушки принималась равной 3300 м².

Анализ промысла проводили, используя 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].

В соответствии с приложением 1 к приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, минимальными требованиями к составу информации для I уровня являются: исторические ряды возрастного состава, уловов, уловов на единицу промыслового усилия, темпа весового роста, темпа полового созревания, а также среднее по годам и возрастным группам значение коэффициента естественной смертности. Минимальными требованиями к составу информации на II уровне являются исторические

ряды уловов и уловов на единицу промыслового усилия (или промысловых усилий).

Для равношипного краба в Западно-Камчатской подзоне в настоящее время имеются многолетние ряды данных об уловах на единицу промыслового усилия. Остальная информация, необходимая для соответствия I уровню, для данной единицы запаса отсутствует, что связано с нерегулярным проведением учетных съемок.

Таким образом, структура и качество доступного информационного обеспечения полностью соответствуют II уровню. Доступная информация обеспечивает проведение ограниченного аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ с использованием продукционных моделей эксплуатируемого запаса.

Обоснование выбора метода оценки запаса

Для оценки промыслового запаса равношипного краба применяется модель CSA [Collie, Sissenwine, 1983; Collie, Kruse, 1998], описывающая динамику функциональных групп (пререкруты I и II порядков, промысловые самцы). Использование подобных моделей целесообразно в том случае, когда возраст объекта исследования определить не удастся, но имеется возможность по линейным размерам определить их принадлежности к той или иной функциональной группе.

Оценка состояния запасов морских промысловых биоресурсов, как правило, сводится к задаче определения вектора состояния (численность возрастных, размерных, функциональных групп) по результатам ряда наблюдений. Наблюдения сопровождаются случайными ошибками, а, значит, следует говорить не об определении состояния системы, а об его оценивании путем статистической обработки результатов наблюдений. Так как моделью рассматриваемой системы «запас-промысел» служит система стохастических разностных уравнений линейной регрессии, целесообразно применить методы линейной оптимальной фильтрации [Bucy, Joseph, 1968] и интерполяции [Grewal, Andrews, 1993].

Оценка состояния запаса и неизвестных параметров модели сводится к решению совместной задачи оптимальной фильтрации (интерполяции) и идентификации. Исходными данными для модели являются:

– сведения о фактическом вылове промысловых самцов в 2012-2025 гг., по данным ОСМ;

– данные о размерном составе самцов по функциональным группам (маломерные самцы, пререкруты I и II порядков, промысловые самцы), полученные в период проведения учетных ловушечных съемок и научно-исследовательских работ в режиме мониторинга промысла краба (табл. 5);

– мгновенные коэффициенты естественной смертности приняли равными $0,2 \text{ год}^{-1}$ для всех трех функциональных групп, за исключением маломерных особей;

Настройку модели проводили по следующим индексам:

- данным учетных съемок по численности промысловых самцов и пререкрутов краба равношипого в Западно-Камчатской подзоне (табл. 6);
- сведениям о среднегодовых показателях вылова промысловых самцов на судосутки лова по данным ОСМ.

За весь период исследований данного вида краба приняты следующие размерные показатели самцов по отдельным размерно-функциональным группам: промысловые самцы – от 130 мм и более по ширине карапакса, пререкруты I порядка – 120–129 мм, пререкруты II порядка – 110–119 мм, молодь – менее 110 мм.

Таблица 5

Межгодовая динамика относительной численности самцов краба равношипого в Западно-Камчатской подзоне, %

Год	Размерно-функциональная группа			
	Маломерные самцы	Пререкруты II порядка	Пререкруты I порядка	Промысловые самцы
2016	3,2	5,7	7,1	84,1
2017	6,9	3,8	7,7	81,7
2018	1,4	6,2	13,2	79,2
2019	19,4	6,2	15,2	59,2
2020	4,2	7,0	15,4	73,4
2022	1,1	6,1	5,9	86,9
2023	13,5	7,5	6,8	72,2
2024	9,4	8,3	10,5	71,8
2025	26,1	4,6	8,2	61,1

Таблица 6

Динамика численности краба равношипого в Западно-Камчатской подзоне, млн экз.

Год	Промысловые самцы	Пререкруты	Молодь	Самки
2012	1,922	1,650	1,998	0,630
2013	2,022	1,840	2,098	0,730
2014	1,818	1,459	2,052	0,524
2015–2024	нет данных			
2025	3,334	0,774	3,917	5,902

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

На материковом склоне восточной части Охотского моря наиболее распространенным видом лова является краб равношипый. Его запасы, по сравнению с таковыми крабов шельфовой зоны, невелики. Однако на протяжении многих здесь ведется специализированный лов этого промыслового объекта.

Для краба равношипого, типичного представителя глубоководной фауны, несвойственно формирование обширных участков с высокой концентрацией в них особей, как это характерно для краба камчатского или синего. Но для ведения рентабельного лова, встречаемость этого вида краба

здесь достаточна. Объект востребован со стороны промысловиков, и за последнее десятилетие на промысле фиксируется от 10 до 17 судов (табл. 7).

Таблица 7

Межгодовая динамика степени промысловой нагрузки на популяцию краба равношипного Западно-Камчатской подзоны

Показатель	Год	Месяц											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Количество судов, ед.	2016	2	1	1	1	-	1	-	-	-	3	5	1
	2017	-	-	1	4	2	1	2	-	-	-	3	3
	2018	-	2	2	4	4	1	1	-	-	2	4	1
	2019	1	1	2	2	3	-	-	-	-	2	3	2
	2020	3	3	1	2	-	3	2	-	-	1	-	-
	2021	3	6	3	2	2	-	-	-	-	-	5	2
	2022	2	2	2	3	1	4	1	-	-	1	2	-
	2023	2	8	7	1	1	-	-	-	-	1	-	-
	2024	-	4	7	1	2	1	-	-	-	-	-	-
2025	1	5	12	3	-	-	-	-	-	-	-	-	
Количество судосудок лова, сут.	2016	14	5	1	21	-	5	-	-	-	36	40	13
	2017	-	-	16	22	8	7	11	-	-	-	13	12
	2018	-	30	21	39	33	7	10	-	-	12	28	9
	2019	5	21	17	21	16	-	-	-	-	16	31	10
	2020	12	52	22	14	-	23	13	-	-	3	-	1
	2021	42	32	36	13	14	-	-	-	-	-	33	3
	2022	36	13	19	23	7	23	2	-	-	2	8	-
	2023	16	73	88	5	2	-	-	-	-	9	-	-
	2024	-	35	132	4	25	8	-	-	-	-	-	-
2025	6	34	108	6	-	-	-	-	-	-	-	-	

В целом, степень освоения ОДУ краба равношипного в 2016–2023 гг., по данным ОСМ, варьировала в пределах 93,0–99,5% и в среднем составила 97,4%. В 2024 г. освоение ОДУ снизилось до 91,2%, а в 2025 г. существенно увеличилось и составило 98,1% (табл. 8).

Таблица 8

Межгодовая динамика ОДУ, вылова и освоения краба равношипного в Западно-Камчатской подзоне

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение ОДУ, %
2016	0,300	0,291	97,0
2017	0,300	0,291	97,0
2018	0,300	0,279	93,0
2019	0,300	0,291	97,0
2020	0,325	0,320	98,5
2021	0,304	0,302	99,5
2022	0,304	0,301	99,0
2023	0,313	0,308	98,4
2024	0,313	0,285	91,2
2025	0,313	0,307	98,1

Интенсивность промысла краба равношипого в течение промыслового сезона (года) различна, и определяется целями и задачами пользователей биоресурсами, а также в соответствии с правилами рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. В 2016 г. более половины ОДУ было освоено в IV кв. года, а в 2017 г. – во II кв. С 2018 по 2025 гг. максимум вылова приходился на I кв. года.

Такая стратегия вылова объясняется стремлением пользователей ресурсами к началу промысла краба камчатского направить на его освоение все возможности добывающего флота. Примечательно, что в марте 2025 г. зафиксирован максимальный вылов за период с 2000 по 2025 гг. (табл. 9). Несколько ниже (на 20 т) был вылов краба равношипого в марте 2024 г.

Таблица 9

Динамика общего вылова краба равношипого в Западно-Камчатской подзоне, т

Месяц	Год									
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
I	29,8	-	-	1,4	41,8	72,8	50,7	5,7	-	10,5
II	8,2	-	96,5	69,8	151,5	45,6	6,3	79,3	36,8	52,7
III	1,0	55,7	20,8	47,2	37,9	75,4	73,7	175,5	206,3	226,3
IV	77,8	91,3	34,4	22,5	22,9	8,0	68,4	3,1	10,9	17,7
V	-	32,6	25,1	33,2	-	50,5	20,6	4,8	21,3	-
VI	15,9	30,5	8,0	-	38,0	-	58,6	-	6,8	-
VII	-	14,3	9,1	-	15,7	-	5,3	-	-	-
VIII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IX	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X	66,0	-	26,6	49,5	5,0	-	4,7	13,4	-	-
XI	80,6	30,8	58,6	56,9	5,6	43,6	11,6	-	-	-
XII	41,7	24,9	10,2	10,2	-	6,51	-	26,1	-	-

Начало промышленного лова краба равношипого Западно-Камчатской подзоны было положено в 90-х гг. прошлого столетия с появлением на промысле судов, оснащенных тяжелыми прямоугольными и пирамидальными ловушками американского образца. Обладая бóльшей площадью облова, по сравнению с конусными ловушками японского образца, они хорошо зарекомендовали себя как на промысле глубоководных видов крабов, так и на участках моря со сложным рельефом дна. До начала 2000-х гг. эти орудия лова обеспечивали промысел краба равношипого в Западно-Камчатской подзоне.

Однако сложности в использовании, обслуживании их на судах отечественной постройки, а также их изношенность, привели к замене этих ловушек на более легкие, удобные для обслуживания и транспортировки конусные ловушки японского образца. Накопленный опыт промысла краба равношипого этим видом орудия лова привел к тому, что с 2003 г., добывающие суда стали использовать, преимущественно, конусные ловушки. В пугину в 2015–2024 гг. они обеспечивали 100% вылова. В таблице 10 приведены данные по среднесуточному вылову краба конусными ловушками за последние годы, а также среднегодовой улов за этот же период.

Межгодовая динамика среднесуточного вылова краба равношипого конусными ловушками в Западно-Камчатской подзоне, т

Год	Месяц												Ср. за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2016	2,13	1,66	1,00	3,71	-	3,18	-	-	-	1,83	2,01	1,03	2,07
2017	-	-	3,48	4,15	4,07	4,35	1,30	-	-	-	3,21	2,08	3,23
2018	-	3,22	0,99	0,88	0,76	1,15	0,87	-	-	2,22	2,02	1,13	1,47
2019	0,28	3,32	2,78	1,19	2,08	-	-	-	-	3,53	1,90	1,28	2,05
2020	3,49	2,91	1,72	1,91	-	1,65	1,21	-	-	1,66	5,58	-	2,52
2021	1,73	1,43	2,10	0,62	3,60	-	-	-	-	-	1,32	2,17	1,75
2022	1,41	0,49	3,88	2,97	2,94	5,55	2,63	-	-	1,22	1,45	-	2,50
2023	0,36	1,09	1,99	0,61	2,42	-	-	-	-	1,49	-	-	1,32
2024	-	1,05	1,56	2,72	0,85	0,85	-	-	-	-	-	-	1,41
2025	1,75	1,55	2,09	2,90	-	-	-	-	-	-	-	-	2,07

Результативность работы промыслового флота показывает, что запас краба равношипого на материковом склоне в границах Западно-Камчатской подзоны находится в относительно стабильном состоянии. За последние два года заметно повысился среднесуточный вылов и, особенно, среднегодовой.

С 2014 по 2024 гг. специализированных ловушечных съемок по оценке запаса равношипого краба в Западно-Камчатской подзоне не проводили, актуальные прямые оценки запаса до настоящего времени отсутствовали. По результатам ловушечной съемки, выполненной в 2025 г., численность промысловых самцов равношипого краба (с ШК ≥ 130 мм) в Западно-Камчатской подзоне составила 3,334 млн экз. (5,501 тыс. т при средней массе промыслового самца 1,65 кг), непромысловых самцов (ШК < 130 мм) – 4,691 млн экз., самок – 5,902 млн экз. (таблица 11).

Оценки численности равношипого краба в Западно-Камчатской подзоне в 2025 г. по данным ловушечной съемки, млн экз.

Район	Промысловые самцы (≥ 130 мм)	Пререкруты		Молодь (< 110 мм)	Самки
		I порядка (120-129 мм)	II порядка (110-119 мм)		
Колпаковский	0,063	0,003	0,003	0,002	0,087
Ичинский	1,460	0,206	0,096	0,299	0,529
Сев. Запретный	0,760	0,150	0,066	0,467	0,420
Хайрюзовский	0,620	0,045	0,049	0,320	1,388
Шелихова	0,431	0,064	0,092	2,829	3,478
Всего	3,334	0,468	0,306	3,917	5,902

Район обитания этого вида характеризуется отсутствием впадин или возвышенностей, что позволяет ему совершать значительные перемещения в пределах своего ареала. По этой же причине разнообразен и динамичен размерный состав самцов [Шагинян, 2021], а также средний размер промысловых самцов (рис. 7, 8).

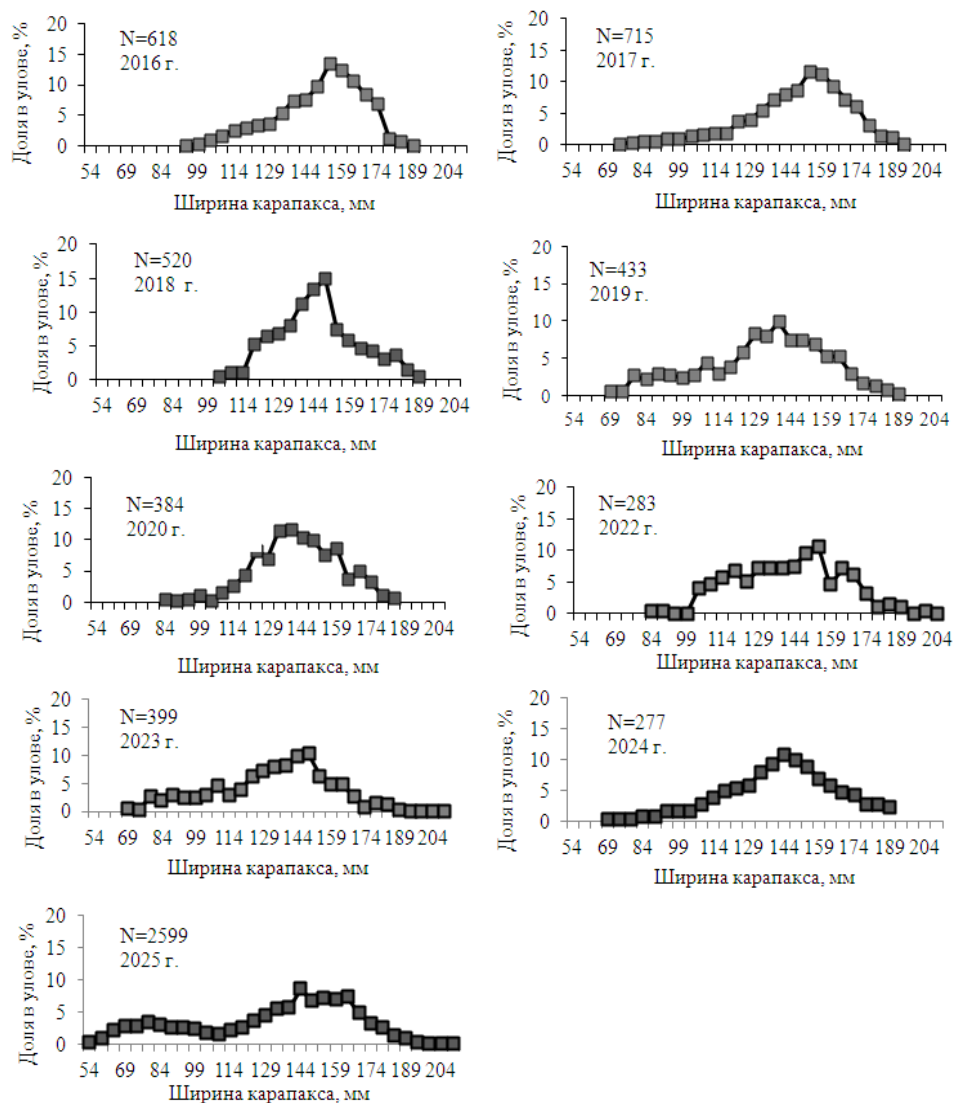


Рис. 7. Межгодовая динамика размерного состава самцов краба равношипого в Западно-Камчатской подзоне

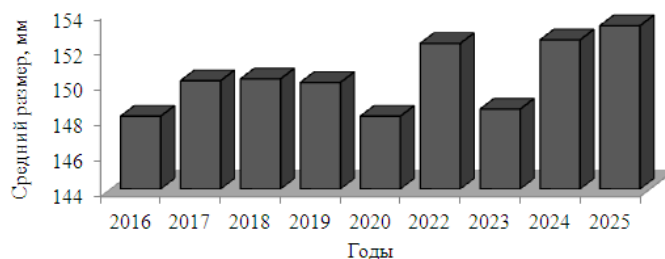


Рис. 8. Межгодовая динамика среднего размера промысловых самцов краба равношипого в Западно-Камчатской подзоне

Согласно результатам учетных работ 2025 г., в сообществе самцов около 1/3 от их общего количества приходилось на долю пополнения. Размерно-частотное распределение самцов бимодально. Примерно таким же

был размерный состав и соотношение функциональных групп самцов в 2019 г.

По модельным оценкам, в 2023–2024 гг. имел место небольшой тренд на снижение промыслового запаса равношипого краба в Западно-Камчатской подзоне, а в 2025 г. отмечен некоторый рост (рис. 9А) при заметном снижении численности пререкрутов II порядка (рис. 9С). Медианная оценка общей численности промысловых самцов на начало 2025 г. составляет 2,758 млн экз., а их биомассы – 4,55 тыс. т. Вероятность того, что терминальная оценка промысловой биомассы превышает установленное значение граничного ориентира составляет 100%, а целевого ориентира – 59%. Результаты моделирования довольно хорошо согласуются с данными учетных работ и показателями вылова на судосутки (рис. 10).

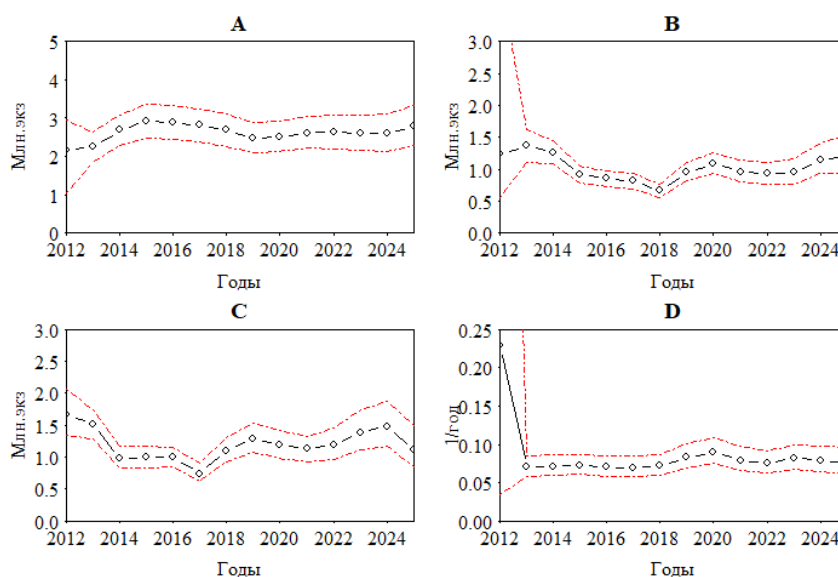


Рис. 9. Межгодовая динамика численности промысловых самцов (А), пререкрутов I порядка (В), пререкрутов II порядка (С) и коэффициента промысловой смертности (D) равношипого краба. Пунктирные линии показывают 90% доверительные интервалы

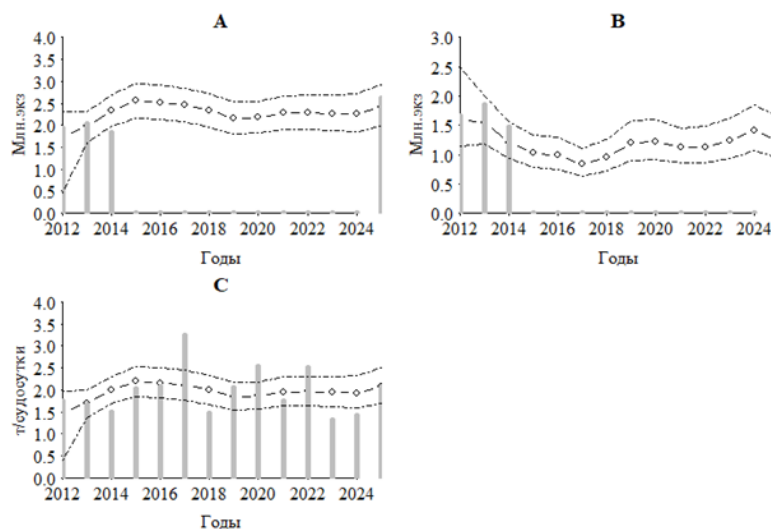


Рис. 10. Исходные данные по численности промысловых самцов (А), пререкрутов I и II (В), вылова промысловых самцов равношипого краба на судосутки (С) и их модельные аналоги. Пунктирные линии показывают 90% доверительные интервалы

Определение биологических ориентиров

Граничный ориентир по биомассе промысловых самцов V_{lim} приняли равным минимальному значению промысловой биомассы за ретроспективный период по данным съёмки 1,818 млн экз. или 3,00 тыс. т.

Целевой ориентир по биомассе промысловых самцов был определен по методу перцентилей [Koeller et al, 2011], его значение V_{tr} составило 4,68 тыс. т. По формуле зависимости равновесной промысловой биомассы на пререкрута от промысловой смертности [Ильин, Иванов, 2015]:

$$\frac{FSB}{N_1}(f) = \frac{1,65N_3}{N_1}(f) = 1,65 \frac{p_1 p_2 \exp(-fs_1 - M_1) \exp(-fs_2 - M_2)}{(1 - \exp(-fs_3 - M_3))(1 - (1 - p_2) \exp(-fs_2 - M_2))},$$

где соответствующее значение целевого ориентира по промысловой смертности F_{tr} , при численности пререкрутов Π на уровне 1,23 млн экз. и средней массе промысловых самцов 1,65 кг, составило $F_{tr} = 0,09$ год⁻¹, что соответствует целевой доле изъятия E_{tr} 7,8%. Значение граничного ориентира по промысловому изъятию E_{lim} , соответствующее величине промысловой биомассы V_{lim} , составило 16,2%.

Обоснование правила регулирования промысла

Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках «предосторожного» подхода к управлению промысловыми запасами [Бабаян, 2000], обосновали правило регулирования промысла (ППП) равношипового краба в Западно-Камчатской подзоне, цель которого – поддержание запаса на заданном высоком уровне продуктивности V_{tr} и его эксплуатация на этом уровне с долей изъятия E_{tr} .

Аналитическая форма ППП имеет вид:

$$E_{rec_i} = 0, \text{ при } FSB_i < V_{lim},$$

$$E_{rec_i} = (E_{tr} - E_0)(FSB_i - V_{lim}) / (V_{tr} - V_{lim}) + E_0, \text{ при } V_{lim} < FSB_i < V_{tr}, E_0 = 0,$$

$$E_{rec_i} = E_{tr} = \text{const}, \text{ при } FSB_i > V_{tr}.$$

Прогнозирование состояния запаса

Для прогнозирования состояния запаса равношипового краба в Западно-Камчатской подзоне использовали те же значения мгновенных коэффициентов естественной смертности и селективности, что и в ретроспективе. Массу промысловых самцов приняли равной среднемноголетнему значению в 1,65 кг.

Величину запаса на год вперед оценили по формулам используемой модели динамики численности функциональных групп:

$$N_{i,2} = p_1 N_{i-1,1} S_{i-1,1} + (1 - p_2) N_{i-1,2} S_{i-1,2},$$

$$N_{i,3} = p_2 N_{i-1,2} S_{i-1,2} + N_{i-1,3} S_{i-1,3},$$

$$S_{i,j} = \exp(-Z_{i,j}), Z_{i,j} = M_{i,j} + F_{i,j}, \quad i = 1, 2$$

где $N_{i,1}$, $N_{i,2}$, $N_{i,3}$ — численность функциональных групп — пререкрутов, рекрутов и промысловых самцов в i -м году, $M_{i,j}$ — мгновенные коэффициенты естественной смертности, $F_{i,j}$ — мгновенные коэффициенты

промысловой смертности в i -м году, p_j — вероятность линьки в j -ой функциональной группе, $j = 1, 2, 3$.

В 2026 г. прогнозная медианная оценка численности промысловых самцов составит 2,839 млн экз., биомассы – 4,684 тыс. т. Вероятность того, что оценка промысловой биомассы в начале прогнозного года превысит установленное значение граничного ориентира, составила 99,8%, а значение целевого ориентира – 62,8%. Таким образом, по модельным оценкам в 2026 г. прогнозируется увеличение биомассы промыслового запаса равношипного краба в Западно-Камчатской подзоне.

Вместе с тем, вследствие нерегулярного проведения учетных съемок (в 2015-2024 гг. съемки не проводились), а также учитывая низкую надежность данных промысловой статистики, прогноз промыслового запаса с помощью методов математического моделирования имеет высокую степень неопределенности. В связи с этим, для прогнозирования состояния запаса равношипного краба на 2026 г. целесообразно ориентироваться, прежде всего на фактические оценки промыслового запаса, полученные в ходе последней учетной съемки в конце 2025 г., которая охватила большую часть района обитания данного вида в Западно-Камчатской подзоне и является наиболее репрезентативным и объективным источником информации. Таким образом, величина промыслового запаса равношипного краба в Западно-Камчатской подзоне в 2026 г. составит не менее 3,334 млн экз. (5,501 тыс. т).

Обоснование рекомендованного объема ОДУ

В 2025 г. получены новые научные данные о состоянии запаса равношипного краба в Западно-Камчатской подзоне. Результаты ловушечной съемки 2025 г. показали максимальные оценки промыслового запаса равношипного краба с 2012 г. Кроме того, в 2025 г. получены высокие оценки численности непромысловых самцов, составляющих пополнение промысловой части популяции.

Оценка биомассы промыслового запаса, полученная в период осенней учетной съемки в 2025 г. составляет 3,334 млн экз. или 5,501 тыс. т, что превышает целевой ориентир управления запасом (4,680 тыс. т) и позволяет применять целевой коэффициент изъятия ($E_{tr} = 7,8\%$). Но при таком подходе, на 2026 г. объем ОДУ равношипного краба в Западно-Камчатской подзоне может составить 0,429 тыс. т, что на 37% превышает утвержденную величину ОДУ на 2025-2026 гг. (0,313 тыс. т).

Пределные уровни изменения ОДУ для равношипного краба в Западно-Камчатской подзоне не установлены. Поэтому, в рамках «предосторожного» подхода можно рекомендовать для данной единицы запаса использовать предельный уровень изменения ОДУ, установленный для растущих запасов других промысловых видов крабоидов – синего и камчатского крабов ($\pm 30\%$). При таком подходе, ОДУ равношипного краба в Западно-Камчатской подзоне на 2026 г. может составить 407 т, что на 94 т больше от ранее утвержденного объема ОДУ на 2026 г. (313 т).

Таким образом, **рекомендуется корректировка ОДУ краба равношипного в Западно-Камчатской подзоне на 2026 г. в сторону увеличения на 0,094 тыс. т, с 0,313 тыс. т до 0,407 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

В рамках тестирования предложенной стратегии управления производилась оценка вероятности того, что в долгосрочной перспективе (10 лет вперед) биомасса промыслового запаса равношипного краба в Западно-Камчатской подзоне не опустится ниже граничного ориентира по биомассе V_{lim} при заданном постоянном темпе эксплуатации. В рамках статистического имитационного моделирования методом Монте-Карло эта вероятность была оценена (рис. 11). При интенсивности промысла в течение 10 лет на уровне целевого ориентира $F_{tr}=0,085$ 1/год ($E_{tr}=7,4\%$) риск перелома по пополнению к 2035 г. не превышает рекомендованного уровня $\alpha = 0,1-0,2$ [Бабаян, 2000]. При этом к концу моделируемого отрезка времени промысловый запас будет выше целевого ориентира по биомассе с вероятностью $\approx 50\%$.

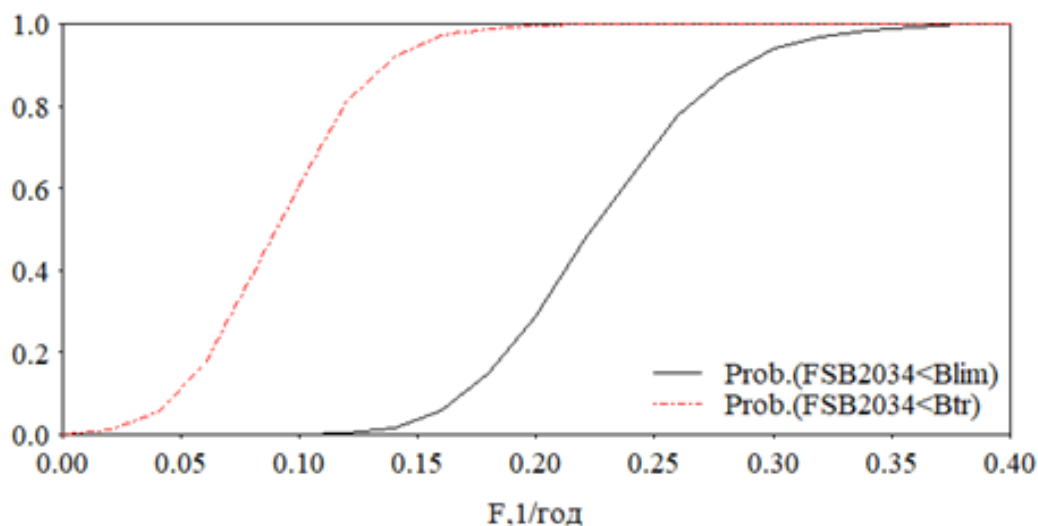


Рис. 11. Вероятности падения промысловой биомассы краба равношипного в Западно-Камчатской подзоне ниже граничного и целевого ориентиров в зависимости от интенсивности изъятия

На рисунке 12 представлены результаты моделирования динамики промыслового запаса равношипного краба в Западно-Камчатской подзоне на длительный период времени (10 лет) при предполагаемом среднемноголетней величине пополнения (1,17 млн экз.) и рекомендуемой согласно ПРП доли изъятия. При сделанных предположениях относительно величины пополнения и уровне изъятия в соответствии с установленным ПРП, прогнозная оценка промыслового запаса равношипного краба после 2026-2027 г. с 95% вероятностью не выйдет за биологически безопасные границы и будет близка к целевому значению. Следовательно, нет оснований отказаться от текущей стратегии управления.

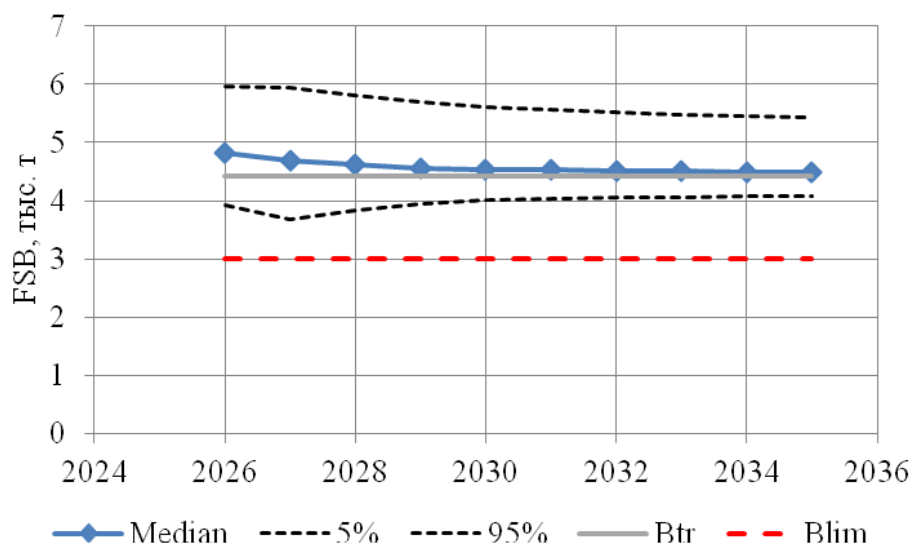


Рис. 12. Модельная динамика биомассы промыслового запаса краба равношипного в Западно-Камчатской подзоне при рекомендуемой согласно ПРП интенсивности изъятия

КРАБ-СТРИГУН БЭРДИ (*Chionoecetes bairdi*)

61.01 – зона Западно-Берингоморская

Исполнители: А.Н. Деминов, И.С. Черниенко («ТИНРО»)

Куратор: Д.О. Сологуб, Е.В. Руднева (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Основанием для корректировки ОДУ краба-стригуна бэрди в Западно-Берингоморской зоне на 2026 г. являются новые научные данные о состоянии запаса, полученные в результате мониторинга промысла данного вида водных биологических ресурсов, выполненного в апреле-июне 2025 г. на четырех краболовных судах СРТМ «Охотск»; РС «Новик», РС «Иркут» и РС «Капитан Александров» (рис. 1).

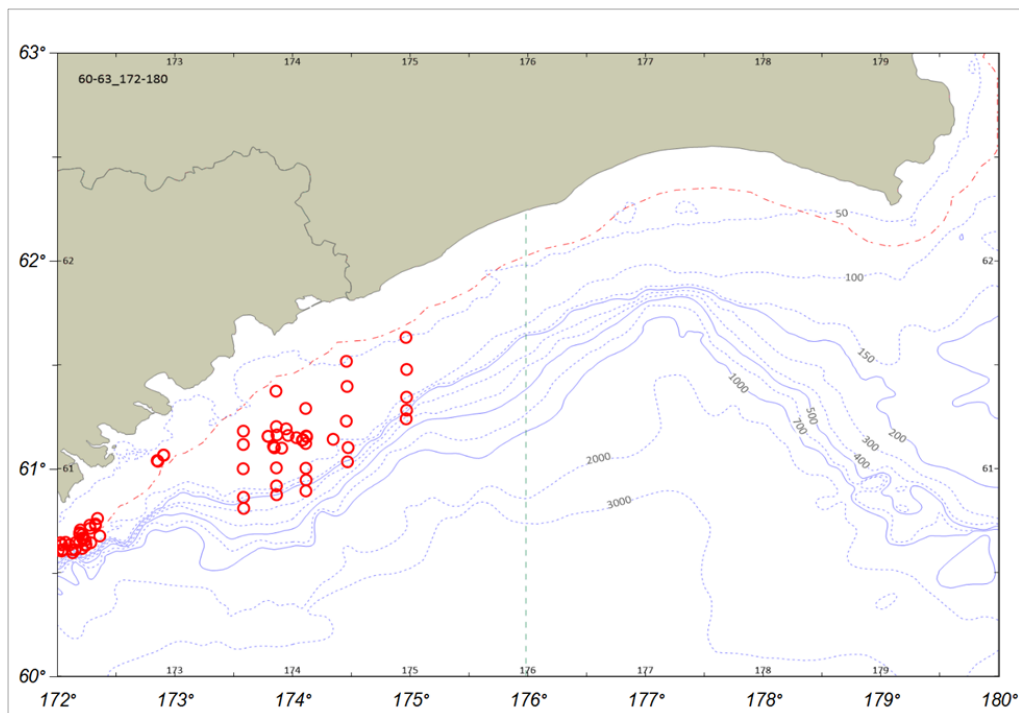


Рис. 1. Карта-схема района работ и ловушечных станций, выполненных на промысловых судах в Западно-Берингоморской зоне в апреле-июне 2025 г.

Дополнительно использованы данные учетных донных траловых съёмок, выполненных в Западно-Берингоморской зоне в июле-августе 2024 г. на судах РС «Дмитрий Песков» и ИС «ТИНРО», общее количество донных тралений в указанной зоне составило 190. Площадь исследованной акватории Западно-Берингоморской зоны на глубинах от 30 до 350 м составила 164 тыс. км² (рис. 2). Кроме того, были привлечены данные предыдущих съёмок, а также данные промысловой статистики.

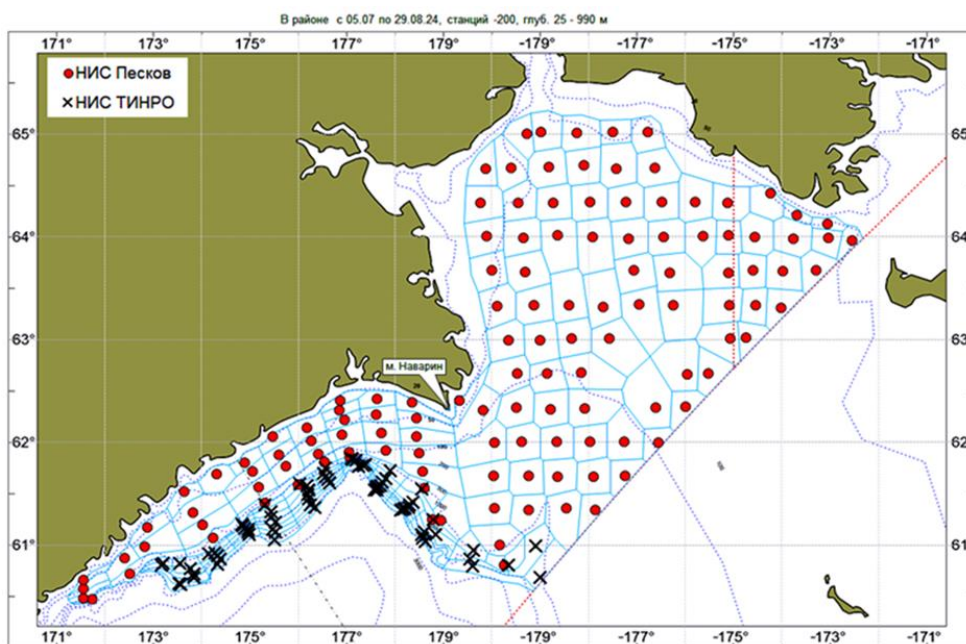


Рис. 2. Карта-схема района работ и траловых станций, выполненных на РС «Дмитрий Песков» и ИС «ТИПРО» в Западно-Беринговоморской зонах в июле-августе 2024 г.

В Западно-Беринговоморской зоне, с учетом гидрологических и орографических факторов, а также особенностей распределения промысловых гидробионтов, выделяется два района. Первый район – Анадырский, он с севера ограничен по $65^{\circ}30'$ с.ш., с юга по $62^{\circ}39'$ с.ш., с востока ограничен разделительной линией исключительных экономических зон Российской Федерации и США, с запада граница района проходит по траверзу мыса Фаддея ($62^{\circ}39'51$ с.ш., $179^{\circ}36'52$ в.д.). Второй район – Олюторско-Наваринский, расположен между мысами Фаддея, Наварин ($62^{\circ}16'31$ с.ш. $179^{\circ}05'56$ в.д.) и Олюторский ($59^{\circ}55'33$ с.ш., $170^{\circ}17'17$ в.д.).

Олюторско-Наваринский район подразделяется на два промысловых подрайона:

- 1) Наваринский промысловый подрайон расположен между м. Фаддея ($62^{\circ}39'51$ с.ш., $179^{\circ}36'52$ в.д.) и $176^{\circ}00'$ в.д.;
- 2) участок между $176^{\circ}00'$ в.д. и м. Олюторский (Корякский промысловый подрайон).

В ходе учетной траловой съемки траления выполнялись в светлое время суток стандартным донным тралом ДТ/ТВ 27,1/24,4 м с ячейей 30 мм в кутцовой части. Трал 27,1/24,4 м представляет собой сетной мешок, который изготавливается из двух пластин – верхней и нижней. Периметр сечения трала по гужу нижней подборы в условной посадке 0,5 составляет 24,4 м, длина верхней и нижней подбор без голых концов составляет 27,1 и 26 м соответственно.

Вертикальное раскрытие трала обеспечивается оснасткой верхней подборы, положительной плавучестью и оснащением нижней подборы загрузкой. Верхняя подбор трала оснащается глубоководными кухтылями диаметром 200 мм, обеспечивая подъемную силу 100 кг. Нижняя подбор

трала по всей длине оснащается металлической цепью калибром 19 мм общей массой 215 кг. В качестве грузов-углубителей используются отрезки металлических цепей длиной 3,0 м калибром 26 мм общей массой 88,2 кг. Цепи подвязываются к подборе и голым концам капроновыми привязками через 1 м с помощью металлических колец диаметром 150 мм, с диаметром прутка 10 мм.

Горизонтальное раскрытие трала обеспечивалось сферическими траловыми досками. Скорость траления в зависимости от глубины траления варьировала от 2,6 до 3 узлов. С целью предотвращения зацепов перед каждым тралением производилось прописывание рельефа дна. Если траления в обозначенных точках из-за трудных грунтов или сложного рельефа дна были невозможны, для повторных тралений выбирались другие ровные участки дна с нормальными грунтами, максимально приближенные к указанным на схеме, но не далее 3 миль. Продолжительность тралений – до 30 минут. Траловый комплекс был оборудован системой контроля, которая позволяла в ходе траления контролировать параметры траловой системы.

Время траления определялось продолжительностью нахождения трала на грунте от момента его касания грунта до момента отрыва. Коэффициент уловистости трала для крабов-стригунов принимался, как и прежде, равным 0,6.

На промысловых судах проводился мониторинг в прибрежных водах, в территориальных морских водах и в ИЭЗ России в пределах западной части Берингова моря. Орудием сбора данных были усеченные конусные ловушки японского типа, собранные в промысловые порядки по 150 ловушек (контрольно-учетные поисковые порядки по 30 ловушек), расстояние между ловушками составило 20 м.

У краба-стригуна бэрди выделяли следующие размерные группы: промысловые самцы – ширина карапакса 120 мм и более (в соответствии с Правилами рыболовства), непромысловые самцы – ширина карапакса менее 120 мм. Непромысловые самцы подразделялись на следующие группы по ширине карапакса: пререкруты I порядка – 110-119 мм, пререкруты II порядка – 100-109 мм, молодые самцы – менее 90 мм.

Анализ промысла выполнен по данным судовых суточных донесений (ССД) из отраслевой системы мониторинга Росрыболовства (ОСМ). Для доступа к ОСМ и первичной обработки данных применяли программу «FMS analyst» [Vasilets, 2015].

Сбор и обработка первичных материалов выполнялись по стандартным гидробиологическим методикам. Для анализа и обработки данных использовалась программа «Microsoft Excel v. 7.0».

Структура и качество доступного информационного обеспечения для данной единицы запаса соответствуют II уровню (приложение 1 к приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104). Доступная информация обеспечивает проведение ограниченного аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ с использованием продукционных моделей эксплуатируемого запаса.

Обоснование выбора методов оценки запаса

За период промысла район обитания краба-стригуна бэрди в подзоне Западно-Беринговоморской был охвачен неравномерно (рис. 3-4).

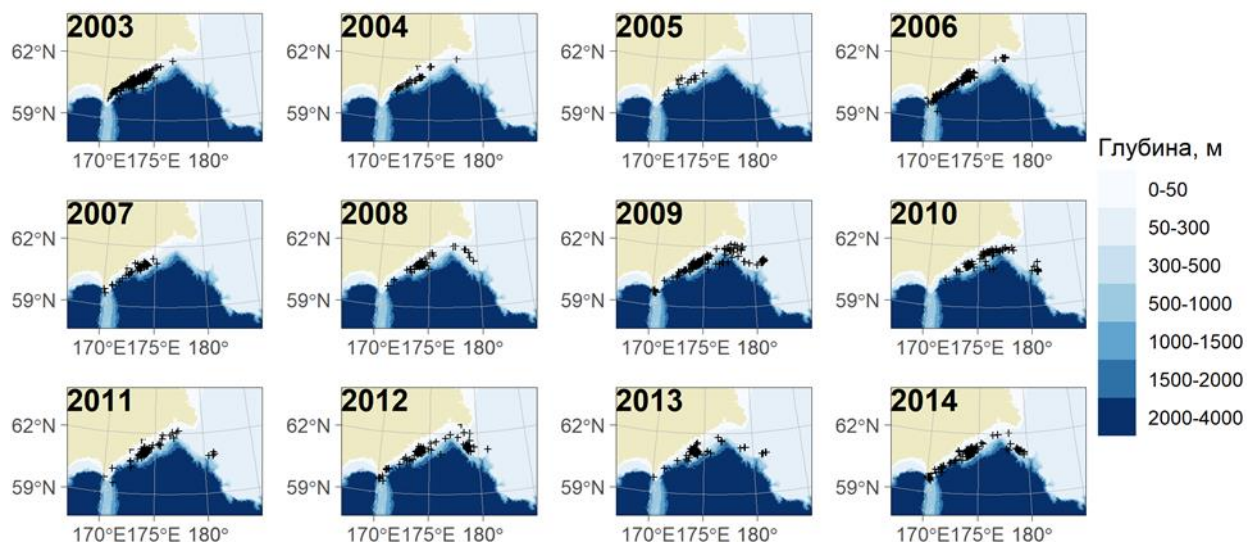


Рис. 3. Распределение промыслового усилия в 2003-2014 гг.

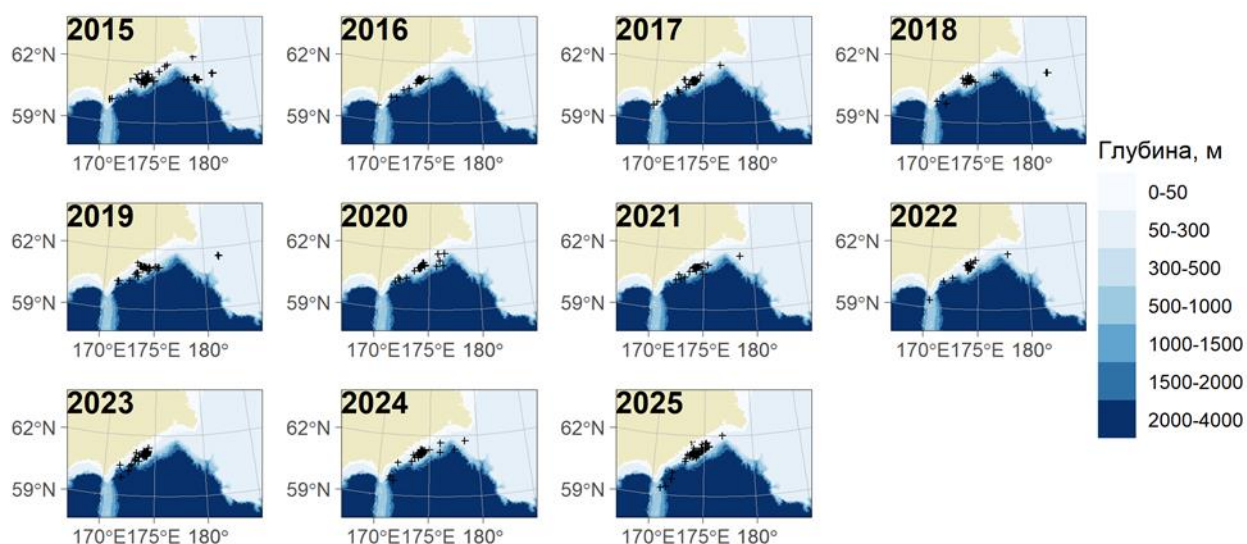


Рис. 4. Распределение промыслового усилия в 2015-2025 гг.

На рисунке 5 приведена динамика сопутствующих природных и производственных факторов. D – глубина, м, L – длина судна, м, P – мощность двигательной установки, Квт, p_{γ} – доля года, E – промысловое усилие для судна, сутки. Как видно, эти факторы также изменялись в широком диапазоне.

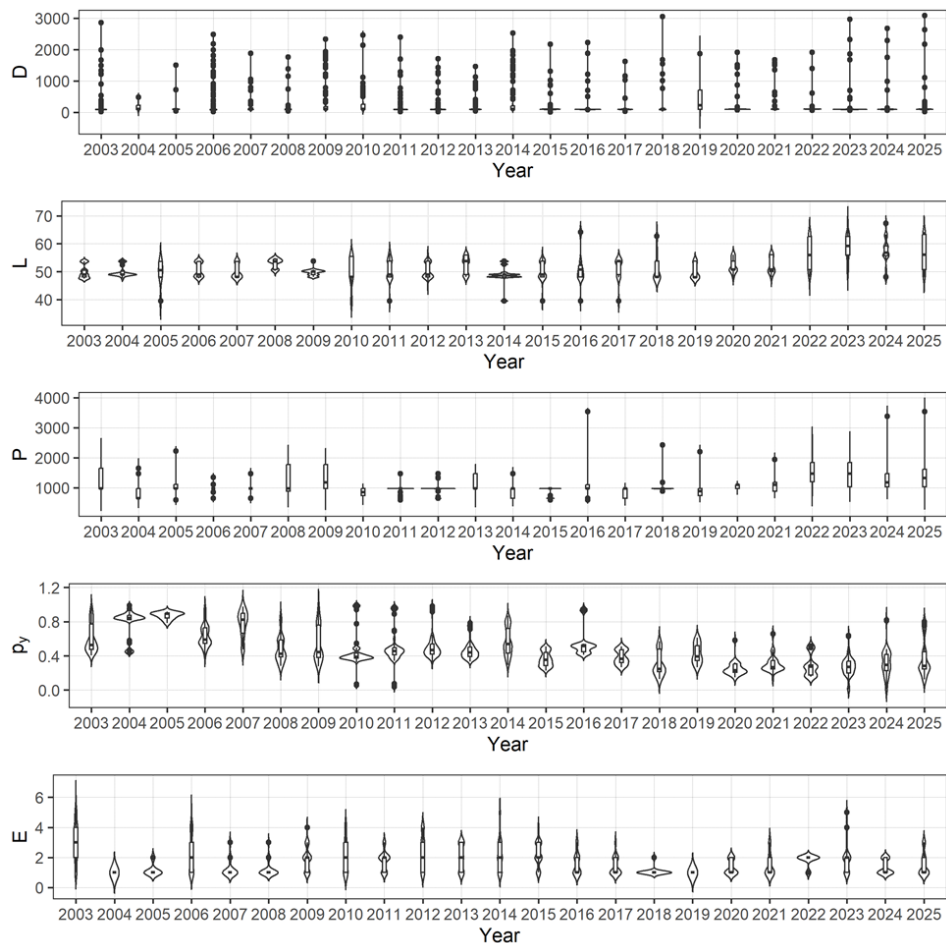


Рис. 5. Динамика значений природных и производственных факторов в 2003-2025 гг.

Такой разброс факторов вносит дополнительную вариабельность в индекс обилия, поэтому необходимо применять процедуру стандартизации промышленного усилия [Баканев, 2019; Буяновский, 2019; Кулик, Варкентин, Ильин, 2020; Черниенко, 2021].

CPUE (catch per unit effort) рассматривали как один из индексов запаса. Рассмотрели влияние на этот показатель различных факторов (табл. 1). В ряде случаев, при использовании переменных, связанных со временем, можно достичь лучших результатов, используя циклическое преобразование дат [Müller, Guido, 2016]. Циклическое преобразование дат выполняли по формулам:

$$d_{sin} = \sin \frac{2\pi d}{N_y} \quad (1)$$

$$d_{cos} = \cos \frac{2\pi d}{N_y} \quad (2)$$

где d_{sin} , d_{cos} – циклические компоненты, d – порядковый номер дня в году, N_y – число дней в году Y (365 или 366). К таблице присоединяли данные о суточном промышленном усилии, т.е. о количестве судов, находившихся на промысле, что отражает нагрузку на запас.

Факторы, учтенные при стандартизации индекса обилия

Переменная	Обозначение	Единицы измерения
Год	Y	Категориальная переменная
Широта	φ	Градусы с десятичными долями
Долгота	λ	Градусы с десятичными долями
Циклическая компонента 1	d_{sin}	Радианы
Циклическая компонента 2	d_{cos}	Радианы
Глубина	D	Метры
Длина судна	L	Метры
Мощность двигателя	P	КВт
Суточное промысловое усилие	E	Судо-сутки

Для моделирования влияния на CPUE перечисленных выше факторов и стандартизации использовали обобщенные аддитивные модели (GAM) [Черниенко, 2021]. Связь дисперсии с математическим ожиданием задавалась составным распределением Пуассона-Гамма (Твиди) степенной функцией с параметром p [Jorgensen, 1997].

GAM отличаются от обычных GLM тем, что линейный предиктор может включать гладкие функции f [Hastie, Tibshirani, 2014; Wood, 2011; Wood, 2017]:

$$\mu_i = \beta X_i + \sum L_{ij} f_j \quad (3)$$

где μ_i – зависимая переменная, β – коэффициенты, L_{ij} – линейные функционалы, связанные с ковариатами.

Рассматривали следующие модели-кандидаты:

$$a \quad CPUE = f^Y \quad (4)$$

$$б \quad CPUE = f^Y + s(D) \quad (5)$$

$$в \quad CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) \quad (6)$$

$$г \quad CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_Y) \quad (7)$$

$$д \quad CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) \quad (8)$$

$$е \quad CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_Y) + s(L) + s(P) + s(E) \quad (9)$$

$$ж \quad CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + s(L) + s(P) + s(E) \quad (10)$$

$$з \quad CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + s(P) + s(E) \quad (11)$$

$$и \quad CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + s(L) + s(E) \quad (12)$$

где $\mu(LPUE)$ – математическое ожидание интенсивности промысла, s – тонкоплечный регрессионный сплайн (TPC) [Wood, 2003]. Оценка параметров модели произведена методом максимального правдоподобия, оптимизация числа псевдоузлов TPC выполнена методом обобщенной кросс-валидации [Wood, 2004; Wood, 2011]. Для стандартизации интенсивности промысла выбрали модель с наименьшим значением информационного критерия Шварца (BIC) [Burnham, Anderson, 2002].

Наилучшую производительность показала модель (11) (табл. 2).

Таблица 2

Информационные критерии и объясненная дисперсия для моделей-кандидатов

		AIC	BIC	Var _{expl}
<i>a</i>	(4)	9634	9781	32,7%
<i>б</i>	(5)	9599	9764	33,6%
<i>в</i>	(6)	9370	9634	39,4%
<i>г</i>	(7)	9264	9546	41,7%
<i>д</i>	(8)	9263	9554	41,8%
<i>е</i>	(9)	9238	9544	42,4%
<i>ж</i>	(10)	9240	9545	42,4%
<i>з</i>	(11)	9266	9567	41,8%
<i>и</i>	(12)	9217	9539	43,0%
<i>к</i>	(13)	9240	9556	42,4%

Для стандартизации интенсивности промысла вычисляли ее значения для каждого года, фиксируя значения факторов на медианах. Значения факторов, использованные для стандартизации приведены в таблице 3.

Таблица 3

Значения факторов, использованные для стандартизации индексов

Фактор	Значение
φ	174,05
λ	61,11
D	98
d_{sin}	0,017
d_{cos}	0,99
P	970
E	2

Номинальные и стандартизованные значения индексов, приведены на рисунке 6.

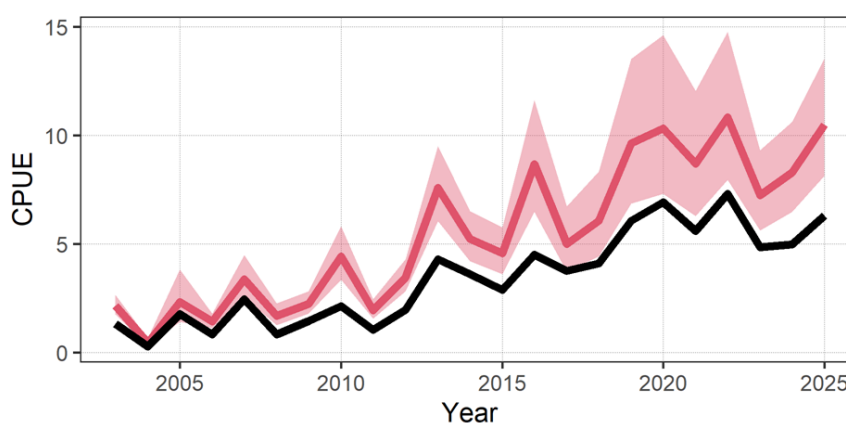


Рис. 6. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов с доверительными интервалами (красная область)

Информации об оценках запасов по результатам учетных съемок, а также стандартизованных значений CPUE достаточно для использования конечно-разностной модели с запаздыванием, которая является компромиссом между когортными и продукционными моделями [Deriso, 1980; Schnute, 1987].

Уравнение модели имеет вид:

$$B_t = e^{-M}(1 + \rho)(B_{t-1} - Y_{t-1}) - \rho e^{-2M} \left(1 - \frac{Y_{t-1}}{B_{t-1}}\right) (B_{t-2} - Y_{t-2}) - e^{-M} \left(1 - \frac{Y_{t-1}}{B_{t-1}}\right) \rho w_{a_R-1} R_{t-1} + w_{a_R} R_t \quad (14)$$

где t – год промысла, a_R – возраст пополнения, w_{a_R} , w_{a_R-1} – соответственно, средний вес рекрута и предрекрута, кг, B_t – общая биомасса промыслового запаса в год t , кг, Y_t – вылов в единицах биомассы в год t , кг, R_t – численность особей, впервые вступивших в промысел в год t , экз., M – мгновенный коэффициент естественной смертности, ρ – коэффициент Бруды в уравнении Форда-Уолфорда.

Принималось, что зависимость запас–пополнение описывается уравнением Рикера, и что промысловый запас пропорционален нерестовому. Таким образом:

$$R_t = \gamma (B_{t-a_R-1} - Y_{t-a_R-1}) e^{-\delta (B_{t-a_R-1} - Y_{t-a_R-1})} \quad (15)$$

где γ , δ — коэффициенты в уравнении «запас-пополнение».

Из уравнения модели следует уравнение для оценки биомассы необлавливаемого запаса или девственной биомассы B_V :

$$B_V = \frac{-1}{\delta} \ln \frac{(1 + \rho)e^{-M} - \rho e^{-2M}}{\gamma (w_{a_R-1} \rho e^{-M} - w_{a_R})} \quad (16)$$

Чтобы избавиться от коррелированности девственной биомассы и параметров модели, что искажает оценку параметров при выполнении сэмпирования, использовались приведенные величины [Meuer, Millar, 1998]:

$$P_t = \frac{B_t}{B_V}, r_t = \frac{R_t}{B_V}, k = \frac{1}{B_V}.$$

Для того, чтобы разделить шумы процессов динамики биомассы и пополнения и ошибки наблюдения, модель была представлена в форме пространства состояний.

Таким образом, используемая модель включает два уравнения процесса:

$$P_t = e^{-M}(1 + \rho)(P_{t-1} - kY_{t-1}) - \rho e^{-2M} \left(1 - \frac{kY_{t-1}}{P_{t-1}}\right) (P_{t-2} - kY_{t-2}) - e^{-M} \left(1 - \frac{kY_{t-1}}{P_{t-1}}\right) \rho w_{a_R-1} R_{t-1} + w_{a_R} R_t + \epsilon_1 \quad (17)$$

$$\ln r_t = \ln \gamma + \ln (P_{t-4} - kY_{t-4}) - \frac{\delta}{k} (P_{t-4} - kY_{t-4}) + \epsilon_2 \quad (18)$$

И одно уравнение наблюдения:

$$U_{i,t} = Q_i P_t + \theta_i \quad (19)$$

здесь $Q_i = q_i B_V$, q_i – коэффициент улавливаемости, $U_{i,t}$ – биомасса на единицу промыслового усилия в год t (кг) для i -го индекса наблюдения, ϵ_1 , и θ_i , соответственно – шумы процессов и ошибка наблюдения. В данном случае, индексами служили оценки промысловой биомассы по материалам учетных траловых и ловушечных съемок, полученные методом площадей, уловы на ловушку промысловых самцов в килограммах, по данным ловушечных съемок и наблюдений на промысле, а также материалы промысловой статистики (кг/судо-сутки).

Для представления пространства состояний использовался сигма-точечный фильтр Калмана [Särkkä, 2013; Wan, Van Der Merwe, 2000], параметры модели оптимизировались при помощи генетического алгоритма [Михеев, 2016]. Расчеты выполнялись в среде R [R Core Team, 2022].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Промысловые показатели работы судов (табл. 4), осуществлявших промысел краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне с 2014 по 2024 гг., показывают, что в 2025 г. в Западно-Беринговоморской зоне на промысле краба-стригуна бэрди работало 12 судов (табл. 4,5).

Таблица 4

Промысловые показатели работы судов в Западно-Беринговоморской зоне в 2014-2025 гг. на промысле краба-стригуна бэрди

Год	Количество судов	Вылов, т	Средний улов на судосутки, т	Количество судосуток
2014	8	1009,386	3,618	279
2015	7	529,581	2,894	183
2016	8	230,515	4,433	52
2017	6	214,581	3,065	70
2018	8	200,959	4,019	50
2019	6	236,986	6,07	39
2020	6	242,553	6,93	35
2021	6	234,117	6,88	40
2022	6	326,234	7,58	43
2023	12	470,108	5,00	94
2024	12	488,737	6,03	81
2025	12	933 (31.12.2025)	5,391	173

**Промысловые показатели работы судов в Западно-Беринговоморской зоне
в 2025 г. на промысле краба-стригуна бэрди**

Месяц	Количество судов	Вылов, т	Средний улов на судосутки, т	Количество судосуток
Февраль	2	161,187	10,746	12
Март	4	81,387	5,813	9
Апрель	5	256,654	6,416	26
Май	1	8,573	4,286	2
Июнь	1	85,072	5,317	15
Сентябрь	2	11,181	1,242	9
Октябрь	1	77,453	6,454	12
Ноябрь	1	22,403	3,200	7
Декабрь	2	228,864	3,945	29

На рисунке 7 представлена динамика промыслового запаса в период с 2005 по 2025 гг. В 2005 г. промысловый запас был оценен в 5,6 млн экз. К 2006 г. величина запаса возросла до 9,3 млн экз. После этого, в 2007 г. он упал до 3,7 млн экз. и в период с 2008 по 2010 г. находился на низком уровне – 3,4-2,3 млн экз. Это снижение было связано с малочисленностью пополнения и естественной смертностью старших возрастных групп. В 2011 г. произошло почти 4-кратное увеличение численности промысловых самцов – до 8,1 млн экз. В основном оно было связано с тем, что обнаруженное в территориальном море Российской Федерации в 2010 г. большое количество молодых самцов (84,9 млн экз.) в 2011-2012 гг. вышли за пределы 12-мильной зоны и пополнили группу пререкрутов и рекрутов, которые в свою очередь увеличили промысловую и непромысловую части популяции краба-стригуна бэрди. В 2012 г. промысловый запас был оценен в 14,4 млн экз., в 2013 г. он снизился до 5,9 млн экз., а в 2014 г. составил всего 3,0 млн экз. В 2015 г. численность промысловых самцов была равна 3,386 млн экз., а в 2016 г. она уменьшилась до 2,190 млн экз. Причины, по которым в 2016 г. произошло снижение промыслового запаса, связаны как с естественными колебаниями численности промысловых самцов, так и с чрезмерным промысловым прессом в 2014-2015 гг. В 2017 и 2020 гг. промысловый запас несколько увеличился и был оценен в 2,236 и 2,5 млн экз. В 2021 г. численность промысловых самцов возросла почти в два раза и составила 4,73 млн экз.



Рис. 7. Динамика промыслового запаса самцов краба-стригуна бэрди в Анадырском заливе и корякском шельфе в 1998-2025 гг.

По результатам исследований, выполненных в 2025 г., численность промыслового запаса краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне составила 14,1 млн экз. (12,8 тыс. т), что сопоставима с 2012 г.

Таким образом, динамика численности промысловых самцов краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне показывает наличие резких всплесков численности, которые отмечаются раз в 5-7 лет, а затем сменяются периодами с крайне низкой численностью. Такая динамика запаса является характерной особенностью биологии краба-стригуна бэрди во всех районах его добычи (вылова) в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне. Ожидается, что в 2026-2027 гг. численность промыслового запаса достигнет максимума, а после 2027 г. начнётся снижение запаса.

Степень промыслового освоения краба в последние годы показана на рисунке 8. За период промысла с 2014 по 2025 гг., минимальное освоение ОДУ составило 88,8%, а максимальное 98,4%.

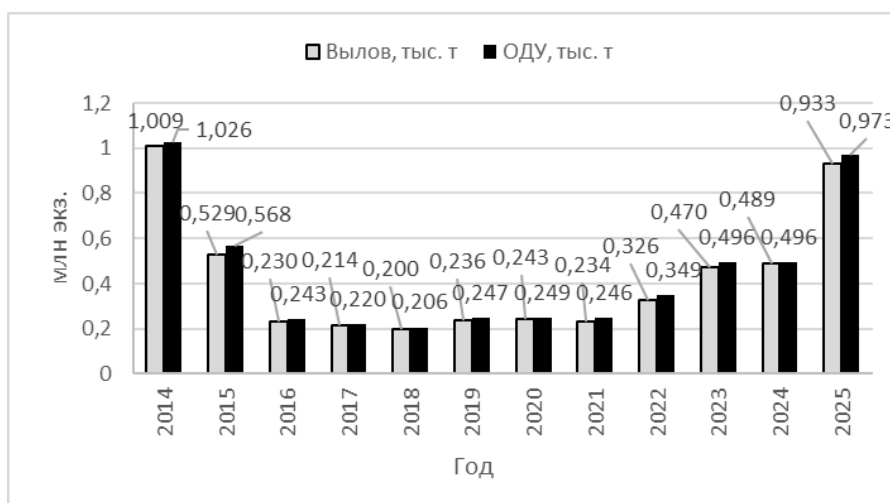


Рис. 8. ОДУ и вылов промысловых самцов краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне в 2014-2025 гг. По оси абсцисс – годы, по оси ординат – тыс. т

По данным траловой съемки в 2021 г. наиболее плотные скопления промысловых самцов краба-стригуна бэрди (до 15,385 тыс. экз./милю²) в Западно-Беринговоморской зоне были отмечены в Корякском подрайоне на акватории с координатами между 173° 40,0' в.д. и 174° 30,0' в.д. и между 60°50,4' с.ш. и 61°31,0' с. ш. (рис. 9). На этом участке шельфа было отмечено два скопления промысловых самцов краба-стригуна бэрди высокой плотности: на глубинах 80-85 м и на глубинах 90-95 м. На остальной части исследованной акватории Западно-Беринговоморской зоны плотность распределения промысловых самцов краба-стригуна бэрди не превышала 2 тыс. экз./милю², при этом в Наваринском и Корякском подрайонах плотность распределения на большей части акватории не превышала 100 экз./милю².

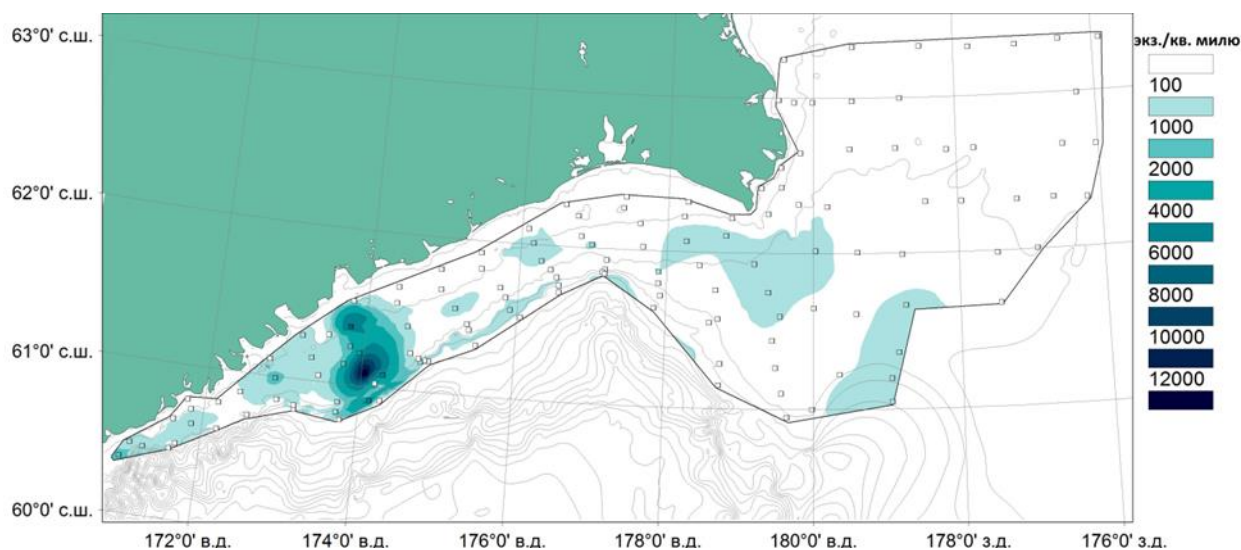


Рис. 9. Пространственное распределение промысловых самцов (ШК ≥ 120 мм) краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне по результатам учетной донной траловой съемки на СРТМ «Валерий Маслаков» в сентябре 2021 г.

В траловых уловах отмечены самцы краба-стригуна бэрди с ШК от 10 до 165 мм, средняя ШК самцов составила 91,5 мм (рис. 10). Доля промысловых самцов с ШК ≥ 120 мм в уловах составила 9,2% от общего количества самцов краба-стригуна бэрди. Среди промысловых самцов с ШК > 120 мм преобладали особи с ШК 130-134 мм, средняя ШК промысловых самцов составила 133,4 мм. Наиболее крупные промысловые самцы отмечены в Корякском подрайоне, где средняя ШК промысловых особей составила 133,9 мм.

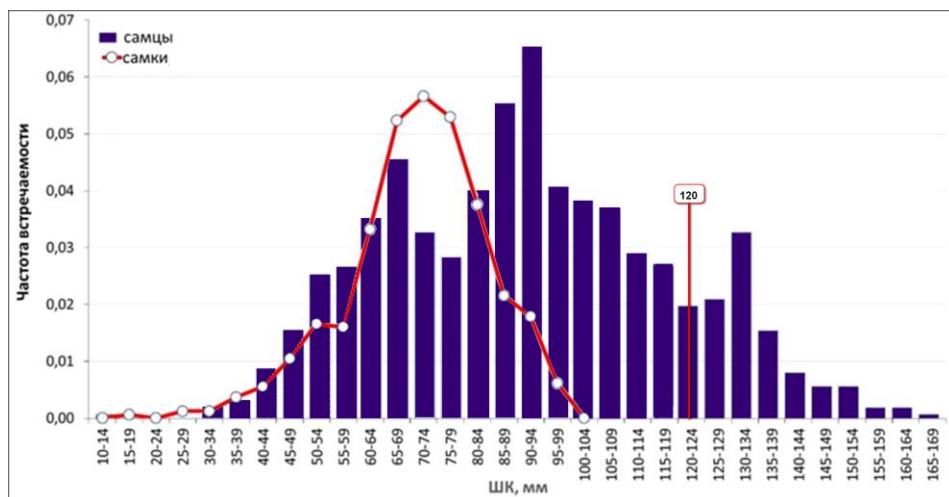


Рис. 10. Размерный состав краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне по результатам учетной донной траловой съемки на СРТМ «Валерий Маслаков» в сентябре 2021 г.

В 2024 г. самцы промыслового размера (от 120 мм по ШК) встречены только на корякском шельфе на 16 станциях с плотностью от 58 до 9910 экз./км² (среднее – 1293,1 экз./км²) на площади 17,6 тыс. км². Максимальная плотность отмечена на траверсе б. Дежнёва в координатах 61°03' с.ш., 174°14' в.д. на глубине 120 м. Самцы непромыслового размера (менее 120 мм по ШК) встречались только на корякском шельфе на 28 станциях с обилием 36-3480 экз./км² (среднее – 403,7 экз./км²), площадь их распределения составила 25,6 тыс. км² (рис. 11).

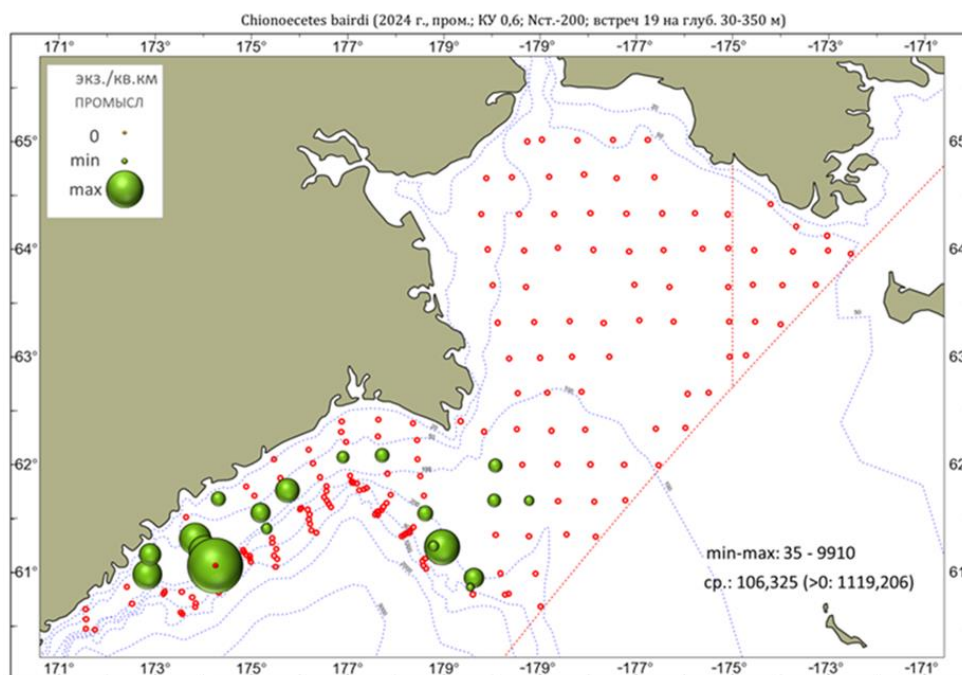


Рис. 11. Распределение промысловых самцов краба-стригуна бэрди в Анадырском заливе и на корякском шельфе в июле-августе 2024 г., экз./км²

Размерный состав самцов был представлен особями с шириной карапакса 24-160 мм, средний размер составил $120,1 \pm 1,0$ мм (у промысловых – $131,5 \pm 0,5$ мм, у непромысловых – $97,5 \pm 1,8$ мм). Доля самцов промыслового размера составила – 66,5%. Индивидуальная масса самцов варьировала в пределах 4-1248 г, в среднем составила 574 г (у промысловых – 700 г, у непромысловых – 324 г). Ширина карапакса самок изменялась в пределах от 29 до 98 мм, в среднем – $79,1 \pm 1,0$ мм, индивидуальная масса варьировала от 8 до 265 г, в среднем составила 150 г (рис. 12).

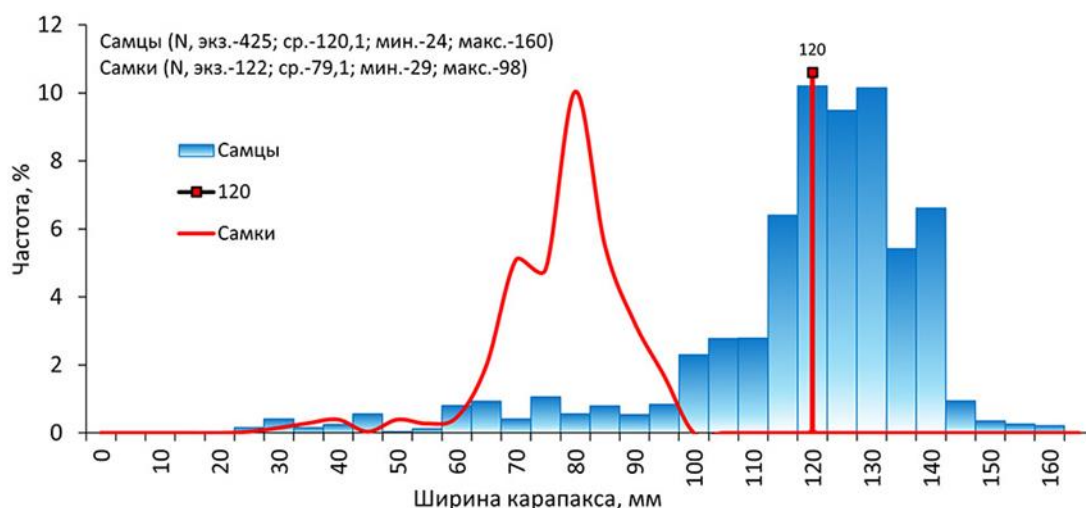


Рис. 12. Размерный состав краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне по результатам учетной донной траловой съемки на НИС «Дмитрий Песков» в июле-августе 2024 г.

В ловушечных уловах 2025 г. краб-стригун бэрди в исследуемом районе сформировал плотное промысловое скопление в районе $173^{\circ}50' - 174^{\circ}30'$ в.д. на глубинах 80-95 м. Биологическое состояние и промыслово-статистические показатели (промысловое усилие экз./лов.) свидетельствуют о хорошем состоянии краба-стригуна бэрди в районе его эксплуатации. В основном районе промысла в Западно-Беринговоморской зоне в течение последних 3-х лет освоение ОДУ краба-стригуна сохраняется на хорошем уровне. Промысел краба-стригуна запрещен в районе западнее $172^{\circ}30'$ в.д. Следует отметить, что основной промысел краба-стригуна бэрди в первой половине 2025 г. осуществлялся в юго-западной части Западно-Беринговоморской зоны. Поэтому, на втором этапе исследований (18-19.06.2025 г.) был выполнен контрольный сбор данных на акватории полигона. Площадь исследований составила около 100 км^2 . Здесь в уловах краб-стригун бэрди встречался штучно, а т.к. промысел краба-стригуна бэрди на этом участке отсутствует, то оценку запаса для этой акватории не проводили.

В первой половине июня (до 19 июня 2025 г.) в рамках мониторинга промысла выполнено обследование скопления краба-стригуна бэрди в основном районе добычи данного вида водных биоресурсов в Западно-Беринговоморской зоне. Эти исследования позволили оценить

пространственное распределение краба-стригуна бэрди от 173°30' до 175°00' в.д. Центральная часть промыслового скопления была приурочена к меридиану 174° в.д. с глубинами 70-95 м (рис. 13).

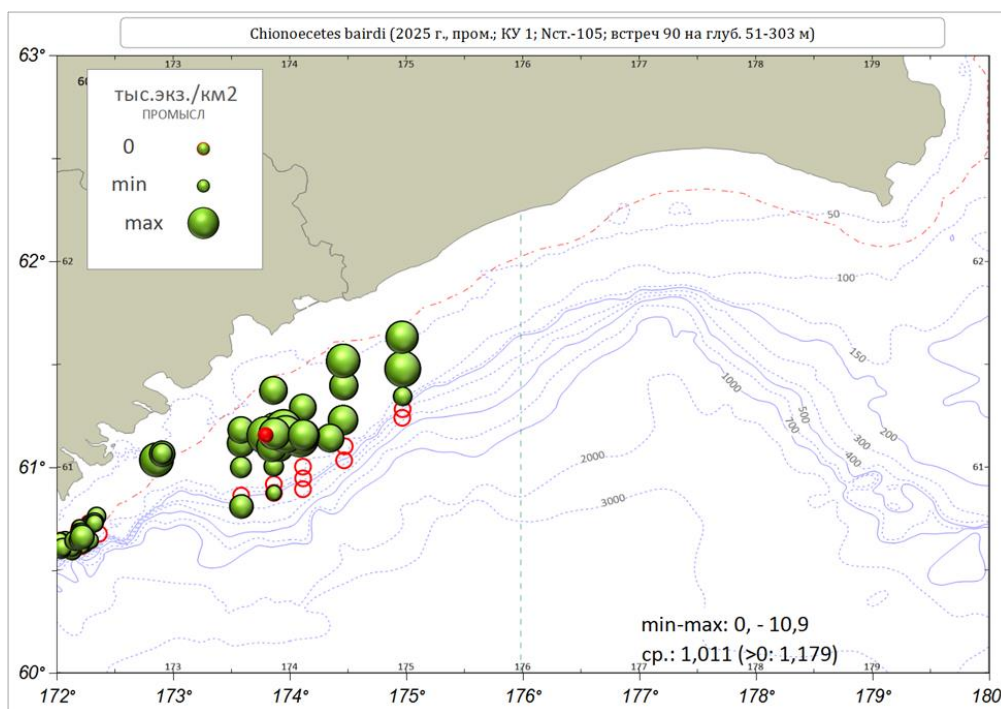


Рис. 13. Распределение промысловых самцов краба-стригуна бэрди на корякском шельфе в апреле-июне 2025 г., экз./км²

Всего был проведен биологический анализ 4863 экз. краба-стригуна бэрди. Размеры самцов (доля 99%) варьировали в пределах 79-164 мм, средний размер составил 130,6 мм, их индивидуальная масса колебалась в пределах 148,5-1345 г, составив в среднем 689 г. Среди самцов особи промыслового размера (от 120 мм по ширине карапакса) составили 87% по численности и 91% по биомассе. Индивидуальная масса промысловых самцов колебалась в пределах 524-1345 г, составив в среднем 750 г. Средняя ширина карапакса промысловых самцов была равна 133,3 мм (доля 87%), непромысловых – 113,4 мм (доля 13%). Ширина карапакса пререкрутов II-ого порядка варьировалась от 100 до 109 мм (2,2%), пререкрутов I-ого порядка – от 110 до 119 мм (11%), а промысловых самцов – от 120 мм до 140 мм (78%). Минимальный размер пойманных самок составлял 69 мм, максимальный – 95 мм. Средняя ширина карапакса была равна 81,3 мм, их индивидуальная масса колебалась в пределах 97-243 г, составив в среднем 155 г. Большая часть самок была представлена особями с шириной карапакса 70-85 мм – 95%, от общего количества самок (рис. 14).

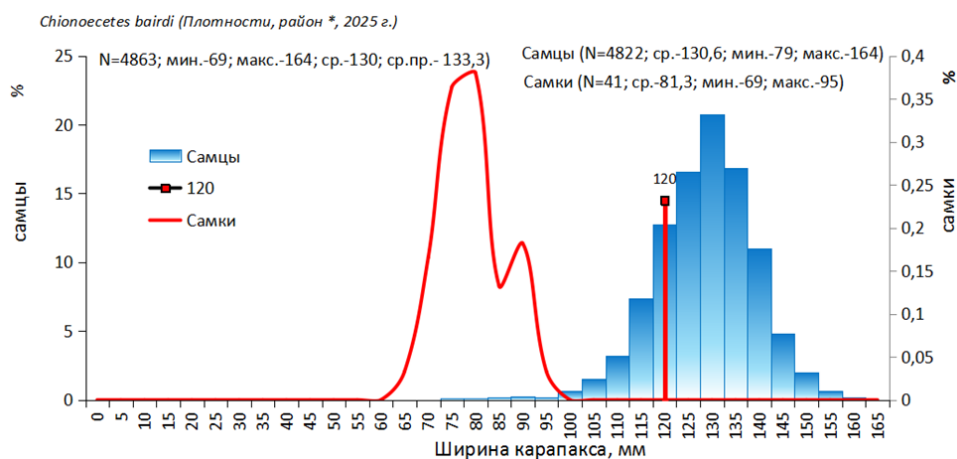


Рис. 14. Размерный состав краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне по результатам исследований на промысловых судах на коряжском шельфе в апреле-июне 2025 г.

Средние размеры промысловых самцов в последние годы практически не менялись: в 2014 г. – 130 мм, в 2015 г. – 128,5 мм, в 2016 г. – 129 мм, в 2017 г – 130,2 мм, 2019 – 132,7 мм, 2020 – 131,8 мм, 2021 – 133,9 мм, 2024 – 131,5 мм, 2025 – 133,3 мм.

Определение биологических ориентиров

В качестве целевого ориентира по биомассе (B_{tr}) использована величина – 2,3 тыс. т в год. В качестве граничного ориентира (B_{lim}) – 0,93 тыс. т. Целевой ориентир по промысловому изъятию установлен равным 19% (табл. 6).

Таблица 6

Биологические ориентиры для краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне, биомасса в тыс. т

B_{lim}	B_{tr}	u_0	u_{tr}	u_{lim}
0,93	2,3	0%	19%	44%

Обоснование правила регулирования промысла

Правила регулирования промысла (ПРП) для каждого из выделенных полигонов конструировали на основе модификации «предосторожного» подхода [Бабаян, 2000].

Выделялось три режима эксплуатации в зависимости от оценки биомассы запаса B_i :

– режим НИР, $B_t \leq B_{lim}$: величина рекомендуемого изъятия u_{rec} постоянна и соответствует величине изъятия, необходимого для НИР, $u_{rec} = const = u_{lim}$;

– режим восстановления запаса, когда величина рекомендуемого изъятия устанавливается в соответствии с величиной запаса, $B_{lim} < B_t < B_{tr}$:

$$u_{rec} = \frac{(u_{tr} - u_0)(B_t - B_{lim})}{B_{tr} - B_{lim}} + u_0;$$

– режим постоянной интенсивности промысла,
 $B_t > B_{tr}: F_{rec} = const = F_{tr}$.

Графическое представление ПРП приведено на рисунке 15.

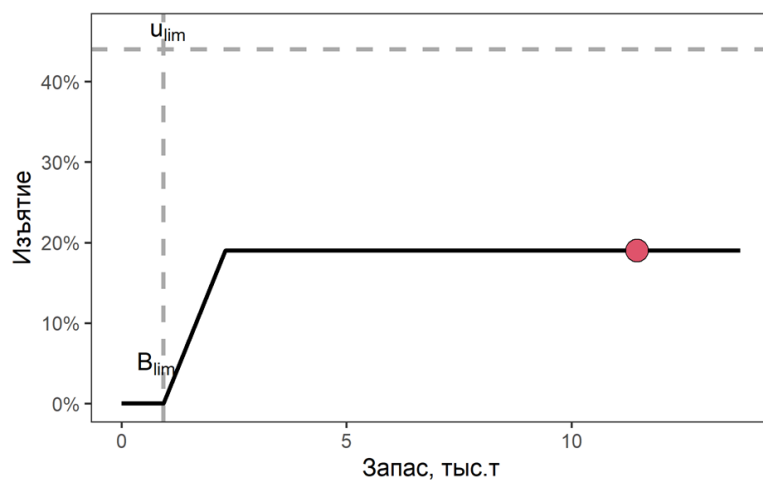


Рис. 15. Графическое представление ПРП для краба-стригуна бэрди зоны Западно-Беринговоморской

В соответствии с «Правилами регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов» статус запаса краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне оценивается как «стабильный», предельный уровень ежегодных изменений ОДУ для данного запаса составляет $\pm 42\%$.

Прогноз состояния промыслового запаса

Оценка запаса краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне в 2025 г., полученная по результатам моделирования, находится в 95% доверительном интервале 10,42-14,15 тыс. т (13,89-18,86 млн экз.), в среднем – 12,28 тыс. т (16,38 млн экз.). Оценка ожидаемой в 2026 г. величины запаса находится в доверительном интервале 8,60-14,33 тыс. т (11,47-19,10 млн экз.), в среднем – 11,46 тыс. т (15,28 млн экз.) (рис. 16).

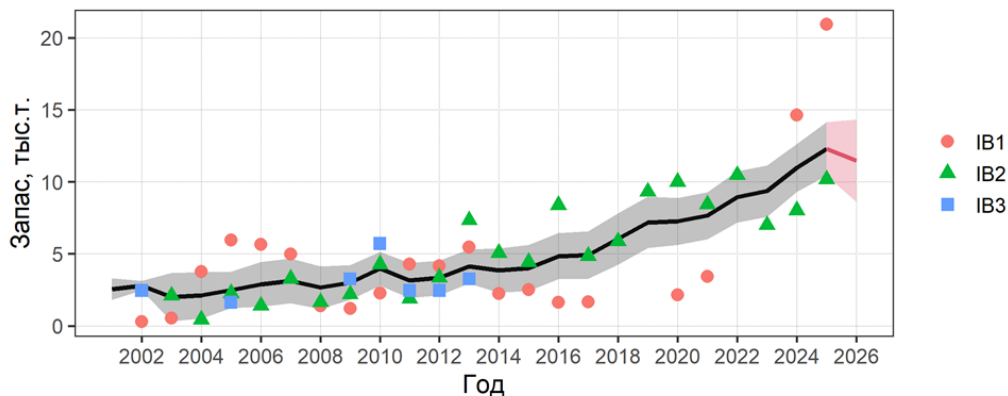


Рис. 16. Динамика промысловой биомассы. IB1 – оценки запаса, IB2 – интенсивность промысла IB3 – улов на ловушку

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ

В соответствии с приказом Минсельхоза России от 24 сентября 2025 г. № 616, ОДУ краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне на 2026 г. установлен в объеме 0,973 тыс. т.

В результате выполнения экспедиционных исследований на промысловых судах в апреле-июне 2025 г. были получены новые данные о состоянии запаса краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне. Оценка промыслового запаса, полученная в 2025 г., почти в 1,7 раза, превышает оценки 2024 г.

Оценка ожидаемой в 2026 г. величины запаса краба-стригуна бэрди, полученная по результатам моделирования, составляет 11,46 тыс. т (15,28 млн экз.), что превышает целевой ориентир управления (2,3 тыс. т) и позволяет применять целевой коэффициент изъятия (19%).

Согласно построенного ПРП, оптимальная доля изъятия краба-стригуна бэрди в подзоне Западно-Беринговоморской составит 19%. Таким образом, ОДУ в 2026 г. может составить 2,178 тыс. т (2,904 млн экз.), что превышает утвержденную величину ОДУ на 120%.

Вместе с тем, предельный уровень ежегодного изменения ОДУ, установленный Правилами регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов, для данной единицы запаса составляет $\pm 42\%$. В связи с этим, на 2026 г. ОДУ может быть увеличен на 42% от утвержденного уровня, что составляет 0,409 тыс. т. При таком подходе скорректированный объем ОДУ в 2026 г. составит 1,382 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется корректировка ОДУ краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне на 2026 г. в сторону увеличения на 0,409 тыс. т с 0,973 тыс. т до 1,382 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

Ожидаемая в 2026 г. величина запаса демонстрирует довольно большую неопределенность, при этом риск достижения биомассой граничного ориентира отсутствует (рис. 17).

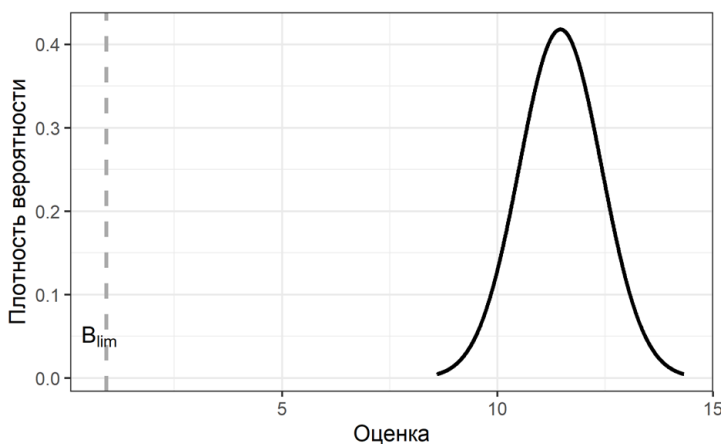


Рис. 17. Распределение вероятности для ожидаемой биомассы запаса

ТРУБАЧИ (виды родов *Buccinum*, *Ancistrolepis*, *Clinopegma*, *Volutopsius*, *Pyrulofusus*, *Neptunea*, *Lussivolutopsius*)

61.05 — зона Охотское море

61.05.1 — подзона Северо-Охотморская

Исполнители: Ю.А. Щербакова, В.Г. Григоров («МагаданНИРО»)

Куратор: О.А. Хорошутина (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Основой корректировки величины ОДУ трубачей Северо-Охотморской подзоны на 2026 г., являются материалы полученные в процессе проведения учетно-ловушечной съёмки на НИС «Зодиак» в сентябре-октябре 2025 г. в Северо-Охотморской подзоне. За указанный период выполнено 66 постановок в районе $57^{\circ}35,0' - 58^{\circ}56,0'$ с.ш. и $147^{\circ}40,9' - 152^{\circ}48,1'$ в.д., на глубинах от 94 до 197 м. Также материалы, характеризующие биологию трубачей, собранные в ходе мониторинга промышленного лова на СРТМ-к «Александр Шалин» в 2025 г. (рис. 1). Для анализа промысловой обстановки, сезонной динамики уловов, пространственного распределения и биологии брюхоногих моллюсков привлечены данные научно-поисковых и мониторинговых работ, а также данные промышленного лова за период 2004-2025 гг. (табл. 1).

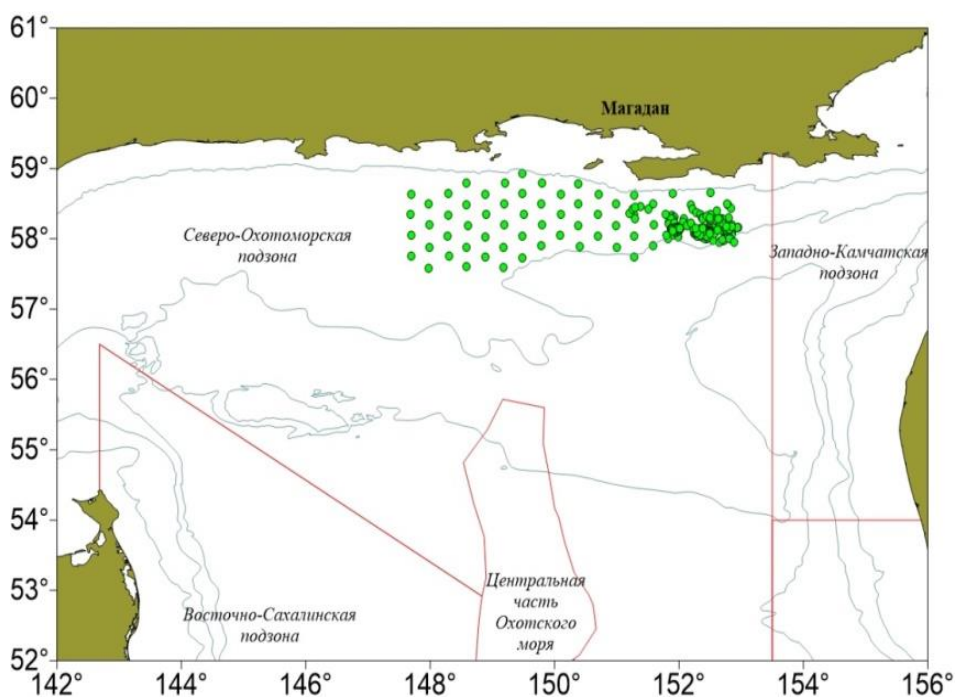


Рис. 1. Схема проведения научно-исследовательских работ и мониторинга запасов трубачей Северо-Охотморской подзоны в основном районе их промысла в мае-октябре 2025 г.

**Источники данных, использованных для корректировки величины ОДУ трубачей
Северо-Охотоморской подзоны на 2026 г.**

Судно	Орудия лова	Период работ	Количество учётных станций	N, экз.
СРТМ-К «Александр Шалин»	специализированные ловушки	май-сентябрь 2020 г.	547	11501
НИС «Дмитрий Песков»	донный трал	август-сентябрь 2021 г.	90	1486
СРТМ-К «Александр Шалин»	специализированные ловушки	август-сентябрь 2022 г.	117	20739
СРТМ-К «Александр Шалин»	специализированные ловушки	май-июнь 2023 г.	152	18633
СТР «Сланцы»	донный трал	июнь-июль 2024.	139	1461
РС «Александр Шалин»	специализированные ловушки	июнь-август 2024 г.	230	25236
РС «Александр Шалин»	специализированные ловушки	май-июнь 2025 г.	176	24770
НИС «Зодиак»	специализированные ловушки	сентябрь-октябрь 2025 г.	66	27612

Информационное обеспечение прогноза ОДУ относится к II уровню, согласно приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. №104.

Обоснование выбора методов оценки запаса

Оценка промыслового запаса трубачей в Северо-Охотоморской подзоне традиционно базировалась на методике, разработанной специалистами «МагаданНИРО», позволявшей определять биомассу беспозвоночных методом весовой интерполяции [Михайлов и др., 2003; Васильев, 2004]. Для этого использовались материалы ресурсных исследований и ежегодно проводимого мониторинга состояния запасов трубачей. Алгоритм оценки запаса был реализован в программе «*El Mara*» [Васильев, 2004]. Общая формула для расчёта запасов в районе площадью (S) представлена в следующем виде:

$$P_3 = \frac{P_l \times S}{K \times S_l}, \quad (1)$$

где P_3 — запас (кг); P_l — улов на ловушку (кг); S — обследованная площадь (m^2); S_l — площадь, облавливаемая одной ловушкой (m^2); K — коэффициент уловистости одной ловушки (доля трубачей, вошедших в ловушку от общего количества моллюсков на площади зоны действия приманки (S_l)).

Учитывая, что в данной формуле в знаменателе две независимые переменные, каждая из которых определяется особенностями одного и того же района, для упрощения задачи формула (1) представлена в следующем виде:

$$P_3 = \frac{P_n \times S}{S_{эф}}, \quad (2)$$

где $S_{эф}$ — эффективная площадь облова одной ловушки ($S_{эф} = K \times S_n$).

Эффективная площадь облова одной ловушки для промысла трубачей принята равной 645 м² [Овсянников, Пономарёв, 1992].

Сейчас использование метода весовой интерполяции менее актуально по причине сокращения частоты проведения наблюдений, но он может использоваться для анализа состояния запасов по материалам, полученным в ходе мониторинга промысла и НИР.

Накопленная информация о промышленном лове и биологических характеристиках трубачей Северо-Охотоморской подзоны, обеспечивает возможность проведения ограниченной аналитической оценки состояния запаса и расчёт ОДУ с использованием динамических продукционных моделей. В этом случае обязательные требования к составу информации – исторические ряды уловов и промысловых усилий. В качестве дополнительных источников информации предполагается использование статистических и биологических показателей состояния запаса.

Апробация оценки запаса трубачей с помощью динамических продукционных моделей была выполнена на основе материалов учётных ловушечных съёмок в Северо-Охотоморской подзоне, в ходе подготовки квалификационной работы сотрудника «МагаданНИРО» [Васильев, 2015; 2016]. Согласно полученным оценкам, на 2015 г. рекомендованная величина промыслового изъятия трубачей вида – *Vaccinium osagawai*, составила более 21% от его промыслового запаса.

Практическое применение продукционных моделей запаса трубачей Северо-Охотоморской подзоны было начато в ходе подготовки материалов прогноза ОДУ на 2017 г. Эти работы проводились с применением программы *SOMBI* (ФГБНУ «ВНИРО»), в алгоритм которой включены необходимые этапы обоснования величины ОДУ – оценка качества исходных данных, подбор продукционной модели, оценка ориентиров управления, обоснование правил регулирования промысла, прогнозирование биомассы запаса и улова [Бабаян и др., 2018].

Оценка величины промыслового запаса трубачей Северо-Охотоморской подзоны, выполненная методом весовой интерполяции (в программе «*El Mara*») с 2000-2014 гг. изменялась от 28,7 до 83,6 тыс. т. При расчётах продукционной моделью (в программе *SOMBI*) величина промыслового запаса варьировала от 41,0 до 58,8 тыс. т.

Основываясь на положительном опыте использования программы *SOMBI*, расчёт корректировки ОДУ трубачей на 2026 г. выполнен в данной программе версии 4.0. При подготовке материалов для оценки состояния запаса трубачей анализировались данные промышленного лова за период 2004-2025 гг. Для расчётов выбрана медиана суточных уловов судов и суммарные уловы флота.

Прогноз запаса трубачей предыдущих годов оптимально описывался динамической производственной моделью Фокса, с использованием медианного отклонения как целевой функции (ЦФ) [Бабаян, 2000]. Результаты расчётов подтвердили оптимальный выбор производственной модели Фокса для интерпретации имеющихся данных. Наилучшее значение ЦФ получено при минимизации медианного отклонения ($Me |ei| = 2,671$).

В целях минимизации риска подрыва промышленного запаса трубачей, дополнительно анализировались характеристики промышленного лова – улов на усилие (т/сут.) и улов на ловушку (кг/лов.), наличие или отсутствие ННН-промысла (незаконное, нерегулируемое и несообщаемое рыболовство). Для оценки качественных биологических характеристик эксплуатируемых скоплений брюхоногих моллюсков анализировались данные учётных съёмки и мониторинговых работ с 2000 г.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Промысел трубачей в Северо-Охотоморской подзоне был открыт в 1972 г. японскими промысловиками, к которым с 1981 г. присоединились отечественные рыбаки. Расчёт промысловых запасов трубачей в то время проводился на основании дражных и траловых съёмок, а к вылову было рекомендовано 7,8 тыс. т брюхоногих (или 10% от промысловой биомассы трубачей). С 1991 г., в связи с депрессией запасов, связанной с систематическим превышением рекомендованного вылова (в отдельные годы в 2 раза), промышленная добыча трубачей в северной части Северо-Охотоморской подзоны, в так называемом Притауйском районе, была ограничена. Повторно промышленный лов трубачей здесь был возобновлён в 2000 г.

В период с 2000 г. добыча трубачей в Северо-Охотоморской подзоне ежегодно проводится на акватории южнее Тауйской губы и полуострова Кони, на глубинах 90-250 м (рис. 1). Суда, занятые промышленным ловом трубача в 2025 г., работали в районе, ограниченном координатами от 57°52' до 58°55' с.ш. и между 151°13' и 153°56' в.д., и в диапазоне глубин 117-240 м.

Согласно данным ССД, промышленное изъятие трубачей Северо-Охотоморской подзоны соответствует ежегодно утверждаемым величинам ОДУ. В среднем, с 2005 по 2023 гг., доля освоения промышленных квот составляла более 98% от ОДУ. Однако, по итогам 2024 г. освоение промышленных квот по сравнению с предыдущим 20-летним периодом значительно снизилось и составило лишь 58,5% от утвержденного ОДУ (рис. 2). Такое резкое снижение вылова трубачей произошло в следствии перераспределения ранее выделенных долей квот и отсутствия их оперативной реализации новым пользователям. Аукцион по продаже высвободившейся доли квот трубачей Северо-Охотоморской подзоны, в объёме 41,5%, состоялся уже в конце года – 05.12.2024 г., что воспрепятствовало проведению промысла новым пользователем. В 2025 г. освоение, также соответствовало величинам ОДУ, составило 99,6% (5,683 тыс. т) (рис.2).

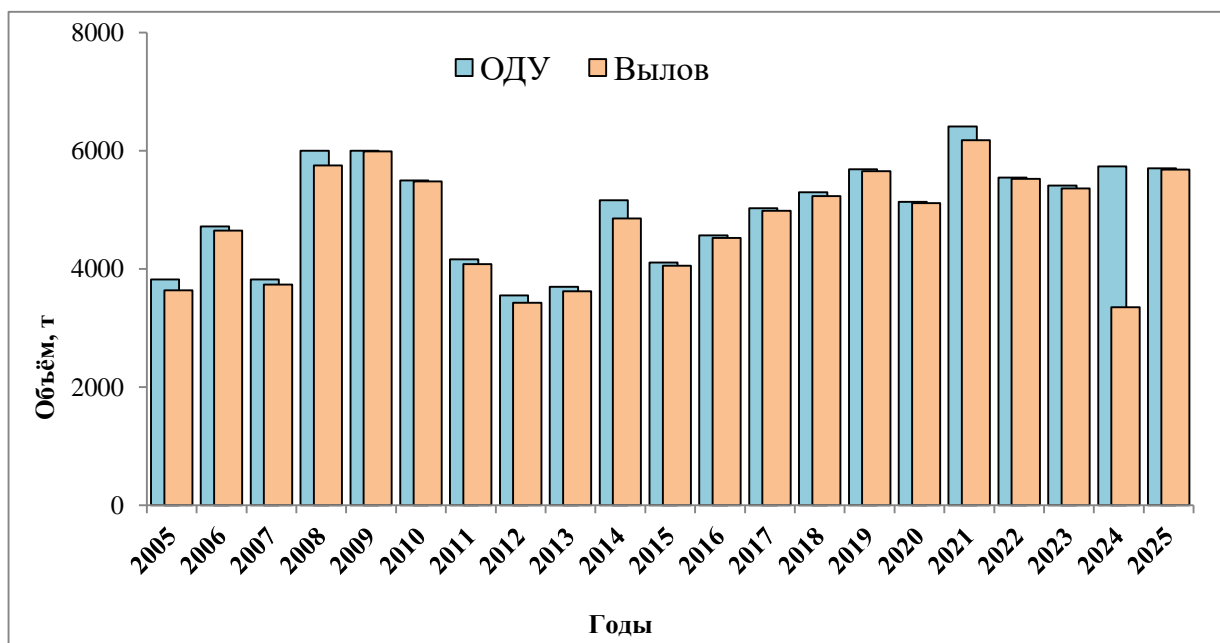


Рис. 2. Освоение ОДУ трубачей в Северо-Охотоморской подзоне с 2005 по 2025 гг.

Согласно данным государственного мониторинга, ловушечные уловы трубачей в период с 2000 по 2007 гг. были стабильны (6,7-6,8 кг/лов.), затем, в 2008 г., произошло их снижение и вплоть до 2013 г. они находились на уровне 4,3-4,8 кг/лов. В 2014 г. наблюдалось увеличение средних уловов до 7,0 кг/лов., а в последующие годы их стабилизация на уровне 6,3-8,0 кг/лов.

Анализ межгодовой динамики ловушечных уловов трубачей показал, что максимальные значения уловов были зарегистрированы в 2019 г. – 9,4 кг/лов., в среднем. В последующие два года (2020-2021 гг.) ловушечные уловы снижались и к 2021 г. в среднем составили 6,3 кг/лов. Новый цикл роста уловов, а затем и их снижения, начался в 2022 г., когда был фиксирован средний улов на ловушку в размере 7,6 кг. В последующие два года показатель ловушечных уловов снизился до минимального значения за 10 лет – 4,9 кг на ловушку (рис. 3).

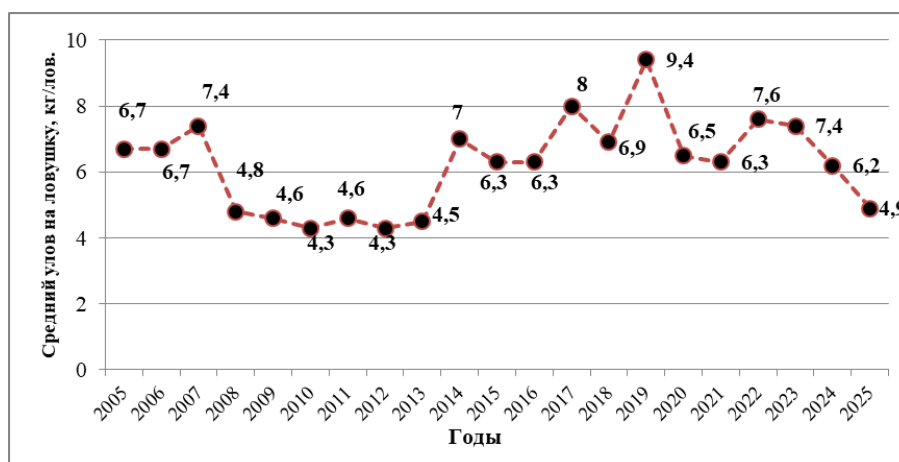


Рис. 3. Динамика ловушечных уловов трубачей в Северо-Охотоморской подзоне в период с 2005 по 2025 гг. (по данным, полученным на промысловых судах)

По данным ССД среднесуточные уловы судов на промысле трубочей в 2014-2017 гг., изменялись пределах 15,0-19,5 т, что в 2-3 раза превышало аналогичные показатели флота в предыдущие годы (рис. 4). В последующие 2 года (2018-2019 гг.) величины среднесуточных уловов несколько снизились до 17,2 и 17,6 т, соответственно. В 2020 г. промысловые показатели судов продолжили снижение, и по итогам года средний улов за сутки составил 14,2 т. С 2021 г. снижение суточных уловов сменилось постепенным их увеличением (15,0 т), а по состоянию на 2022 г. среднесуточный улов составил 17,3 т в сутки. Период роста суточных уловов сменился их постепенным снижением в 2023 г., до 15,8 т. Согласно данным ССД за 2025 г. уловы судов на промысле трубочей в Северо-Охотоморской подзоне варьировали от 0,5 до 30,8 т в сутки, а средний улов за сутки по итогам года составил 9,7 т (рис. 4).

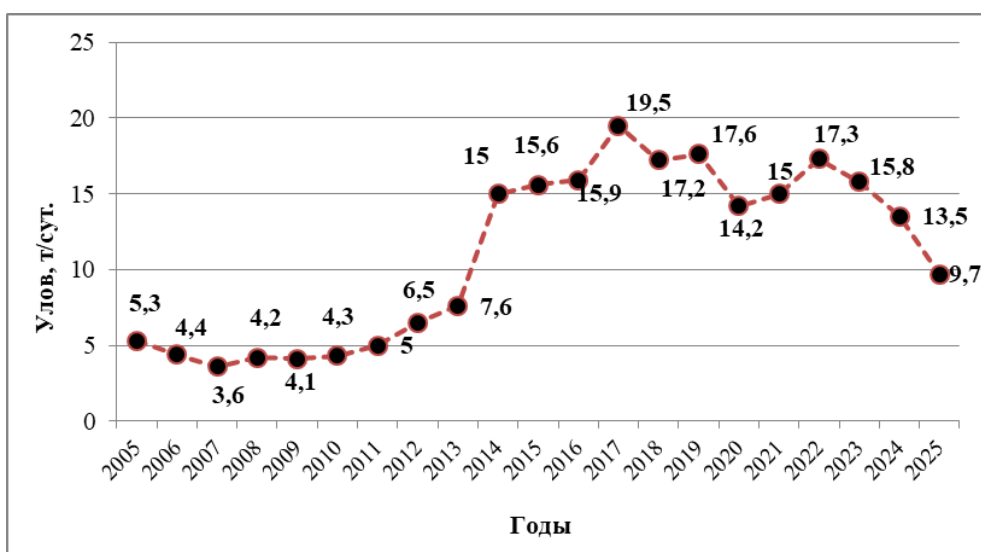


Рис. 4. Динамика средних суточных уловов на промысле трубочей в Северо-Охотоморской подзоне 2005-2025 гг. (по данным ССД)

После повторного открытия промысла в 2000 г. флот, добывающий трубочей в Северо-Охотоморской подзоне, неуклонно увеличивался в течение 10 лет. С 2005 г. по 2010 г. лов трубочей ежегодно осуществлялся 9-12 судами. С 2011 г. отмечена тенденция к сокращению количества трубачеловного флота в Северо-Охотоморской подзоне. В 2012 г. лов трубочей вели уже 5 специализированных судов, в 2013 г. – 6. В период с 2014 по 2024 гг. промысел ежегодно осуществлялся 3-5 судами.

В 2025 г. на промысле трубочей в Северо-Охотоморской подзоне было задействовано 4 судна. Промысел был начат в 1 декаде мая одним промысловым судном. Два других судна присоединилось к промыслу через 1 неделю, во 2 декаде мая. Четвертое судно приступило к промыслу в 1 декаде сентября. Уловы этих судов за весь период промысла в среднем составили 9,7 т/сут.

В 2025 г., в ходе учетно-ловушечной съёмки на НИС «Зодиак», а также в режиме мониторинга промысла, собрана значительная по качеству и

объёму информация о биологии, распределении и плотности скоплений брюхоногих моллюсков. Учетные станции располагались как в традиционных промысловых районах, так и за их пределами, что позволило расширить знания о распределении этих видов. Исследования были ограничены координатами 57°35'–58°56' с.ш. и 147°41'–152°48' в.д. Глубина моря в районе работ изменялась в Северо-Охотоморской подзоне от 94 до 200 м. Общая площадь исследованной акватории в Северо-Охотоморской подзоне составила около 31,550 тыс. км² (рис.5).

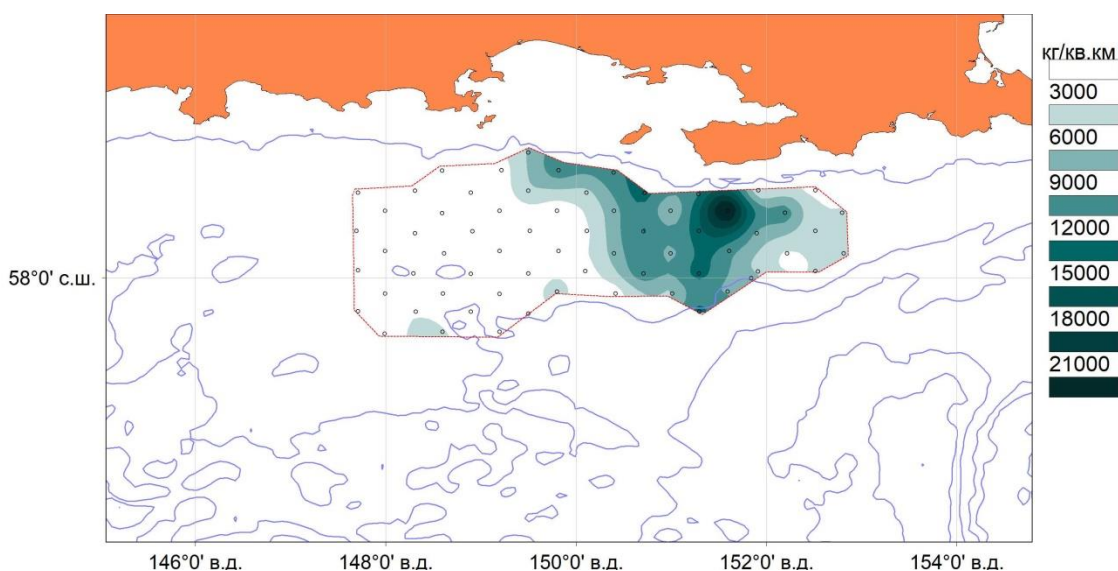


Рис. 5. Распределение биомассы промысловых видов трубачей в Северо-Охотоморской подзоне в 2025 г.

Основным промысловым видом трубачей Северо-Охотоморской подзоны является *Vuccinum osagawai*. Этот вид обитает в диапазоне глубин 90-310 м, но наиболее плотные скопления в Притауйском районе, основном районе его промысла, образует на глубинах 120-250 м. В промышленных уловах трубачей Северо-Охотоморской подзоны доля *V. osagawai* ежегодно составляет более 70%. Промысловая нагрузка приходится на особей *V. osagawai* в возрасте от 7+ до 10+ [Васильев, 2016]. Молодь в возрасте 1+ и 2+ в уловах отсутствует, так как не облавливается орудиями промысла (специализированными ловушками). Высота раковины моллюсков в возрасте от 3+ до 6+ ниже установленной промысловой меры (7 см), а особи возрастом 11+ и старше изъяты промыслом или достигли порога смертности по естественным причинам.

Материалы мониторинга биологических характеристик *V. osagawai* за 2019-2020 гг., свидетельствуют о благополучном состоянии группировки *V. osagawai* в районе его промысла. Средняя высота раковины моллюсков в этот период изменялась от 82,6 мм до 90,7 мм, максимальные размеры раковин изменялись в интервале 123,0-128,0 мм, а доля промысловых особей составляла от 89 до 99%. В наибольшей степени в уловах были представлены особи размерных групп 75-95 мм (табл. 2, рис.6, 7).

Размерные показатели *Vissium osagawai* из ловушечных уловов промысловых судов на акватории промысла трубочей в Северо-Охотоморской подзоне в период 2020-2025 гг.

Год	Пол	N экземпляров	Соотношение полов, %	Высота раковины, мм			Доля промысловых особей, %
				мин.	макс.	средняя	
2021*	Самцы	486	49,3	47	130	83,0±0,6	86
	Самки	501	50,7	39	120	83,5±0,7	82
	Оба пола	987	100	39	130	83,3±0,5	84
2022	Самцы	8248	42,3	40	104	79,4±0,1	86
	Самки	11252	57,7	23	125	78,2±0,1	80
	Оба пола	19500	100	23	125	78,7±0,1	83
2023	Самцы	6954	45,4	41	120	86,6±0,1	94
	Самки	8351	54,6	40	120	88,3±0,1	95
	Оба пола	15305	100	40	120	87,5±0,1	95
2024	Самцы	7676	45,6	30	122	84,7±0,1	95
	Самки	9187	54,4	30	126	86,7±0,1	94
	Оба пола	16863	100	30	126	85,8±0,1	95
2025	Самцы	9614	46,7	35	127	82,7±0,1	82,7
	Самки	10970	53,3	29	129	84,5±0,1	84,5
	Оба пола	20584	100	29	129	83,7±0,07	83,6

* материалы за этот год собраны донным тралом, в остальных случаях – специализированными ловушками

В 2021 г. информация о биологии *V. osagawai* была получена в ходе проведения траловой съёмки на НИС «Дмитрий Песков». Наиболее плотные скопления этого вида (свыше 10 000 экз./км²) наблюдались непосредственно на акватории активного лова трубочей, в Притауйском районе.

Высота раковины исследованных в ходе траловой съёмки особей *V. osagawai* изменялась от 39 мм до 130 мм, при средней высоте 83,3 мм. Соотношение моллюсков по полу было практически равным: самцы – 49,3%, самки – 50,7%. Доля промысловых особей, для обоих полов, составила 84%. Наиболее многочисленными размерными группами самцов и самок *V. osagawai* в траловых уловах были особи высотой раковины 80-94 мм.

В 2022 г. мониторинг на промысловом судне был продолжен. Доля *V. osagawai* в уловах брюхоногих составила 89,4%. Моллюски промыслового размера составили около 82,9% от всех попавших в уловы особей. Соотношение самцов и самок в порядках было неравномерным, доля самок была выше, чем самцов, соответственно 57,7% и 42,3%. Наиболее многочисленной размерной группой самцов были особи с высотой раковины 75-84 мм, самок – 80-89 мм. Высота раковины самцов *V. osagawai* составила 79,4 мм, в среднем, а самок – 78,2 мм.

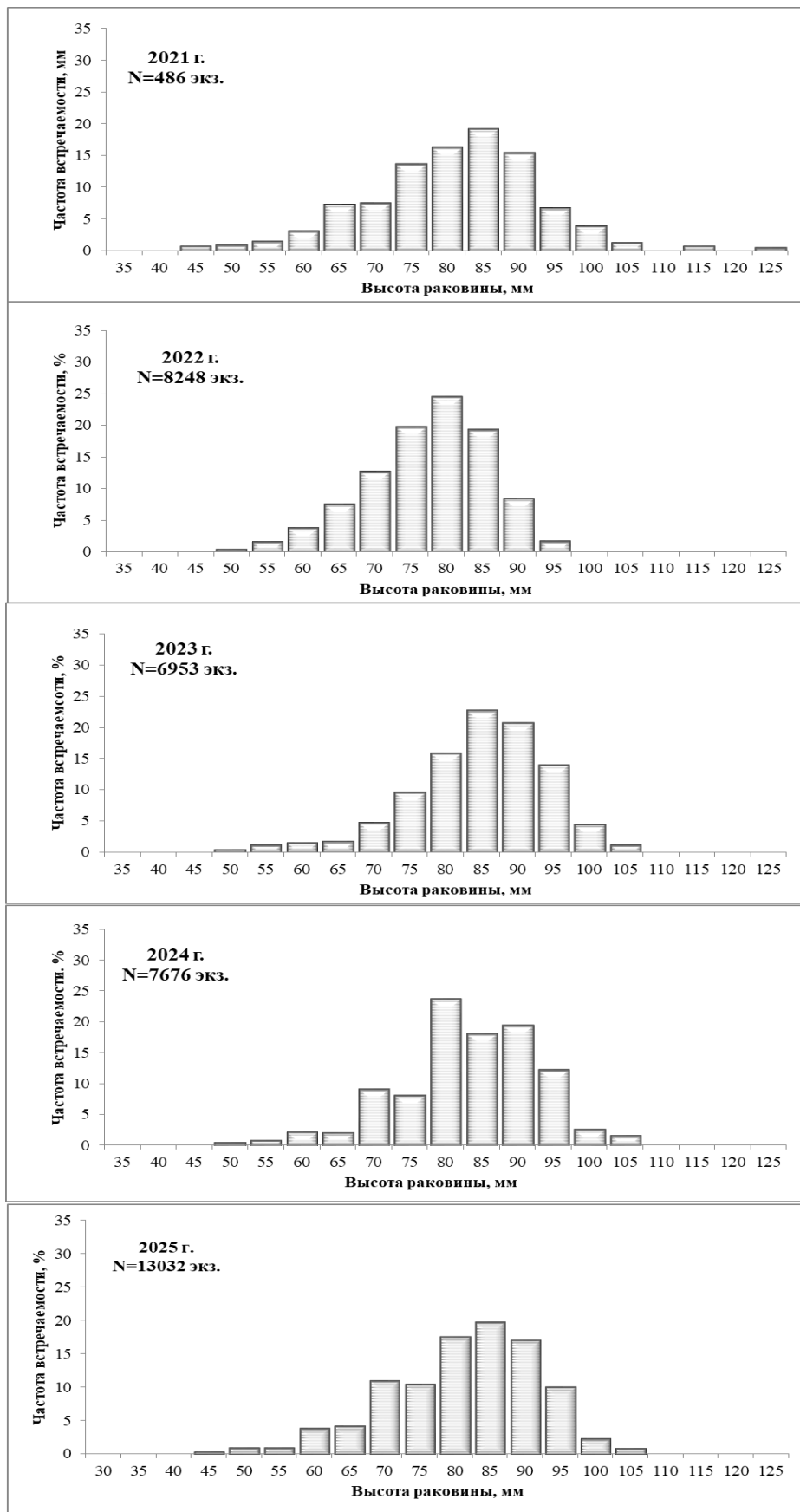


Рис. 6. Вариационные ряды высоты раковины самцов *Buccinum osagawai* из уловов в северной части Охотского моря в 2021-2025 гг.

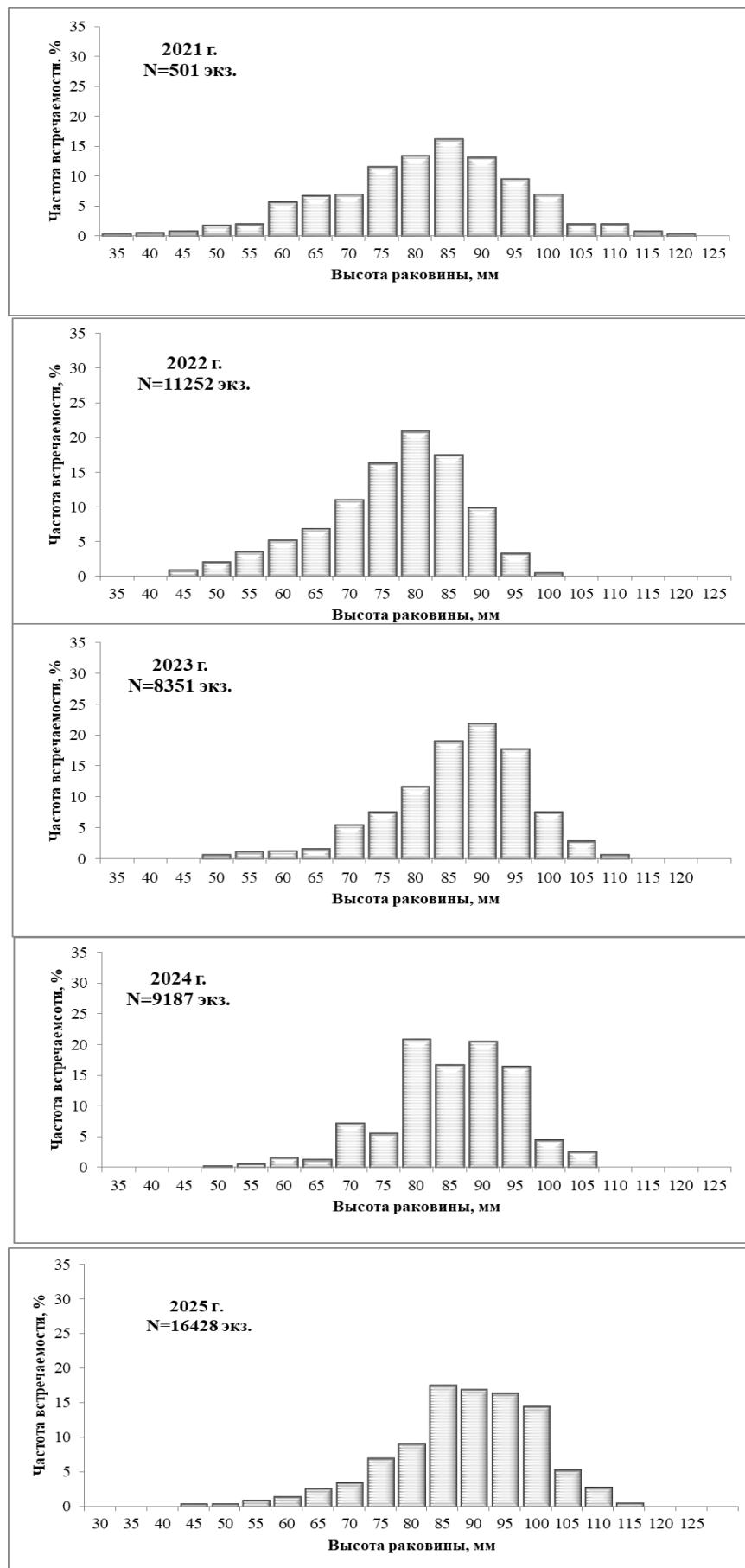


Рис. 7. Вариационные ряды высоты раковины самок *Vissium osagawai* из уловов в Северо-Охотоморской подзоне в 2021-2025 гг.

В 2023 г. информация о биологических характеристиках трубачей Северо-Охотоморской подзоны также была получена в ходе выполнения мониторинговых работ. Доля *V. osagawai* в уловах составила 82,3%. Размерный состав *V. osagawai* характеризовался высокой долей особей промышленного размера – около 94,8%. Соотношение самцов и самок в исследованных скоплениях, как и в прошлом году, было неравномерным, и доля самок (54,6%) была выше, чем самцов (45,4%). Основу уловов составляли особи с высотой раковины 85-94 мм, самок – 85-99 мм. Высота раковины самцов *V. osagawai* варьировала от 41 до 120 мм, в среднем составив 86,6 мм. Высота раковины самок изменялась от 40 до 120 мм, при среднем значении 88,3 мм.

В 2024 г. мониторинг был продолжен на новом промышленном судне. Доля *V. osagawai* в уловах брюхоногих составила 67%. Моллюски промышленного размера составили около 95% от всех попавших в уловы особей. Соотношение самцов и самок в порядках было неравномерным, и в целом доля самок была выше, чем самцов, 54,4% и 45,6% соответственно. По высоте раковины в скоплениях *V. osagawai* доминировали особи двух размерных групп – 80-84 мм и 90-94 мм, что было характерно для особей обоих полов. Средняя высота раковины самцов *V. osagawai* составила 84,7 мм, а самок – 86,7 мм. Доля промышленных особей достигала 95%, что на уровне показателей 2023 г.

В 2025 г., в ходе учетно-ловушечной съёмки на НИС «Зодиак» размерный состав *V. osagawai* характеризовался высоким содержанием особей промышленного размера (высота раковины более 7 см), доля которых составила 83,6%. Основу уловов составляли особи с высотой раковины 80-90 мм (самцы) и 85-95 мм (самки). Соотношение самцов и самок *V. osagawai* на протяжении каждого порядка было неравномерным, в 18% выборков, преобладали самки, однако в целом за период мониторинга, в уловах оба пола были представлены практически в равной степени (46,7% самцы и 53,3% самки). Для моллюсков старших возрастов этого вида, составляющих основу промысла, характерна несколько большая высота раковины самок, чем самцов. Высота раковины самцов *V. osagawai* варьировала от 35,0 до 127,0 мм, а в среднем составила 82,7 мм. Высота раковины самок *V. osagawai* изменялась от 29,0 до 129,0 мм, при среднем значении 84,5 мм. Доля молоди составила 20,1% (табл. 2, рис. 6, 7). Максимальная масса экземпляра составила 240 г, минимальная – 5 г, средняя масса составила 70 г.

V. osagawai отмечен в уловах (96,9%) на глубинах от 94 до 197 м. Его массовая доля среди других трубачей в уловах составила 70,3%. Максимальный улов (9,0 кг/лов.) был зафиксирован на глубине 141 м. Уловы более 7 кг/лов. отмечались в интервале глубин 109-142 м. Среди *V. osagawai* массовая доля особей непромыслового размера составила 6,0%. Какая-либо зависимость встречаемости особей непромыслового размера от глубины отсутствовала. Выявлено, что основные скопления *V. osagawai* располагаются не только в традиционном районе промысла, но и западнее от

него (рис. 8). Полученные данные свидетельствуют о благополучном состоянии запаса и возможности расширения района промысла.

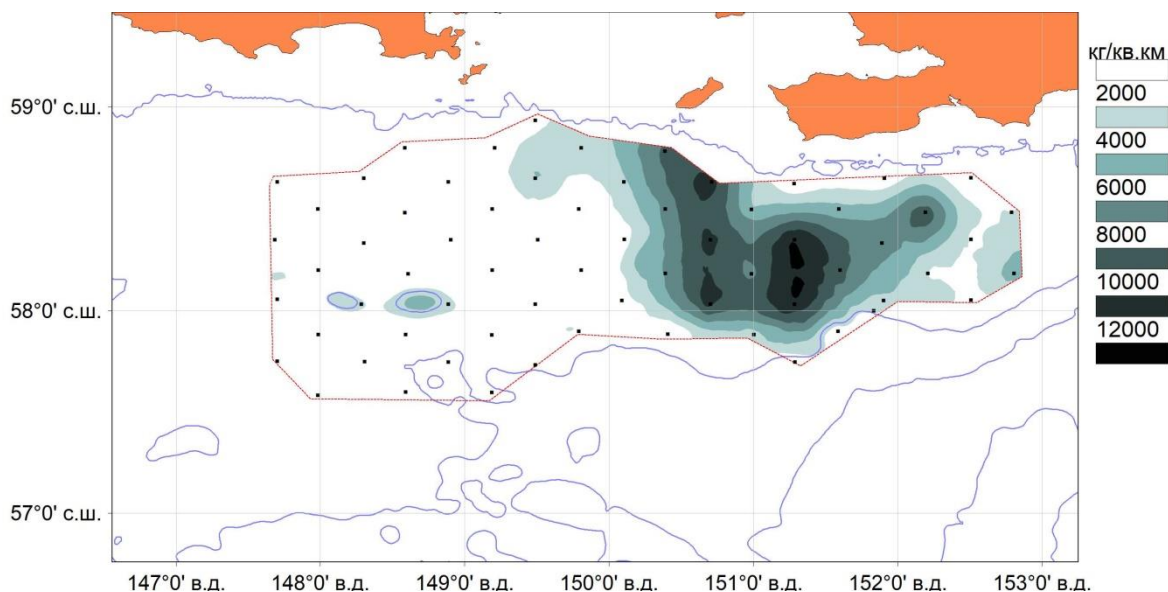


Рис. 8. Распределение скоплений *Vissinum osagawai* в Северо-Охотоморской подзоне по результатам работы НИС «Зодиак» в сентябре-октябре 2025 г.

Скопления второго по значимости промыслового вида трубачей – *Vissinum ectomosuma* – отмечены на глубинах около 100-120 м, где он образует смешанные скопления с *V. osagawai* (рис. 9). С увеличением глубины *V. ectomosuma* облавливается всё реже, а глубже 190-200 м практически не встречается. Надо отметить, что мониторинговые работы по трубачам обычно выполняются в достаточно широком диапазоне глубин, однако в отдельные годы добывающие суда работают глубже основных концентраций *V. ectomosuma*, в связи с чем информация о характеристиках этого вида может варьировать по объёму.

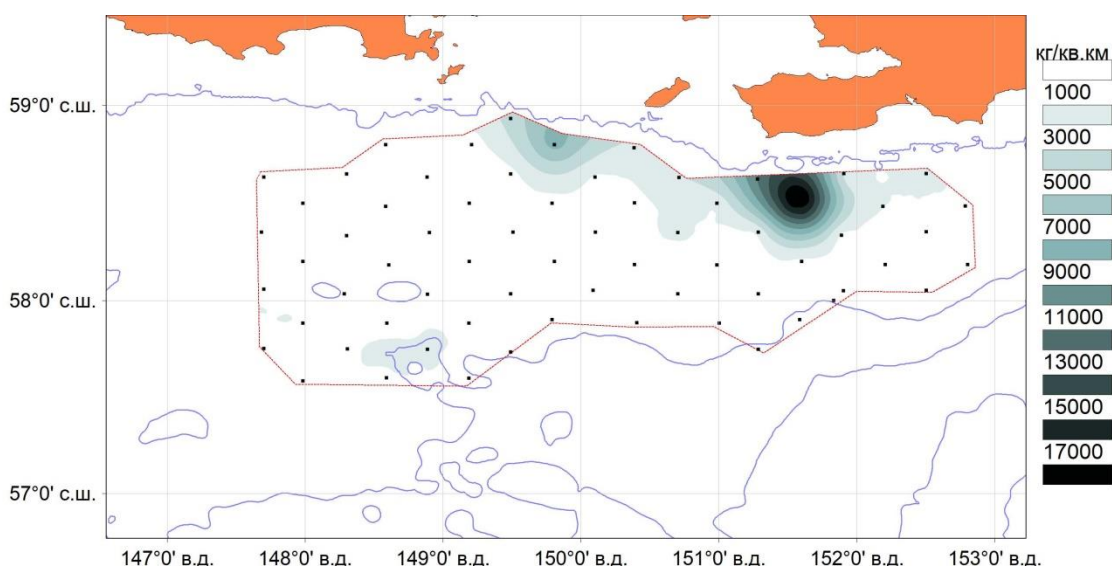


Рис. 9. Распределение скоплений *Vissinum ectomosuma* в Северо-Охотоморской подзоне по результатам работы НИС «Зодиак» в сентябре-октябре 2025 г.

По данным мониторинга промысла 2020 г. основу уловов самцов *V. ectomocuma* составляли особи с высотой раковины 85-94 мм, а самок – 90-94 мм. Высота раковины самцов *V. ectomocuma* варьировала от 45 мм до 126 мм, в среднем составив 87,9 мм. Высота раковины самок *V. ectomocuma* изменялась от 38,0 мм до 115,0 мм, при среднем значении 89,6 мм.

В 2021 г., во время проведения траловой съёмки на НИС «Дмитрий Песков», эти трубачи отмечены в уловах в диапазоне глубин – 137-186 м. Всего в ходе указанных работ было зафиксировано лишь 93 особи моллюсков этого вида. В связи с данным обстоятельством анализ изменений биологических характеристик *V. ectomocuma*, в сравнении с сопредельными годами не приводился. Тем не менее отметим, что высота раковины особей *V. ectomocuma*, попавших в биологические анализы на траловых станциях, изменялась от 32 мм до 126 мм, и в среднем составила 85,7 мм.

В ходе мониторинга промысла 2022 г., в исследованных скоплениях моллюсков доля *V. ectomocuma* была повсеместно невелика. Доля этого вида в уловах составила 3,1%. Промысловые особи *V. ectomocuma* преобладали в уловах этого вида – 89,3%. Самки в уловах встречались значительно чаще чем самцы, 76,2% к 23,8% соответственно. Основу уловов самцов *V. ectomocuma* составляли особи с высотой раковины 85-94 мм, а самок – 90-94 мм. Высота раковины самцов *V. ectomocuma* варьировала от 45 мм до 126 мм, в среднем составив 87,9 мм. Высота раковины самок *V. ectomocuma* изменялась от 38 мм до 115 мм, при среднем значении 89,6 мм.

В исследованных в 2023 г. скоплениях доля *V. ectomocuma* составила 7,2% от всех моллюсков, попавших в уловы. Высота раковины самцов *V. ectomocuma* варьировала от 47 до 120 мм, в среднем составив 87,6 мм. Высота раковины самок *V. ectomocuma* изменялась от 43 до 127 мм, при среднем значении 88,4 мм. Основу уловов обоих полов составляли группы особей с высотой раковины 85-99 мм.

В 2024 г. мониторинг промысла трубачей выполнялся на смешанных скоплениях основных промысловых видов. Доля *V. ectomocuma*, в уловах составила около 30%. Размерный состав *V. ectomocuma* в уловах на исследованной акватории показал, что доля промысловых особей составила 98,5% (табл. 3, рис. 10, 11). Самки в уловах встречались чаще, чем самцы, 56,6% и 43,4% соответственно. Для старшевозрастных *V. ectomocuma* обычно характерна большая высота раковины самок, чем самцов. Высота раковины самцов *V. ectomocuma* варьировала от 44 до 150 мм, в среднем составив 94,2 мм. Высота раковины самок *V. ectomocuma* изменялась от 40 до 142 мм, при среднем значении 97,4 мм. Основу уловов самцов составляли особи с высотой раковины 80-89 мм, самок – 85-99 мм. Можно констатировать, что в 2024 г., в исследованной части популяции *V. ectomocuma* биологические характеристики самцов и самок были близки к среднегодовым, и в группировке доминировали особи промыслового размера. Данные выводы позволяют прогнозировать что качественные характеристики эксплуатируемой промыслом популяции *V. ectomocuma* в ближайшей

перспективе будут стабильны и существенных изменений в предстоящие годы не произойдёт.

Таблица 3

Размерные показатели *Vissinum ectomocuma* из уловов на акватории промысла трубочей в Северо-Охотоморской подзоне в период с 2022-2025 гг.

Год	Пол	N, экз.	Доля в уловах, %	Высота раковины, мм			Доля промысловых особей, %
				Мин.	Макс.	Средняя	
2022	Самцы	171	23,8	53	116	91,6±0,8	98
	Самки	548	76,2	32	113	84,5±0,6	87
	Оба пола	722	100	29	116	86,0±0,5	89
2023	Самцы	425	30,9	47	120	87,6±0,6	92
	Самки	949	69,1	43	127	88,4±0,4	93
	Оба пола	1374	100	3	127	88,2±0,3	93
2024	Самцы	3624	43,4	44	150	94,2±0,2	98
	Самки	4720	56,6	40	142	97,4±0,2	99
	Оба пола	8344	100	40	150	96,0±0,1	99
2025	Самцы	703	43,4	45	121	88,1±0,4	87,1
	Самки	795	56,6	45	132	88,7±0,4	86,6
	Оба пола	1498	100	42	132	88,4±0,3	86,7

В 2025 г. в размерный состав *V. ectomocuma* в уловах на исследованной акватории показал, что доля промысловых особей составила 86,7% (табл. 3). Самки в уловах встречались чаще, чем самцы, 43,4% к 56,6% соответственно. Для старшевозрастных *V. ectomocuma* обычно характерна большая высота раковины самок, чем самцов. Высота раковины самцов *V. ectomocuma* варьировала от 45 до 121 мм, в среднем составив 88,1 мм. Высота раковины самок *V. ectomocuma* изменялась от 45 до 132 мм, при среднем значении 88,7 мм. Основу уловов самцов составляли особи с высотой раковины 79-108 мм, самок – 80-115. Доля молоди составила 12,7%. Максимальная масса экземпляра составила 190 г, минимальная – 15 г, средняя масса составила 85 г.).

V. ectomocuma был отмечен в уловах с 21 порядка (31,8%) на глубинах от 94 до 148 м. Массовая доля в уловах всех трубочей составила 10,4%. Максимальный улов (14,5 кг/лов.) был зафиксирован на глубине 111 м. Уловы более 5 кг/лов. отмечались в интервале глубин 97-111 м. Среди *V. ectomocuma* массовая доля особей непромыслового размера была незначительной и составила 0,9%. Молодь *V. ectomocuma* отмечалась на глубинах от 94 до 125 м. Наибольшее её количество было отмечено на глубине 97 м (0,1 кг/лов.).

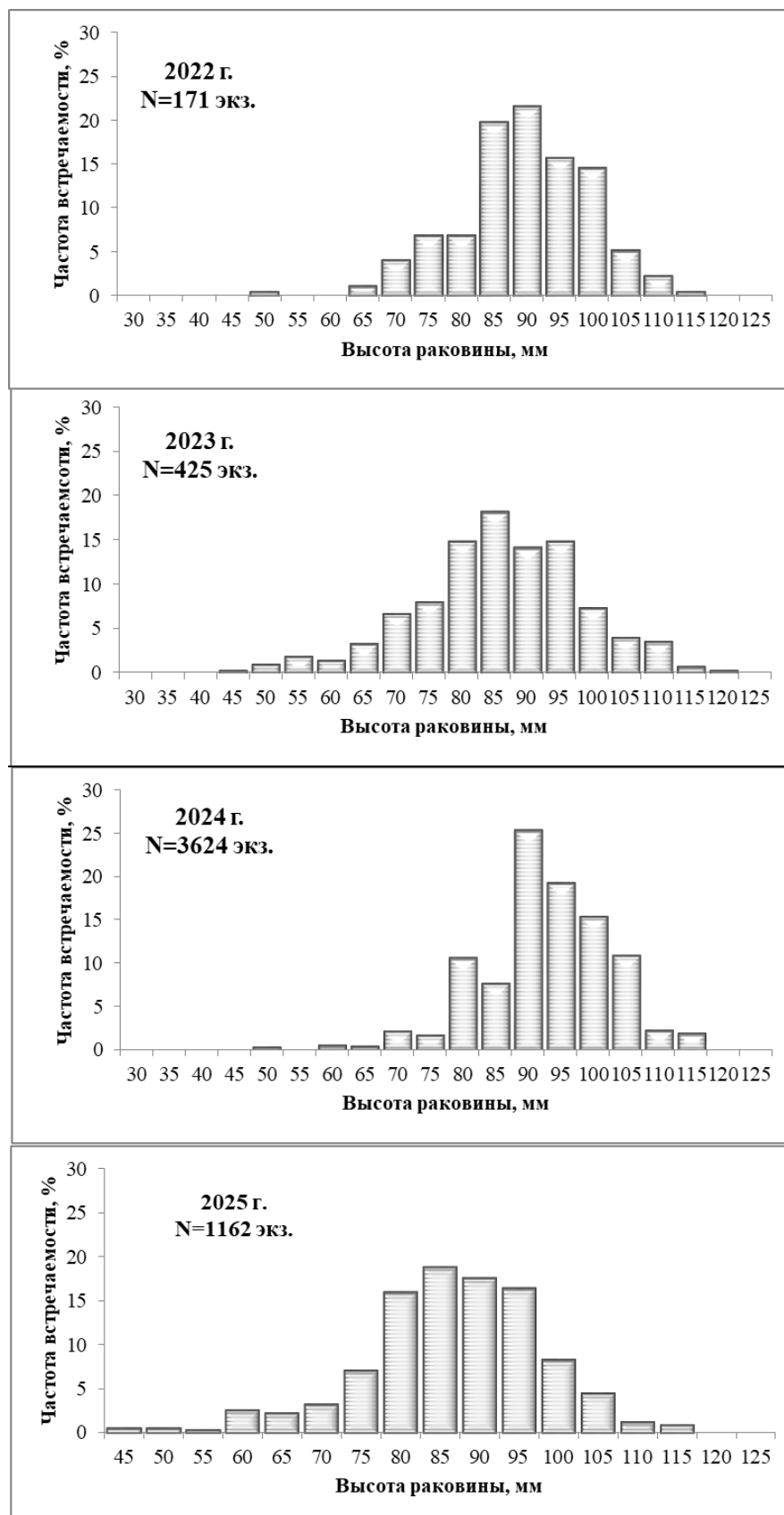


Рис. 10. Вариационные ряды высоты раковины самцов *Vissinum ectomocuta* из уловов в Северо-Охотоморской подзоне в 2022-2025 гг.

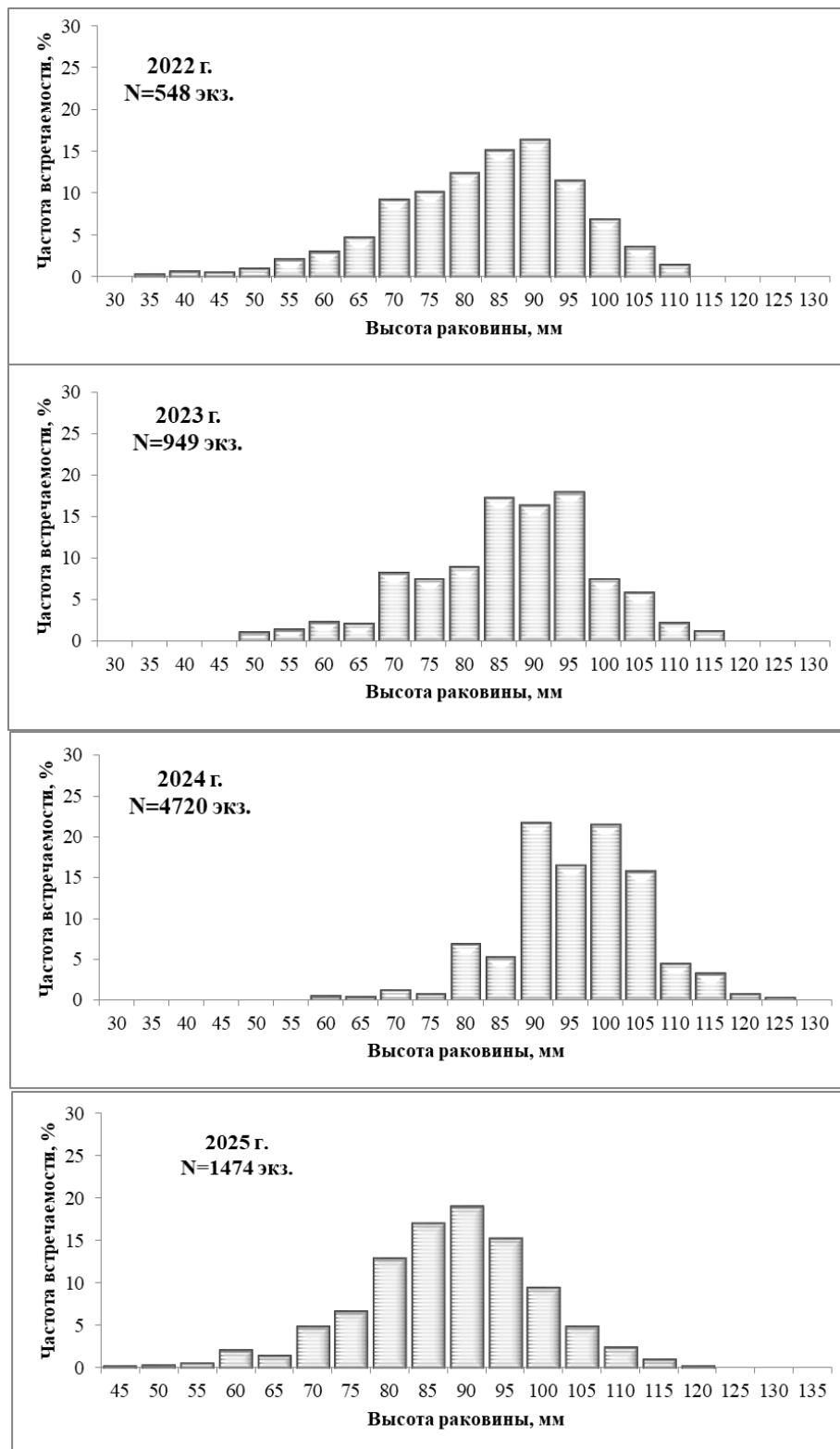


Рис. 11. Вариационные ряды высоты раковины самок *Viccinum estosута* из уловов в Северо-Охотоморской подзоне в 2022-2025 гг.

На материковом склоне образует скопления крупный моллюск *V. petphigus*. Материалы ресурсных исследований и архивные данные дают основание для положительной оценки состояния запасов этого вида в Северо-Охотоморской подзоне. Согласно многолетним данным научно-исследовательских и мониторинговых работ, уловы в местах максимальной

концентрации *V. remphigus* достигают 8 кг/лов., в среднем составляя 2-3 кг/лов. Размерный состав *V. remphigus* в межгодовом аспекте характеризуется стабильностью (в среднем высота раковины составляет 100 мм) и устойчиво высокой долей промысловых особей в уловах (более 80%).

Однако, анализ материалов промышленного лова за последние годы показывает, что в Северо-Охотморской подзоне, на глубинах распространения этого вида суда практически не работают. Данный факт связан с предпочтением рыбопромысловых организаций добывать более рентабельные виды моллюсков: *V. osagawai* и *V. ectomocuma*, имеющих значительные запасы, а главное спрос на внешних рынках, в то время как *V. remphigus* не востребован потребителям за границей. Однако, данный вид имеет значительные перспективы для сбыта на внутреннем рынке.

Результативная добыча *V. remphigus* может осуществляться к югу от традиционного района лова трубачей, на склоне впадины ТИНРО, и на акватории, прилегающей к банке Кашеварова. В ходе траловой съёмки 2021 г., наиболее плотные скопления этого вида моллюсков (свыше 1000 кг/км²) встречены на материковом склоне, в районе, ограниченном координатами 56°30'–57°50' с.ш. и 149°30'–152°50' в.д. Сходные результаты по плотности скоплений *V. remphigus* и на аналогичной акватории получены в ходе НИР на СТР «Сланцы» в 2024 г., на глубинах 300-400 м.

В 2024 г. в целях разведки скоплений трубачей в районе банки Кашеварова, в стороне от основного района промысла и на больших глубинах, Магаданским филиалом в ассоциации с добывающим трубачей предприятием, были проведены дополнительные поисковые работы, на основе стандартного трубачеловного оборудования. Порядки были выставлены в районе, ограниченном координатами от 55°25' до 55°57' с.ш. и между 146°55' и 148°02' в.д., на глубинах 300-310 м.

Размерный состав *V. remphigus* в поисковых ловушечных порядках показал, что доля промысловых особей составила 94,6% (табл. 4). Самки в уловах встречались чаще, чем самцы, 61,2% к 38,2% соответственно. Высота раковины самцов *V. remphigus* варьировала от 50 до 160 мм, в среднем составив 101,9 мм. Высота раковины самок *V. remphigus* изменялась от 50 до 158 мм, при среднем значении 103,2 мм. Основу уловов самцов составляли особи с высотой раковины 75-129 мм, самок – 80-129 мм.

По данным учетно-ловушечной съёмки на НИС «Зодиак» 2025 г. размерно-половой состав *V. remphigus* характеризовался высоким содержанием особей промыслового размера (высота раковины более 7 см), доля которых составила 79,9%. Основу уловов составляли особи с высотой раковины 105-129 мм (самцы) и 110-129 мм (самки). В соотношении полов *V. remphigus* преобладали самки, количество которых составило 77,9%, количество самцов составило 22,1%. Высота раковины самцов *V. remphigus* варьировала от 50 до 143 мм, и в среднем составила 89,4 мм. Высота раковины самок изменялась от 44 до 152 мм, при среднем значении 90,4 мм. Доля молоди по численности составила 20,1%. Была измерена масса

394 экземпляров. Максимальная масса составила 325 г, минимальная – 10 г, средняя масса составила 130 г (табл. 4).

Таблица 4

Размерные показатели *Vissinum retphigus* в Северо-Охотоморской подзоне в 2024 и 2025 гг.

Год	Пол	N, экз.	Доля в уловах, %	Высота раковины, мм			Доля промысловых особей, %
				Мин.	Макс.	Средняя	
2024	Самцы	219	38,8	50	160	101,9±1,9	93,5
	Самки	139	61,2	50	158	103,2±1,4	95,4
	Оба пола	358	100	50	160	102,8±1,1	94,6
2025	Самцы	87	22,1	50	143	111,0±1,1	95,4
	Самки	307	77,9	44	152	95,0±0,1	75,6
	Оба пола	394	100	44	152	98,0±1,2	79,9

V. retphigus был отмечен в уловах с 9 порядков (13,6%) при постановках на глубины от 142 до 197 м. Массовая доля в уловах всех трубачей составила 5,3%. Максимальный улов (7,7 кг/лов.) был зафиксирован на глубине 197 м. Уловы более 3 кг/лов. отмечались в интервале глубин 187-197 м. Среди *V. retphigus* массовая доля особей непромыслового размера составила 4,2%. Наибольшее количество молоди *V. retphigus* было отмечено на глубине 197 м (0,3 кг/лов.) (рис.12).

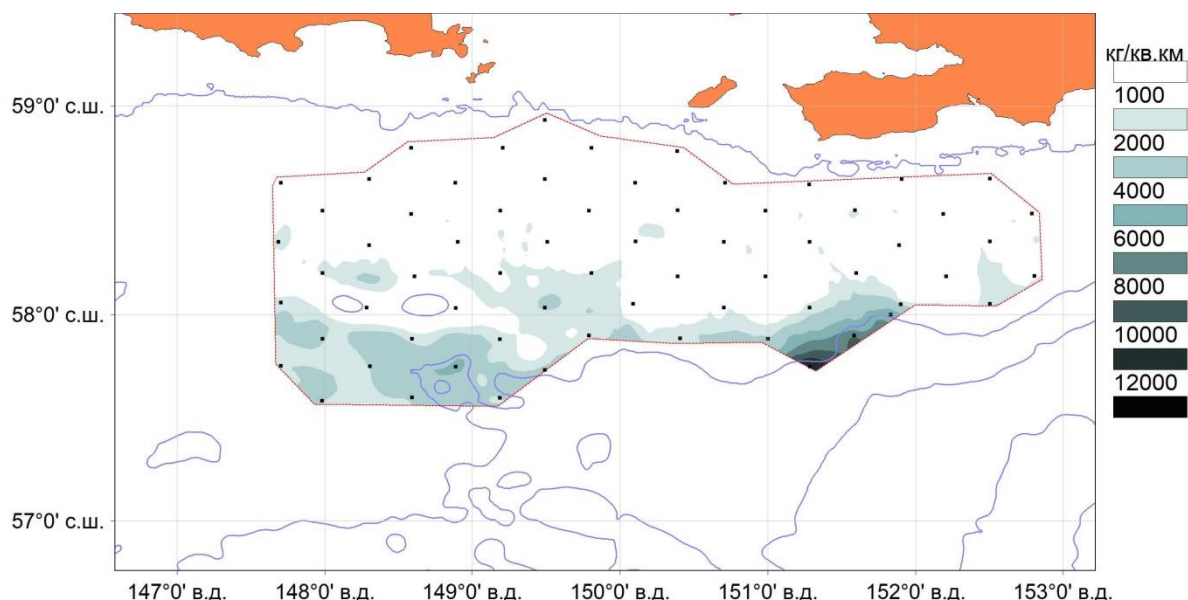


Рис. 12. Распределение скоплений *Vissinum retphigus* в Северо-Охотоморской подзоне по результатам работы НИС «Зодиак» в сентябре-октябре 2025 г.

Согласно предварительным оценкам включая архивные и полученные данные в 2024 г., величина промыслового запаса *V. retphigus* за пределами основного района лова трубачей Северо-Охотоморской подзоне, составляет

не менее 3,5 тыс. т, а доступный для промысла объём трубачей (*B. penphigus*) оценивается величиной не менее 350 т.

Во время съёмок на НИС «Зодиак», установлено, что скопления промысловых видов имеют чёткую батиметрическую приуроченность: *B. osagawai* – 120–250 м, *B. ectomocuma* – 90–130 м, *B. penphigus* – 270–400 м. Распределение носит мозаичный характер, часто образуются смешанные скопления (рис. 13).

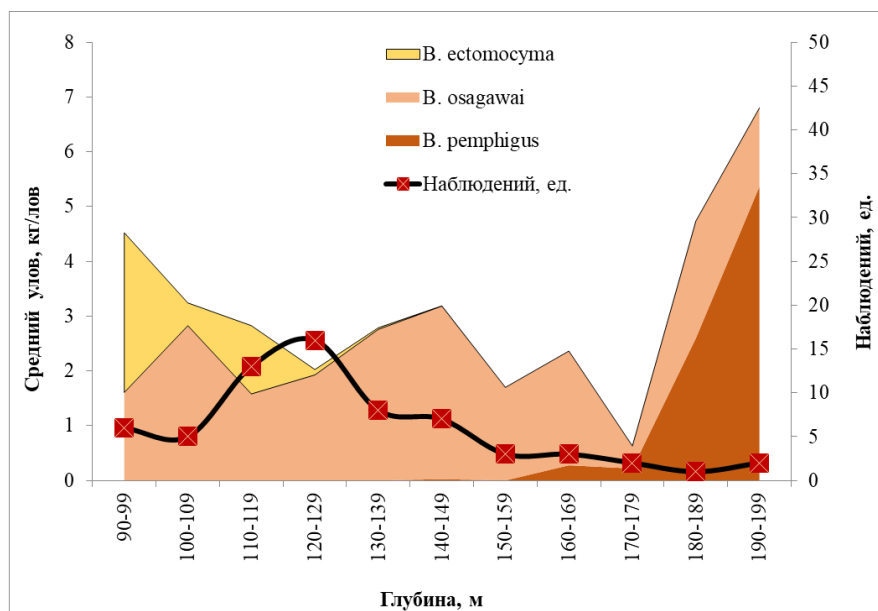


Рис. 13. Батиметрическое распределение уловов промысловых видов трубачей промыслового размера

Действующими Правилами рыболовства (приказ Минсельхоза России от 06.05.2022 г. № 285) установлен промысловый размер для трубачей — 7 см (кроме букцинума Баяна *Viccinum bayani*), измеряемый по наибольшей высоте раковины моллюсков. В качестве ещё одной меры обеспечения сохранения и рационального использования трубачей, приказом от 23.10.2012 г. № 564 Минсельхоза России введены минимальные объёмы добычи (вылова) в сутки на одно судно. Для Северо-Охотоморской подзоны указанный объём составляет 3,98 т трубачей.

Определение биологических ориентиров

В качестве основных ориентиров управления приняты граничный и целевой ориентиры индекса биомассы промыслового запаса (FSB_{lim} и FSB_{tr}).

Значение ёмкости среды (K), принято равным 83,8 тыс. т, что близко к максимальным значениям оценки запаса, выполненных в предыдущие годы методом весовой интерполяции. Величина FSB_{tr} составила 30,8 тыс. т, что сопоставимо с минимальными наблюдаемыми значениями промыслового запаса с 2000 по 2025 гг. Величина FSB_{lim} (20,5 тыс. т) определена по правилу: $FSB_{lim} = 2/3 FSB_{tr}$.

На основе данных статистики промысла с 2004 г., мониторинговых работ и учётных ловушечных съёмок в районе добычи трубачей, рассчитаны индикаторы состояния запаса: улов за сутки и улов на ловушку (табл. 5).

Таблица 5

Индикаторы состояния запаса трубачей в Северо-Охотоморской подзоне на основе промысловой статистики данных, мониторинга и учётных съёмок за период 2004-2023 гг.

Индикатор состояния запаса	Единица измерения	Значение индикатора состояния запаса			Ориентир управления	
		Мин.	Макс.	Ср.± ошибка	Граничный	Целевой
Средний улов на ловушку	кг	4,3	9,4	6,1±0,3	4,3	6,1
Средний улов по флоту за сутки	т	3,6	19,5	10,8±1,2	3,6	10,8

С привлечением данных о биологии промысловых брюхоногих моллюсков за 17 лет (с 2006 г.), дополнительно выполнена оценка показателей, которые отражают состояние эксплуатируемых скоплений трубачей – доля промысловых особей в уловах (PCS) и модальное значение высоты раковины моллюсков (M) (табл. 6). Индикаторы учтены отдельно для *V. osagawai* и *V. ectomocuma*, без разделения по полу.

Таблица 6

Индикаторы, характеризующие биологическое состояние запаса трубачей в Северо-Охотоморской подзоне, по данным 2006-2023 гг.

Индикатор состояния запаса	Единица измерения	Значение индикатора состояния запаса			Ориентир управления	
		Мин.	Макс.	Ср.± ошибка	Граничный	Целевой
<i>Buccinum osagawai</i>						
PCS	%	74,0	99,0	86,7±1,7	74,0	86,7
M	мм	78,0	93,0	86,4±1,0	78,0	86,4
<i>Buccinum ectomocuma</i>						
PCS	%	74,0	97,0	88,7±1,8	74,0	88,7
M	мм	83,0	103,0	91,3±1,5	83,0	91,3

В качестве целевых показателей приняты соответствующие средние значения промысла и биологических характеристик. Они имеют прямую зависимость, более высокий показатель говорит о лучшем состоянии запаса в тестируемый год. В случае превышения полученных значений над целевым индикатором статус запаса определяется как растущий. Если индикатор находится между граничным и целевым ориентиром запас учитывается как снижающийся. При оценке состояния промыслового запаса индикаторы, характеризующие влияние промысла, имеют приоритетное значение, а биологические индикаторы вспомогательную функцию.

Обоснование правила регулирования промысла

Цель эксплуатации промыслового запаса – получение стабильного (постоянного) вылова. Регулирование промысла трубочей предлагается осуществлять с помощью зонального ПРП. Для определения интенсивности эксплуатации запаса применена линейно-кусочная функция F , параметры которой устанавливаются в соответствии с ориентирами управления. Схема регулирования промысла трубочей разбивается на три зоны: запрет промысла (I), восстановление запасов (II) и режим устойчивого промысла (III).

При изменении состояния запаса, в пределах границ каждого ориентира, изменяется интенсивность промысла. В случае, если запас оценивается объёмом менее FSB_{lim} , вводится запрет на промысловую эксплуатацию (F_0). В пределах между FSB_{lim} и FSB_{tr} промысловая смертность (изъятие) изменяется линейно (F_i). Для создания благоприятных условий восстановления промыслового запаса до целевого ориентира, в этой зоне также возможен запрет промысла. В случае нахождения величины запаса выше уровня FSB_{tr} , прогнозные значения ОДУ, рассчитанные в программе *COMBI 4.0*, с интервальной оценкой на уровне статистической значимости 90%, могут быть установлены на уровне минимальной (F_{lim}), средней (F_{tr}) или максимальной (F_{max}) величины промыслового изъятия: 10%, 13% и 15%, соответственно (рис. 14). В целях минимизации рисков для эксплуатируемого запаса значение ОДУ предлагается устанавливать с учётом состояния индикаторов состояния запаса.

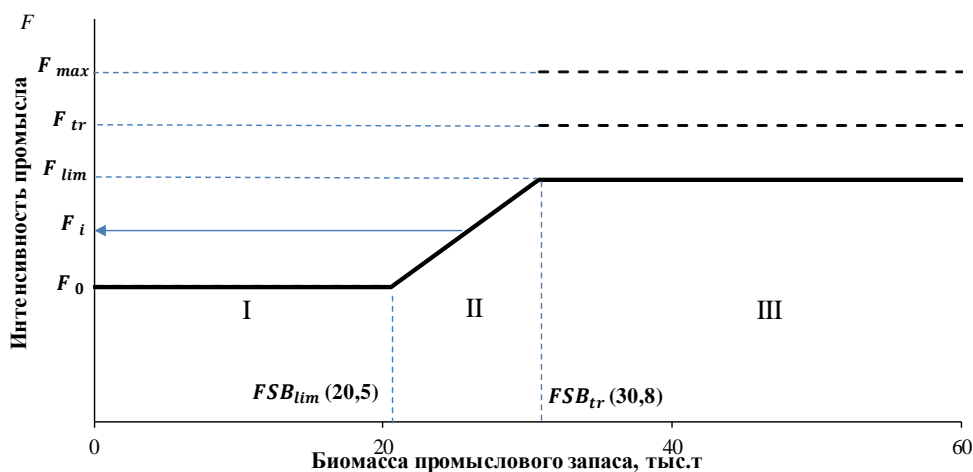


Рис. 14. Схема зонального регулирования промысла трубочей Северо-Охотоморской подзоны

Оценка состояния и прогноз промысловых запасов

Для оценки величины промыслового запаса ОДУ корректировки ОДУ на 2026 г. была использована интервальная оценка, которая в зависимости от уровня промысловых и биологических индикаторов состояния запаса позволяет устанавливать различные уровни промыслового изъятия: 10%, 13% и 15%, соответственно.

Согласно принятым ПРП, эксплуатируемый запас трубачей по состоянию на 2025 г. находился в зоне устойчивого промысла. Расчётная биомасса промыслового запаса, для традиционного района промысла трубачей, составила 62,8 тыс. т. Минимальное, среднее и максимальное значения промысловой смертности на 2026 г., в соответствии с интервальной расчётной оценкой, составят: **6,280; 8,164 и 9,420 тыс. т**, соответственно (рис. 15).

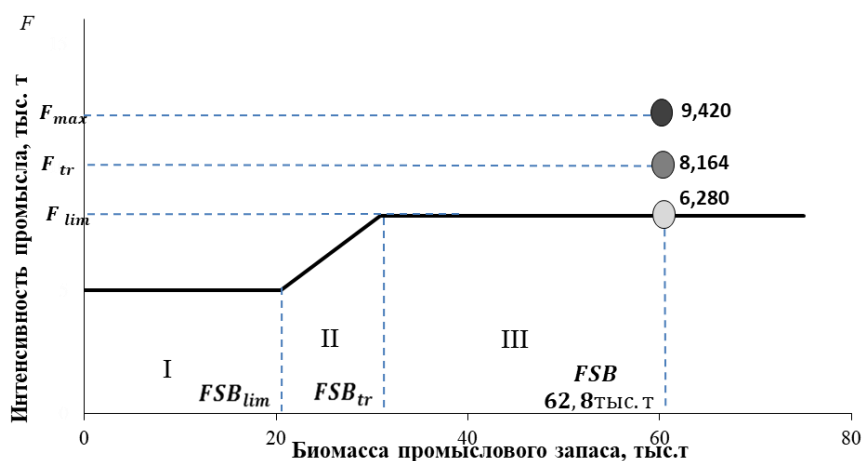


Рис. 15. Схема зонального регулирования промысла трубачей Северо-Охотоморской подзоны

Установлено, что приоритетные индикаторы состояния запаса на 2026 г, характеризующие промысел – улов на ловушку и улов одним судном за сутки, ниже целевых ориентиров управления. Индикаторы, характеризующие биологическое состояние трубачей тоже учтены как снижающиеся.

Таблица 7

Индикаторы состояния запаса трубачей в Северо-Охотоморской подзоне и их текущий статус

Индикатор состояния запаса	Ориентир управления		Уровень индикатора в 2025 г.	Статус запаса
	Граничный	Целевой		
Улов на ловушку, кг	4,3	6,1	5,0	снижающийся
Улов за сутки, т	3,6	10,8	9,7	снижающийся
<i>Buccinum osagawai</i>				
PCS	74	87,2	84	снижающийся
M	78	86,3	85	снижающийся
<i>Buccinum ectocyma</i>				
PCS	74	88,7	86	снижающийся
M	91	95	85	снижающийся

Изменение приоритетных индикаторов, характеризующих статус запаса, объясняется тем, что ведущие компании, добывающие брюхоногих

моллюсков, изменили подход к промыслу (новые суда, капитаны и экипажи). Промысловый флот сосредотачивается на сравнительно небольшом участке лова, в течение последних трех лет не превышало 7,5 тыс. км². Промысловые суда не расширяют и не проводят поисковые работы за пределами традиционного района промысла. В результате, такая нагрузка приводит к снижению уловов на ловушку и уловов одним судном за сутки.

На изменение биологических индикаторов, значительно повлиял высокий рост доли молодежи в уловах основного промыслового вида – *V. osagawai*, также и *V. ectomocuma*. Данный факт подтверждает мнение о появлении в популяции *V. osagawai* относительно многочисленного поколения моллюсков, которое в перспективе будет положительно влиять на величину промыслового запаса.

Обоснование рекомендованного объёма ОДУ

Приказом Минсельхоза России от 23.10.2025 г. № 692 ОДУ трубачей для Северо-Охотоморской подзоны на 2026 г. установлен в объёме 5,550 тыс. т.

В 2025 г. получены значительные по качеству и объёму данные о состоянии запасов брюхоногих моллюсков Северо-Охотоморской подзоны. В ходе НИР и мониторинга промысла подтверждено устойчивое состояние эксплуатируемых скоплений, а также оконтурены новые концентрации трубачей, за пределами традиционного района промысла.

Анализ качественного состояния запаса, по данным, полученным в 2025 г., указывает на снижающийся статус по всем выбранным индикаторам. Однако, динамика запаса, по сравнению с данными прошлых лет положительная.

На основании принятой схемы эксплуатации запаса трубачей Северо-Охотоморской подзоны, с учётом данных, характеризующих его статус в 2025 г., а также с учетом предосторожного подхода к управлению ВБР, считаем обоснованным скорректировать величину изъятия трубачей на 2026 г. на минимальном уровне расчётного интервала ($F_{lim} = 6,280$ тыс. т). Также, с учетом наличия скоплений *V. remphigus* за пределами основного района промысла с оценённым промысловым запасом не менее 3,5 тыс. т, рекомендуется дополнительно выделить 0,350 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется корректировка ОДУ трубачей в Северо-Охотоморской подзоне на 2026 г. в сторону увеличения на 1,080 тыс. т с 5,550 тыс. т до 6,630 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов

В результате тестирования (в программе *COMBI*) принятого ПРП с применением параметрического бутстрепа оценены коэффициенты эффективности на прогнозный горизонт 5 лет. Средняя биомасса в прогнозе – 41,56 тыс. т, средний улов – 5,45 тыс. т. Вероятность снижения биомассы промыслового запаса и улова ниже рассчитанных ориентиров (при $p=0,1\%$) – нулевая.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

Бабаян В.К., Бобырев А.Е., Булгакова Т.И., Васильев Д.А., Ильин О.И., Ковалев Ю.А., Михайлов А.И., Михеев А.А., Петухова Н.Г., Четыркин А.А., Шереметьев А.Д. 2018. Методические рекомендации, по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов. М.: ВНИРО. 294 с.

Баканев С.В. 2019. Стандартизация производительности промысла камчатского краба в российских водах Баренцева моря в 2010–2018 гг. с помощью обобщенной линейной модели // Вопросы рыболовства. Т. 20. № 3. С. 363-373.

Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. 2006. Новая географическая информационная система «КартМастер» для обработки данных биоресурсных съемок // VII Всерос. конф. по промысл. беспозвоночным (памяти Б.Г. Иванова): Тез. докл. М.: ВНИРО. С. 18-24.

Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. 2007. Географическая информационная система «Картмастер» // Рыбное хозяйство. – №1. – С.96-99.

Букин С.Д., Мясоедов В.И., Низяев С.И., Слизкин А.Г., Терехов С.П., Галимзянов К.Г., Кочнев Ю.Р. 1988. Динамика пространственного распределения и некоторые особенности биологии синего краба северной части Тихого океана // Морские промысловые беспозвоночные. М.: ВНИРО. С. 4-16.

Буяновский А.И. 2012. Прогноз потенциального вылова прибрежных беспозвоночных при затруднении с оценкой запаса. Методические рекомендации. / М.: ВНИРО. 222 с.

Буяновский А.И. 2019. Использование промысловой статистики для оценки динамики запаса краба-стригуна Бэрда // Вопросы рыболовства. Т. 20. № 4. С. 497-512.

Васильев А.Г. 2004. Программа для ЭВМ «Е1 Мара» как средство расчета запасов гидробионтов и построения карт распределения // Труды МагаданНИРО. Вып.2. С.430-434.

Васильев А.Г. 2015. Оценка состояния запаса и ОДУ трубача *Vissinum osagawai* с использованием продукционной модели // Промысловые беспозвоночные: VIII Всероссийская научная конференция по промысловым беспозвоночным: материалы докладов. Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ». С. 213–215.

Васильев А.Г. 2016. Совершенствование методов оценки состояния запасов и перспектив промысла трубачей *Vissinum osagawai*. Диссертация на соискание учёной степени кандидата биологических наук. / М.: ВНИРО. 118 с.

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. 2010. Оценка запасов тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* (Tilesius, 1810) восточного побережья Камчатки // Вопросы рыболовства. – Т.10. – №1(41). –С.112-124.

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 А.О., Антонов Н.П., Мазникова О.А. 2020. Ресурсы трески Курильских островов: запасы и современный промысел // Рыб. хоз-во. №4. С. 60-67.

Золотов А.О., Золотов О.Г., Курбанов Ю.К. 2020. Состояние запасов и современный промысел северного одноперого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* (Pallas, 1910) в Олюторско-Наваринском районе Берингова моря // Изв. ТИНРО. Т. 200. Вып. 1. С. 38–57.

Золотов А.О., Золотов О.Г., Спиринов 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(2). С. 3–22. DOI: 10.26428/1606-9919-2015-181-3-22.

Золотов О.Г., Орлов А.М. 2009. Роль подводных поднятий в структуре ареала северного одноперого терпуга // Рыбное хозяйство. № 6. С. 53–57.

Иванов П.Ю. 2016. Определение фактического вылова камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* у Западной Камчатки в свете нового подхода к оценке состояния его запаса и обоснования ОДУ // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Сб. науч. тр. КамчатНИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 43. С. 41-49.

Ильин О.И., Иванов П.Ю. 2015. Об одном модельном подходе к оценке состояния запасов камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* западнокамчатского шельфа // Известия ТИНРО. Т. 182. С. 38-47.

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.

Ким Сен Ток, А. М. Орлов, С. Н. Тарасюк. 2010. Оценка современного состояния запасов трески в районе южных Курильских островов и острова Хоккайдо для формирования научно-обоснованной позиции российской стороны по вопросам ее исследований и добычи // Международная рыбохоз. деятельность РФ на современном этапе: Труды ВНИРО. –Т. 149. – С. 391–407.

Крабы–2014 (путинный прогноз). Владивосток: ТИНРО-Центр. 2014. 121 с.

Крабы–2015 (путинный прогноз). Владивосток: ТИНРО-Центр. 2015. 120 с.

Кулик В. В., Варкентин А. И., Ильин О. И. 2020. Стандартизация уловов на усилии минтая в северной части Охотского моря с учетом некоторых факторов среды // Известия ТИНРО. Т. 200. № 4. С. 819-836.

Лысенко В.Н. 2001а. Особенности биологии самок синего краба *Paralithodes platypus* в северо-восточной части Охотского моря // Известия ТИНРО. Т. 128. № 1-2. С. 523-532.

Лысенко В.Н. 2001б. Особенности биологии самцов синего краба *Paralithodes platypus* в северо-восточной части Охотского моря // Биология моря. Т. 27. № 3. С. 173-178.

Максименко В.П., Лысенко В.Н. 2002. Оценка промыслового запаса и возможного вылова синего краба северо-восточной части Охотского моря методом виртуально-популяционного анализа // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 6. С. 131-134.

Мельников И.В., Ефимкин А.Я. 2003. Молодь северного однопёрого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* в эпипелагиали глубоководных районов северной части Тихого океана // Вопр. ихтиологии. Т. 43. № 4. С. 469–482.

Метелёв Е.А. 2021. Равношипый краб (*Lithodes aequispinus*) северной части Охотского моря. Дисс. ... канд. биол. наук. М.: ВНИРО. 209 с.

Методические рекомендации по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов, 2018. / В.К. Бабаян [и др.]. М.: Изд-во ВНИРО, 312 с.

Михайлов А.И., Овсянников В.П. 1984. Запасы равношипного краба Охотского моря // Рыбное хозяйство. №11. С. 24-25.

Михайлов В.И., Бандурин К.В., Горничных А.В., Карасев А.Н. 2003. Промысловые беспозвоночные шельфа и континентального склона северной части Охотского моря: монография. Магадан: МагаданНИРО. 284 с.

Низяев С.А. 1992. Распределение и численность глубоководных крабов Охотского моря // Промыслово-биологические исследования морских беспозвоночных. Сб. науч. тр. – М.: ВНИРО. С. 26-37.

Низяев С.А., Букин С.Д., Клитин А.К., Первеева Е.Р., Абрамова Е. В., Крутченко А. А. 2006. Пособие по изучению промысловых ракообразных дальневосточных морей России // Южно-Сахалинск: СахНИРО. 114 с.

Рикер У.Е. 1979. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб. – М.: Пищ. пром-сть. – 408 с.

Родин В.Е. 1970. Новые данные о равношипом крабе // Рыбное хозяйство. №6. С. 84-89.

Родин В.Е., Слизкин А.Г., Мясоедов В.И., Барсуков В.Н., Мирошников В.В., Згуровский К.А., Канарская О.А., Федосеев В.Я. 1979. Руководство по изучению десятиногих ракообразных дальневосточных морей. //

Владивосток: ТИНРО, 59 с.

Тюрин П.В. 1972. Нормальные кривые переживания и темпов естественной смертности рыб как основа регулирования рыболовства // Изв. Гос. НИИ озерн. и речн. рыбн. хоз-ва. – Т.71. С.403-427.

Характеристика состояния запасов основных объектов дальневосточного бассейна в 1996 году и прогноз возможных уловов на 1998 г. – Владивосток: ТИНРО-Центр. 1997. 406 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.

Черниенко И.С. 2021. Стандартизация производительности промысла краба-стригуна опилио западной части Берингова моря с использованием аддитивных линейных моделей // Известия ТИНРО. Т. 201. № 2. С. 359-370.

Benedict J.E. Scientific results of exploration by the U.S. Fish Commission steamer «Albatross». No. XXXI. Descriptions of new genera and species of crabs of the family Lithodidae, with notes on the young of *Lithodes camtschaticus* and *Lithodes brevipes*. Proc. U.S. Nat. Mus. 17 (1016). 1895. P. 479-488.

Bucy R.S., Joseph P. 1968. Filtering for Stochastic Processes with Application to Guidance. New York. Wiley Interscience Publishers.

Burnham K. P., Anderson D. R. 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. New York, NY: Springer 2. ed. 488 p.

Collie J.S., Kruse G.H. 1998. Estimating king crab (*Paralithodes camtschaticus*) abundance from commercial catch and research survey data. In: Jamieson, G.S., Campbell, A. (Eds.), Proceedings of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stock Assessment and Management. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. V.125. P. 73-83.

Collie J.S., Sissenwine M.P. 1983. Estimating population size from relative abundance data measured with error. Can. J. Fish. Aquat. Sci. V. 40. P. 1871–1879.

Darby C.D., Flatman S. 1994. Virtual Population Analysis. Version 3.1 (WINDOWS/DOS): User Guide. – 85 p.

Deriso R.B. 1980. Harvesting Strategies and Parameter Estimation for an Age-Structured Model // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. V. 37. P. 268-282.

Froese R., Demirel N., Gianpaolo C. et al. 2016. Estimating fisheries reference points from catch and resilience // Fish and Fisheries V. 18(3). 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.

- Grewal M.S., Andrews A.P. 1993. Kalman Filtering: Theory and Practice. New Jersey: Prentice-Hall. 380 p.
- Hastie T., Tibshirani R. 1987. Generalized Additive Models: Some Applications, *Journal of the American Statistical Association*. V. 82. P 371-386.
- Jorgensen B. 1997. The Theory of Dispersion Models. London ; New York: Chapman and Hall/CRC, 1st edition. 256 p.
- Keckler D. 1994. Surfer for Windows: User's Guide/Golden Colorado: Golden Software Inc. 449 p.
- Koeller P., Fuentes-Yaco C., Covey M., King M. 2011. The last traffic light on the Scotian Shelf: shrimp 2009-2010 / Research document (Canadian Science Advisory Secretariat). 2011/061. 84 p.
- Meyer R., Millar R.B. 1998. Bayesian Stock Assessment using a State-Space Implementation of the Delay Difference Model // *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. V. 56. P. 37-52.
- 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.
- Müller A.C., Guido S. 2016. Introduction to machine learning with Python: a guide for data scientists. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc, 2016. 376 p.
- Plummer M. 2003. JAGS: A Program for Analysis of Bayesian Graphical Models Using Gibbs Sampling // *Proceedings of the 3rd International Workshop on Distributed Statistical Computing (DSC 2003)*, Vienna, 20-22 March 2003, 1-10.
- R Core Team. 2026. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URI: <https://www.R-project.org/> (15.01.2026).
- Särkkä S. 2013. Bayesian filtering and smoothing. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 232 p.
- 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.
- Schnute J.T. 1987. A General Fishery Model for a Size-Structured Fish Population // *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. V. 44. № 1980. P. 924-940.
- Stolyarenko D.A. 1986. Data analysis of trawl shrimp survey with spline approximation of stock density // *Internat. Coun. Explor. Sea (I.C.E.S.), Doc. No. / K: 25*, 16 p.
- Stolyarenko D.A. 1987. The spline approximation method and survey design using interaction with a microcomputer: Spline Survey Designer System // *Internat. Coun. Explor. Sea (I.C.E.S.), Doc. No. / K: 29*, 24 p.
- Vasilets P.M. 2015. FMS analyst — computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. 2015. DOI: 10.13140/RG.2.1.5186.0962.
- Wackernagel H. 1995. Multivariate Geostatistics: an introduction with applications. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 255 p.

Wan E. A., Van Der Merwe R. The unscented Kalman filter for nonlinear estimation // Proceedings of the IEEE 2000 Adaptive Systems for Signal Processing, Communications, and Control Symposium. Lake Louise: IEEE, 2000. P. 153–158.

Winker H., Carvalho F., Kapur M. 2018. JABBA: Just Another Bayesian Biomass Assessment // Fisheries Research. № 204. P. 275–288.

Wood S.N. 2003. Thin plate regression splines // Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology). V. 65. № 1. P. 95-114.

Wood S.N. 2004. Stable and Efficient Multiple Smoothing Parameter Estimation for Generalized Additive Models // Journal of the American Statistical Association. V. 99. № 467. P. 673-686.

Wood S.N. 2011. Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models: Estimation of Semiparametric Generalized Linear Models // Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology). V. 73. № 1. P. 3-36.

Wood S.N. 2017. Generalized Additive Models: An Introduction with R.: Chapman and Hall/CRC, №. 2.