

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

***ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ***

***ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ***

**«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ»
(ГНЦ РФ 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).**

Разработан: ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»

Владивосток 2026 г.

Краб-стригун бэрди (*Chionoecetes bairdi*)

61.01 – зона Западно-Берингоморская

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

Куратор: Д.О. Сологуб (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Для оценки промыслового запаса и корректировки к прогнозу величины ОДУ краба-стригуна бэрди на 2026 г. использованы данные учетных донных траловых съёмок, выполненных в Западно-Берингоморской зоне в июле-августе 2024 г. на НИСах «Дмитрий Песков» и «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. 1). Помимо этих данных, привлекались био- и промыслово-статистические материалы, полученные научным сотрудником ВНИРО в апреле-июне 2025 г. в ходе промыслового рейса на четырех краболовных судах Ассоциации добытчиков краба (СРТМ «Охотск»; РС «Новик», РС «Иркут» и РС «Капитан Александров») (рис. 2). Кроме того, были привлечены данные предыдущих съёмок, а также данные промысловой статистики.

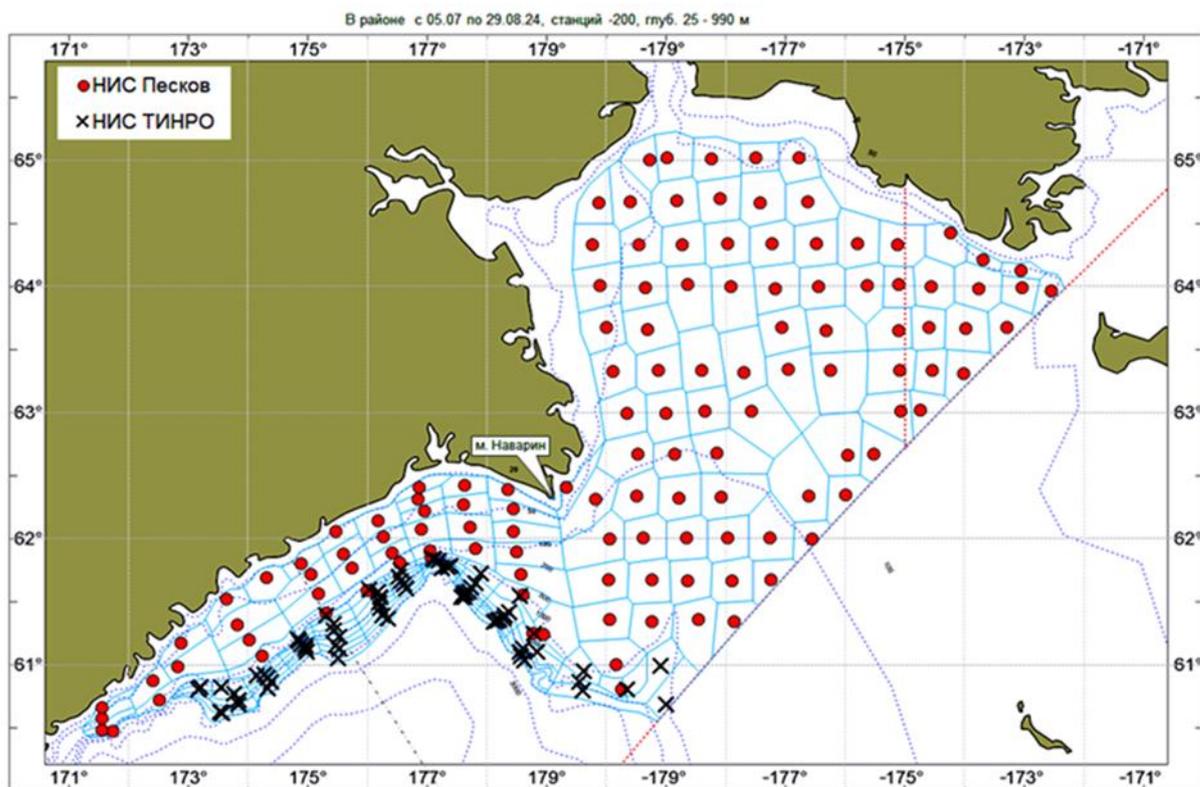


Рис. 1. Карта-схема района работ и траловых станций, выполненных на НИС «Дмитрий Песков» и НИС «ТИНРО» в Западно-Берингоморской зонах в июле-августе 2024 г.

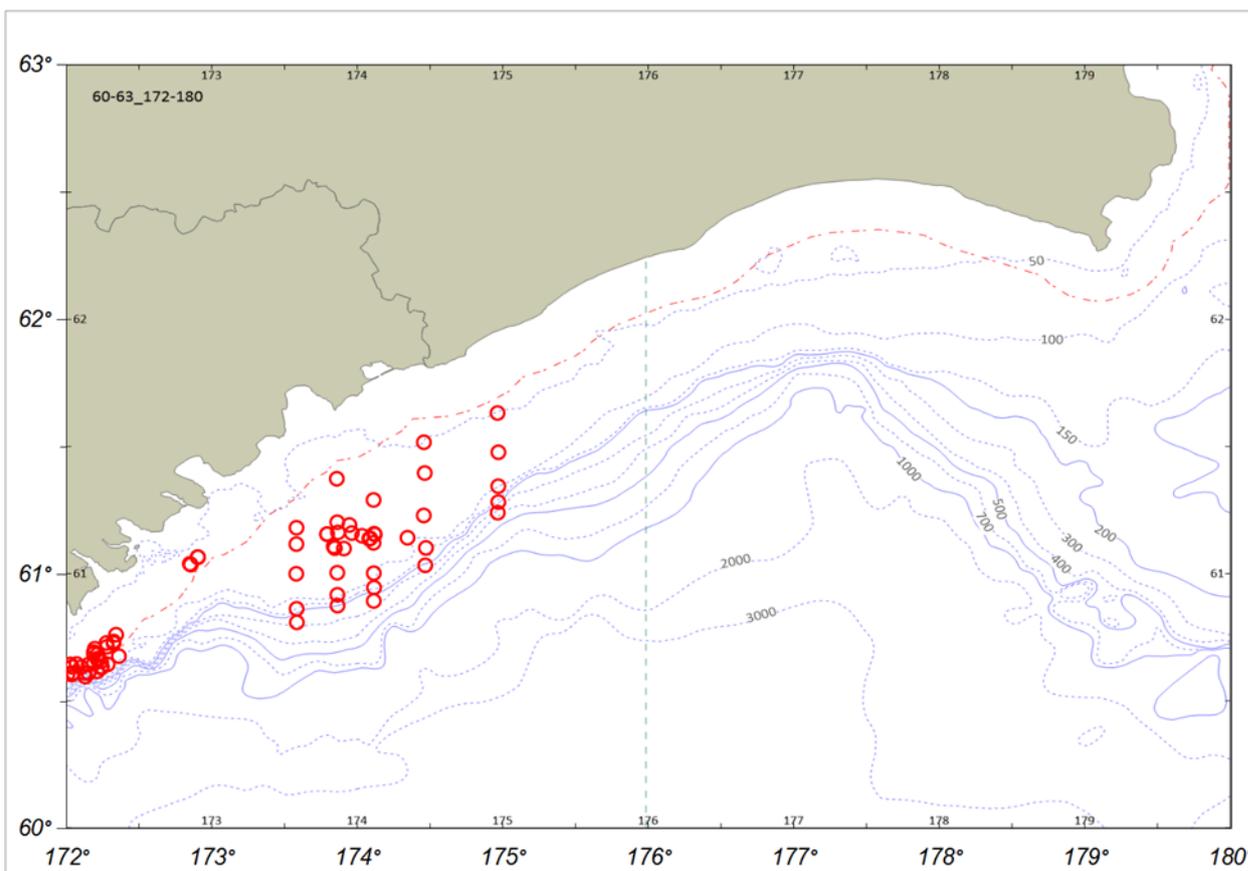


Рис. 2. Карта-схема района работ и ловушечных станций, выполненных на промысловых судах в Западно-Беринговоморской зоне в апреле-июне 2025 г.

В Западно-Беринговоморской зоне, на основании гидрологических и орографических факторов, а также особенностей распределения промысловых гидробионтов, выделяют 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 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 подразделяют 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).

Траления выполнялись в светлое время суток стандартным донным тралом ДТ/ТВ 27,1/24,4 м с ячеей 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 подбора трала оснащается глубоководными куктылями диаметром 200 мм, обеспечивая подъемную силу 100 кг.

Нижняя подбора 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».

Учитывая вышеизложенное, структура и качество доступного

информационного обеспечения для данной единицы запаса соответствуют II уровню в соответствии с приложением 1 к приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г. При этом, 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).

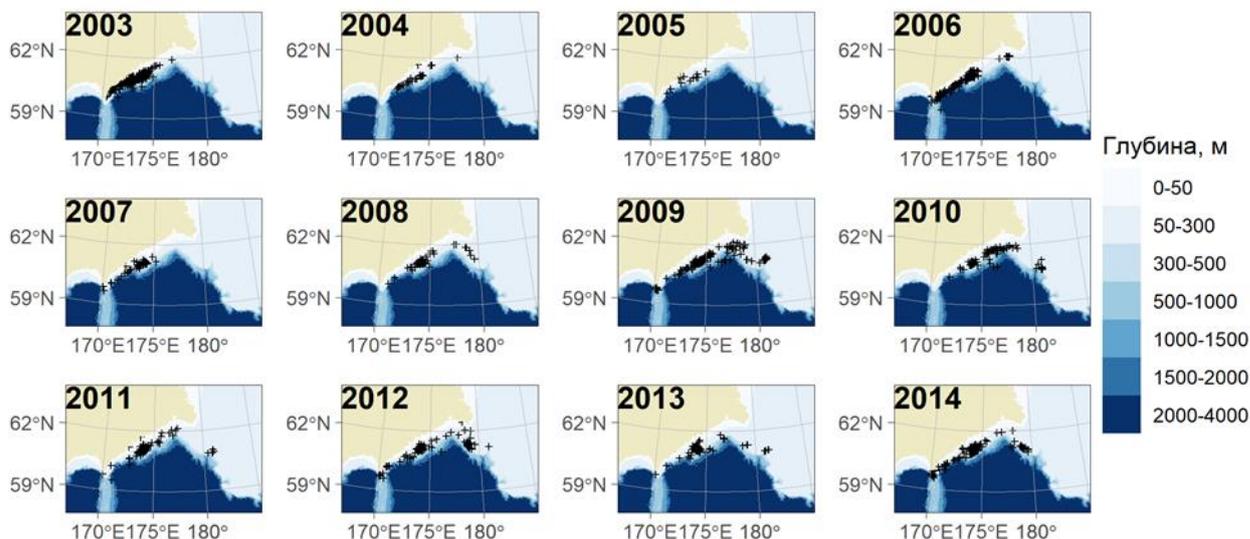


Рис. 3. Распределение промыслового усилия в 2003-2014 гг.

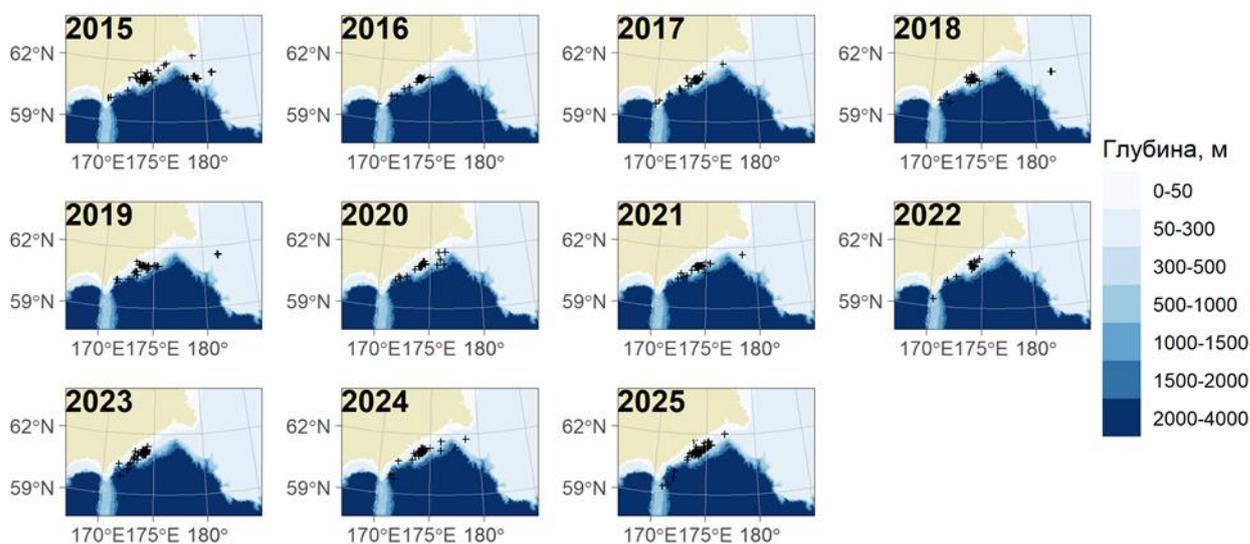


Рис. 4. Распределение промыслового усилия в 2015-2025 гг.

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

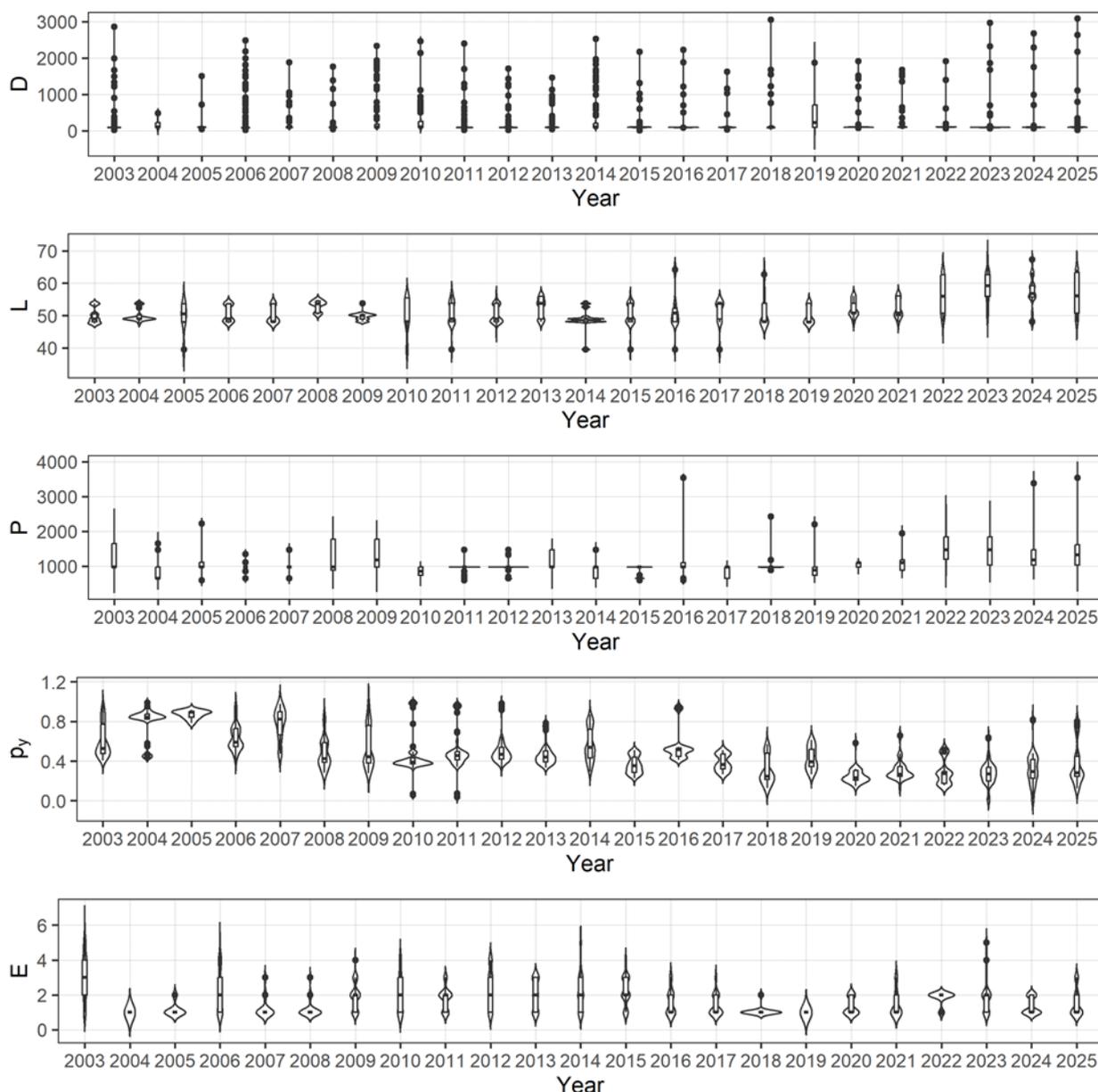


Рис. 5. Динамика значений природных и производственных факторов в 2003-2025 гг.

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; Приказ Росрыболовства от 06.02.2015 N 104 (ред. от 04.04.2016)].

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

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

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

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 промысловом усилии, т. е. о количестве судов, находившихся на промысле, что отражает нагрузку на запас.

Таблица 1

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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 выбирали 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>жс</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.

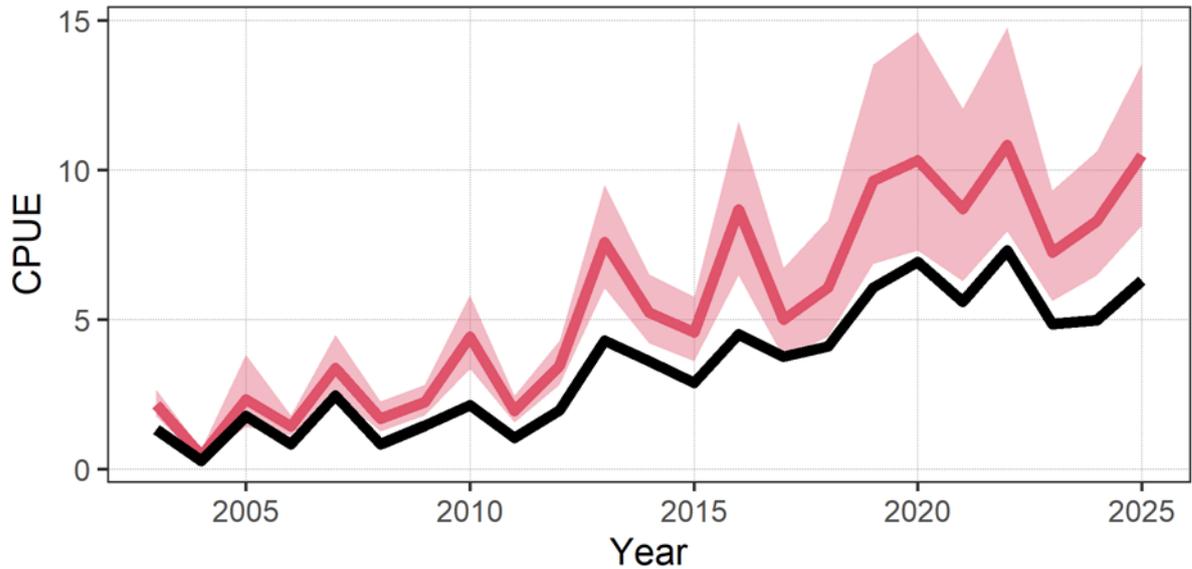


Рис. 6. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов с доверительными интервалами (красная область)

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:

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

здесь 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 Броуди 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 [Meyer, 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:

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

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

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

Таблица 5

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

Динамика промыслового запаса в период с 2005 по 2025 гг. рассматривается ниже (рис. 7).

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 террводах 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 колебания 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. Из рисунка видно в указанный период просматривается цикличность в численности промысловых самцов (5-6 лет). Соответственно в последние года происходило естественное снижение промыслового запаса, которое сменится в дальнейшем его увеличением в 2024-2025 гг. В пользу этого предположения свидетельствует и рост численности пререкрутов I и II порядков и молодых самцов в 2020-2021 гг., по сравнению с 2014-2016 гг.

По результатам ловушечной съемки 2025 г. численность промыслового запаса составила 14,1 млн экз. (12,8 тыс. т), что сопоставима с 2012 г. (рис. 7).

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.

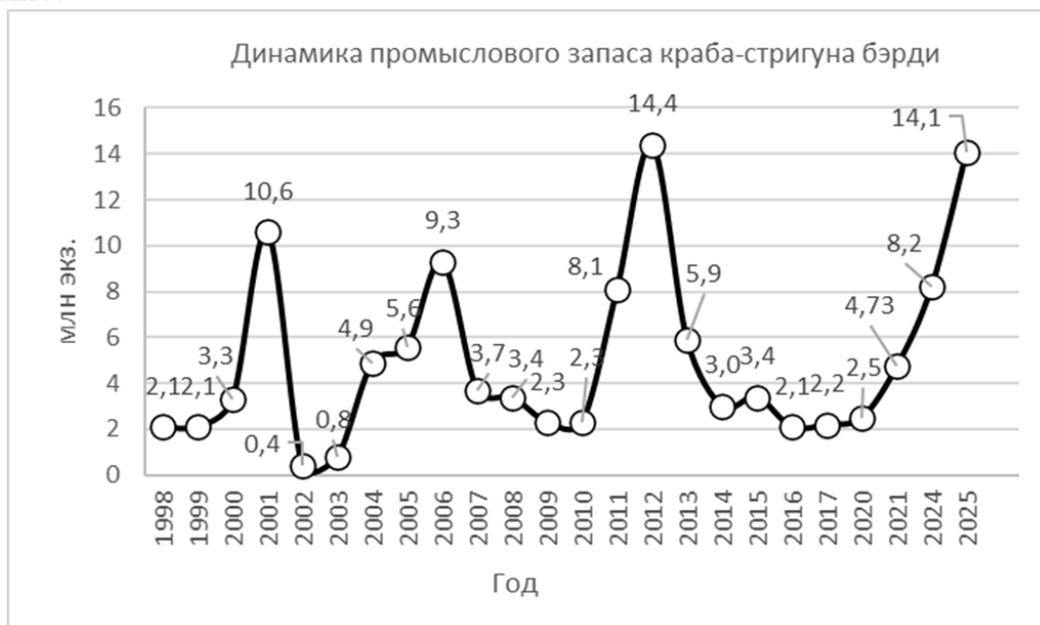


Рис. 7. Динамика промыслового запаса самцов краба-стригуна бэрди в Анадырском заливе и коряжском шельфе в 1998-2025 гг.

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%.

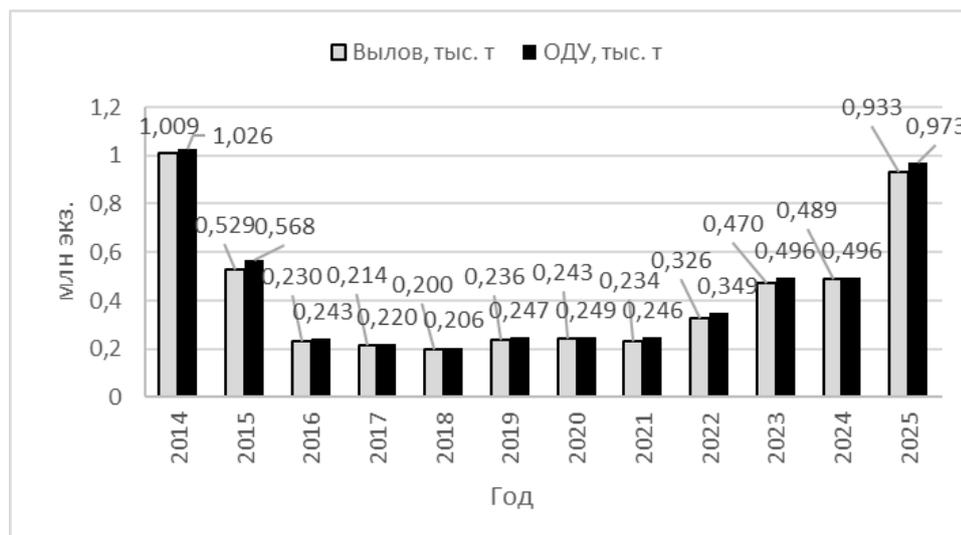


Рис. 8. ОДУ и вылов промысловых самцов краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне в 2014-2025 гг. По оси абсцисс - годы, по оси ординат – тыс. т.

По данным траловой съемки в 2021 г. наиболее плотные скопления промысловых самцов краба-стригуна бэрди (до 15,385 тыс. экз./кв. милю) 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./кв. милю, при этом в Наваринском и Корякском подрайонах плотность распределения на большей части акватории не превышала 100 экз./кв. милю.

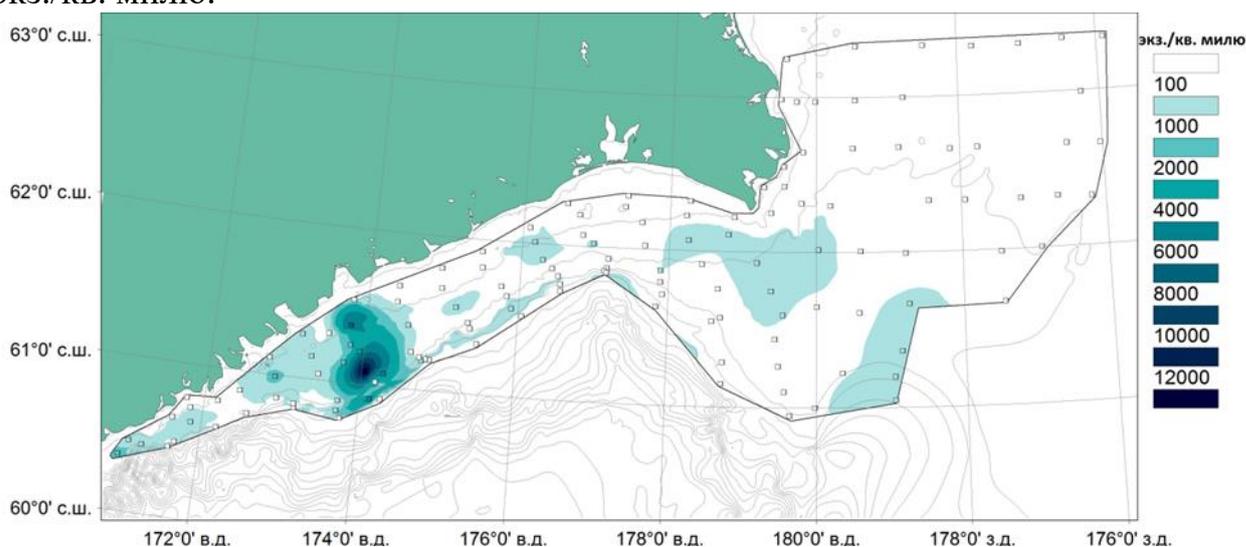


Рис. 9. Пространственное распределение промысловых самцов (ШК ≥ 120 мм) краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне по результатам учетной донной траловой съемки на СРТМ «Валерий Маслаков» в сентябре 2021 г.

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.

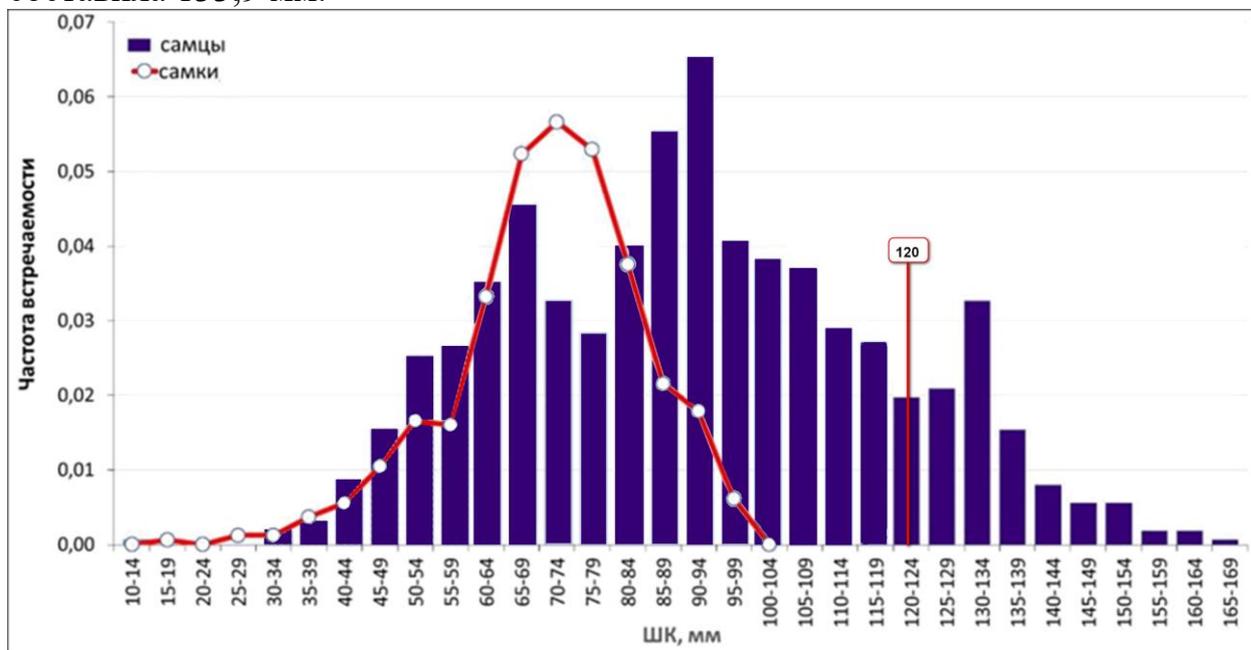


Рис. 10. Размерный состав краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне по результатам учетной донной траловой съемки на СРТМ «Валерий Маслаков» в сентябре 2021 г.

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 траверзе 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).

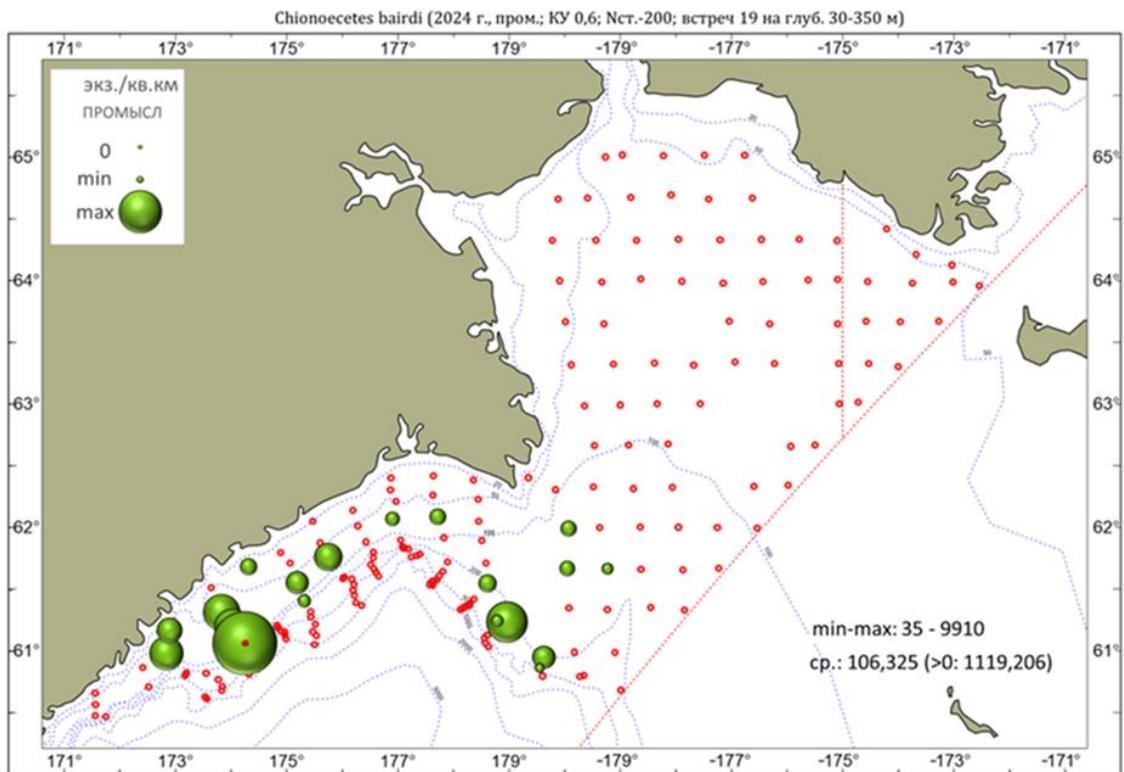


Рис. 11. Распределение (экз./км²) промысловых самцов краба-стригуна бэрди в Анадырском заливе и на чукотском шельфе в июле-августе 2024 г.

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).

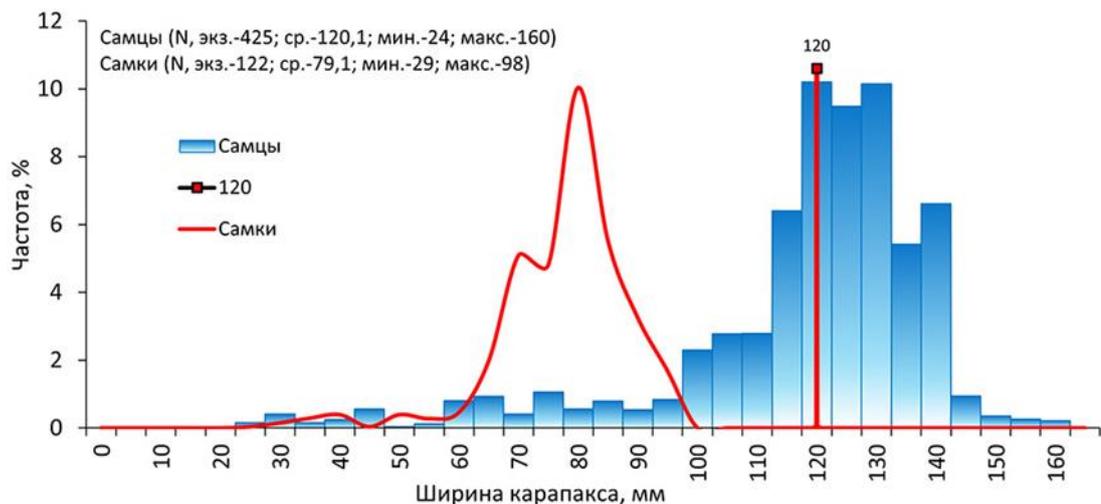


Рис. 12. Размерный состав краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне по результатам учетной донной траловой съемки на НИС «Дмитрий Песков» в июле-августе 2024 г.

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 синего краба 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 подзоны. Поэтому, на втором этапе исследований (18-19.06.2025 г.) был выполнен контрольный сбор данных на акватории микрополигона. 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 основном районе добычи краба-стригуна бэрди выполнены учетная съемка и мониторинг промысла. Эти исследования позволили оценить пространственное распределение краба-стригуна бэрди от $173^{\circ}30'$ до $175^{\circ}00'$ в.д. Центральная часть промыслового скопления была приурочена к меридиану 174° в.д. с глубинами 70-95 м (рис. 13).

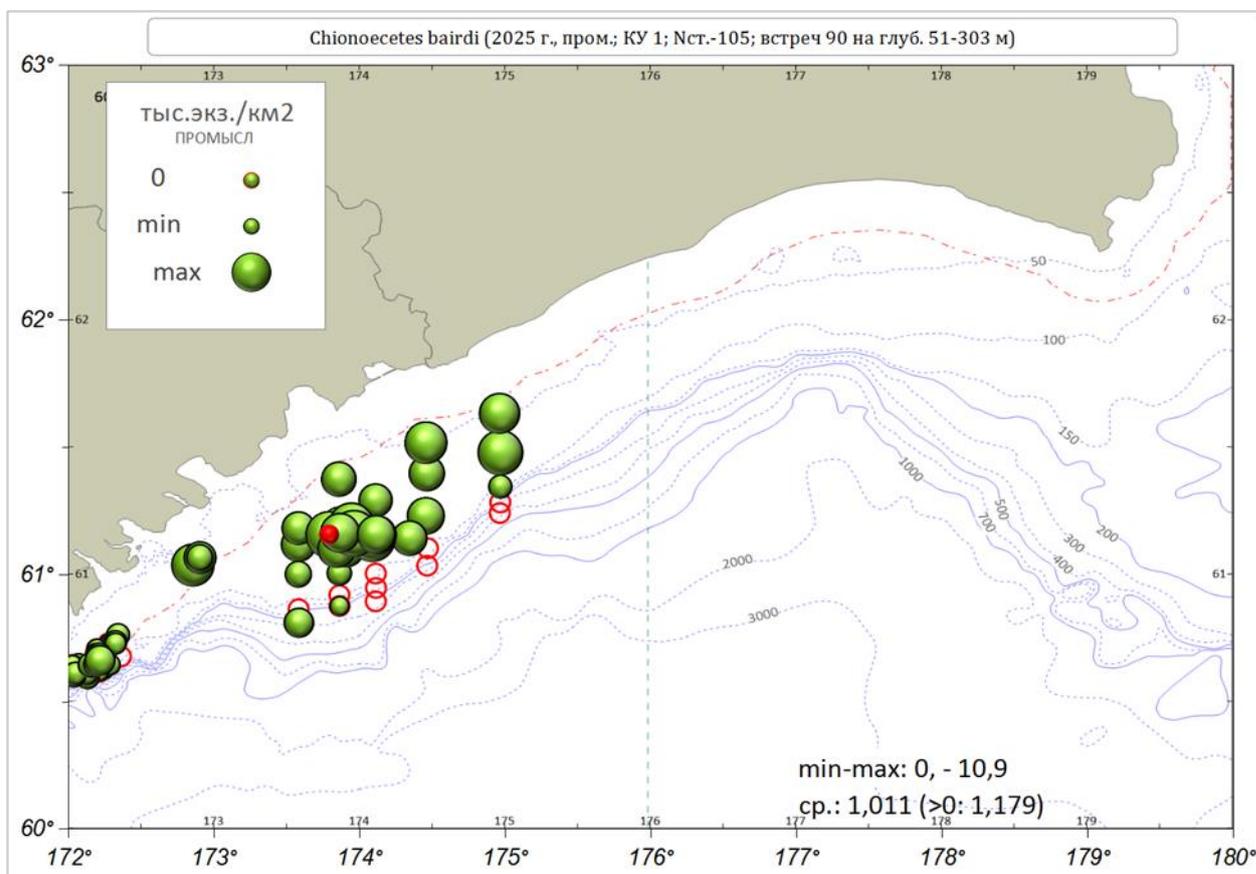


Рис. 13. Распределение (экз./км²) промысловых самцов краба-стригуна бэрди на чукотском шельфе в апреле-июне 2025 г.

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%). При этом выделялись несколько размерных групп, одна из которых принадлежит к пререкрутам II-ого порядка с ШК от 100 до 109 мм (2,2%), вторая группа – пререкруты I-ого порядка с ШК от 110 до 119 мм (11%), следующая – к промысловым самцам 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).

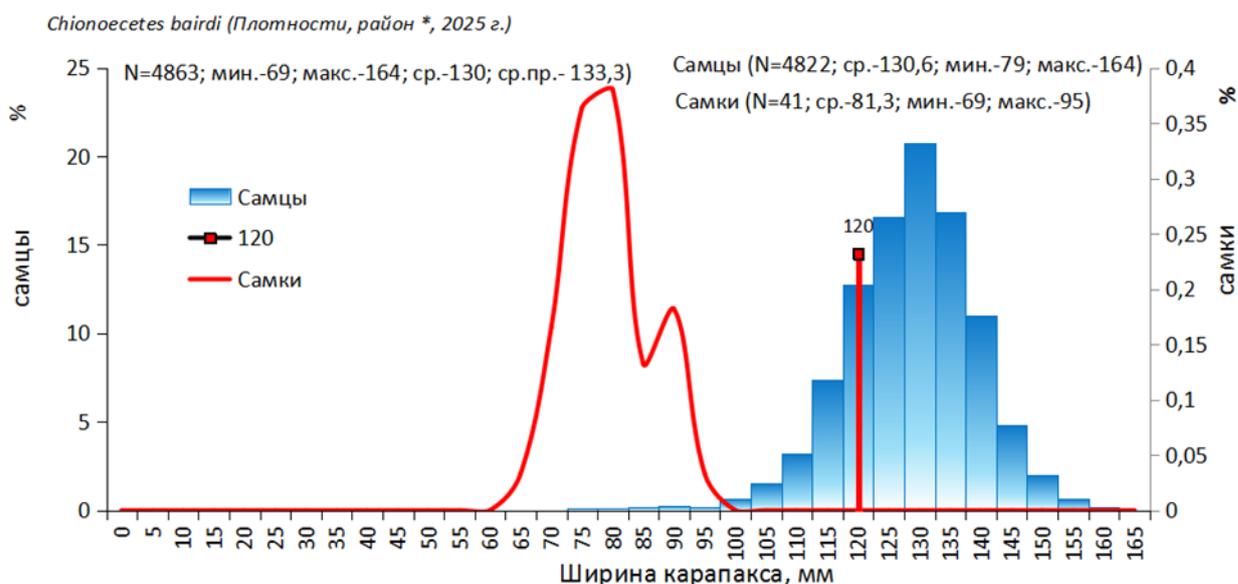


Рис. 14. Размерный состав краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне по результатам ловушечной съемки на промысловых судах на коряжском шельфе в апреле-июне 2025 г.

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).

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, принятого во ВНИРО [Бабаян, 2000].

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

– 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*.

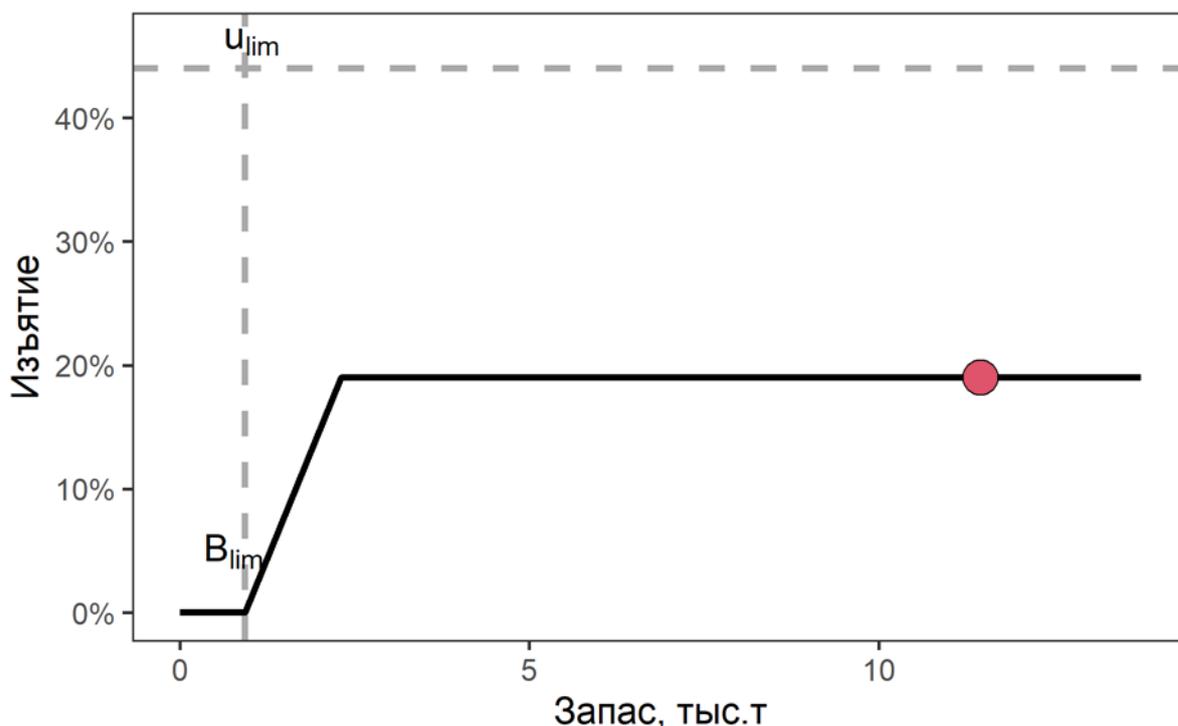


Рис. 15. Графическое представление ПРП для краба-стригуна бэрди зоны Западно-Беринговоморской

В соответствии с «Правилами регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов» статус запаса краба-стригуна бэрди в Западно-

Берингоморской зоне оценивается как «восстанавливающийся», предельный уровень ежегодных изменений ОДУ для данного запаса составляет $\pm 42\%$.

Прогноз состояния промыслового запаса. Оценка запаса краба-стригуна бэрди зоны Западно-Берингоморской 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).

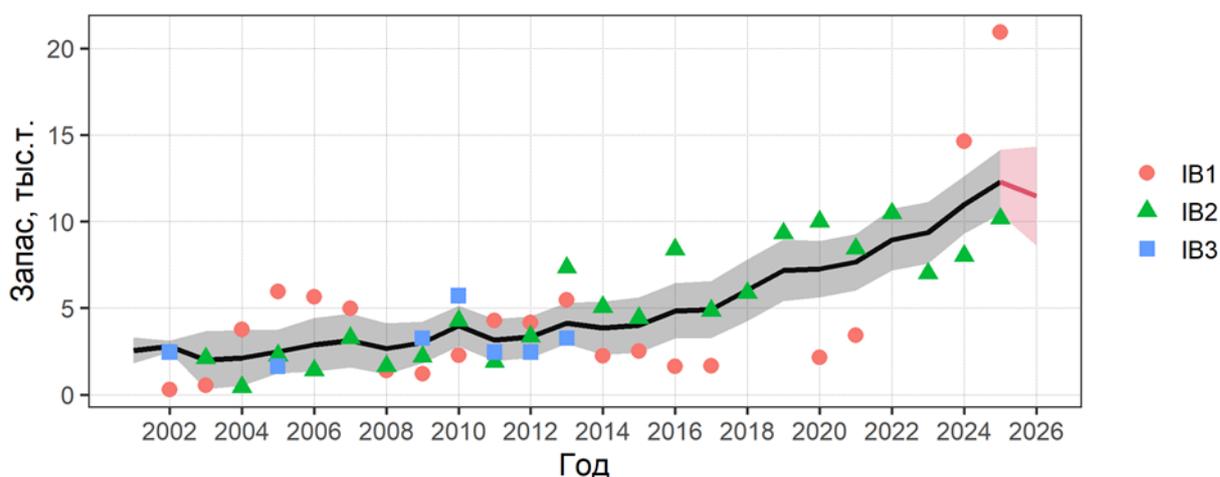


Рис. 16. Динамика промысловой биомассы. IB1 – оценки запаса, IB2 – интенсивность промысла IB3 – улов на ловушку

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ.

В соответствии с приказом Минсельхоза России от 12.09.2025 № 587, ОДУ краба-стригуна бэрди в Западно-Берингоморской зоне на 2026 год установлен в объеме 0,973 тыс. т.

В результате выполнения ловушечной съемки в ходе промыслового рейса на четырех краболовных судах Ассоциации добытчиков краба (СРТМ «Охотск»; РС «Новик», РС «Иркут» и РС «Капитан Александров») в апреле-июне 2025 года были получены новые данные о состоянии запаса краба-стригуна бэрди в Западно-Берингоморской зоне. Оценка промыслового запаса, полученная в 2025 году почти в 1,7 раза, превышает оценки 2024 года.

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-Берингоморской составит 19%. Таким образом, ОДУ в 2026 г. может составить 2,178 тыс. т (2,904 млн экз.) (рис. 15), 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, не может быть увеличен более чем на 42%, к изъятию предлагается $0,973+0,973\times 0,42=1,382$ тыс. т (**1,843** млн экз.), что позволяет рекомендовать увеличение ОДУ на 2026 год на 0,409 тыс. т с 0,973 тыс. т до **1,382** тыс. т (**1,843** млн экз.).

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*).

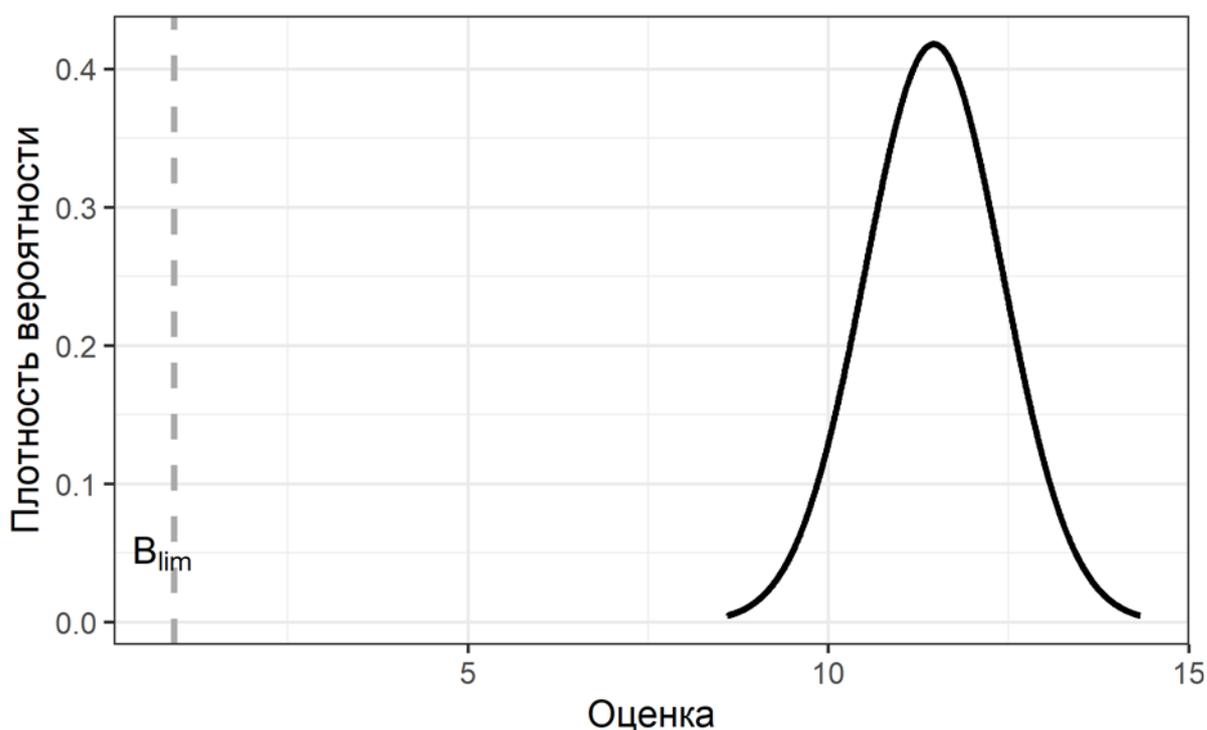


Рис. 17. Распределение вероятности для ожидаемой биомассы запаса

Список литературы

1. Баканев С. В. Стандартизация производительности промысла камчатского краба в российских водах Баренцева моря в 2010–2018 гг. с помощью обобщенной линейной модели // Вопросы рыболовства. 2019. Т. 20. № 3. С. 363–373.

2. Буяновский А. И. Использование промысловой статистики для оценки динамики запаса краба-стригуна Бэрда // Вопросы рыболовства. 2019. Т. 20. № 4. С. 497–512.

3. Кулик В. В., Варкентин А. И., Ильин О. И. Стандартизация уловов на усилии минтая в северной части Охотского моря с учетом некоторых факторов среды // Известия ТИНРО. 2020. Т. 200. № 4. С. 819–836.

4. Михеев А. А. Применение фильтра Калмана в когортной модели для корректировки оценок запаса при наличии неучтенного вылова // Вопросы рыболовства. 2016. Т. 17. № 1. С. 20–41.
5. Черниенко И. С. Стандартизация производительности промысла краба-стригуна опилию западной части Берингова моря с использованием аддитивных линейных моделей // Известия ТИНРО. 2021. Т. 201. № 2. С. 359–370.
6. Приказ Росрыболовства от 06.02.2015 N 104 (ред. от 04.04.2016) «О представлении материалов, обосновывающих общие допустимые уловы водных биологических ресурсов во внутренних водах Российской Федерации, в том числе во внутренних морских водах Российской Федерации, а также в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях, а также внесении в них изменений».
7. Burnham K. P., Anderson D. R. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. New York, NY: Springer, 2002. Vol 2. ed., [4. printing]. 488 p.
8. Deriso R. B. Harvesting Strategies and Parameter Estimation for an Age-Structured Model // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1980. Vol. 37. P. 268–282.
9. Hastie T., Tibshirani R. Generalized Additive Models // Wiley StatsRef: Statistics Reference Online / под ред. N. Balakrishnan и др. : Wiley, 2014. Vol. 1.
10. Jorgensen B. The Theory of Dispersion Models. London ; New York: Chapman and Hall/CRC, 1997. Вып. 1st edition. 256 p.
11. Meyer R., Millar R. B. Bayesian Stock Assessment using a State-Space Implementation of the Delay Difference Model // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1998. Т. 56. P. 37–52.
12. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing // 2022.
13. Särkkä S. Bayesian filtering and smoothing. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2013. 232 p.
14. Schnute J. T. A General Fishery Model for a Size-Structured Fish Population // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1987. Vol. 44. № 1980. P. 924–940.
15. 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.
16. Wood S. N. Thin plate regression splines // Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology). 2003. Vol. 65. № 1. P. 95–114.
17. Wood S. N. Stable and Efficient Multiple Smoothing Parameter Estimation for Generalized Additive Models // Journal of the American Statistical Association. 2004. Vol. 99. № 467. P. 673–686.

18. Wood S. N. 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). 2011. Vol. 73. № 1. P. 3–36.

19. Wood S. N. Generalized Additive Models: An Introduction with R. : Chapman and Hall/CRC, 2017. Vol. 2. 496 p.