

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

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

**МАТЕРИАЛЫ ОБЩЕГО ДОПУСТИМОГО УЛОВА В РАЙОНЕ ДОБЫЧИ
(ВЫЛОВА) ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВО ВНУТРЕННИХ
МОРСКИХ ВОДАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
В ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ МОРЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
НА КОНТИНЕНТАЛЬНОМ ШЕЛЬФЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
В ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ И КАСПИЙСКОМ МОРЕ
НА 2027 ГОД**

(с оценкой воздействия на окружающую среду)

Часть 3. Беспозвоночные животные и водоросли

Том II. НАСТОЯЩИЕ КРАБЫ

**Разработаны:
ФГБНУ «ВНИРО»**

Директор ФГБНУ «ВНИРО»

К.В. Колончин

2026 г.

**«УТВЕРЖДАЮ»
Федеральное агентство
по рыболовству**

Заместитель руководителя

В.И. Соколов

15 мая 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Краб-стригун опилио (<i>Chionoecetes opilio</i>)	3
Баренцево море	3
Карское море	11
61.01 – зона Западно-Беринговоморская	17
61.02 – зона Восточно-Камчатская	34
61.02.1 – подзона Карагинская	34
61.02.2 – подзона Петропавловско-Командорская	45
61.05 – зона Охотское море	51
61.05.1 – подзона Северо-Охотоморская	51
61.05.2 – подзона Западно-Камчатская	62
61.05.3 – подзона Восточно-Сахалинская	74
61.52 – подрайон Центральная Часть Охотского моря	91
61.06 – зона Японское море	94
61.06.1 – подзона Приморье	94
61.06.2 – подзона Западно-Сахалинская	115
Краб-стригун бэрди (<i>Chionoecetes bairdi</i>)	125
61.01 – зона Западно-Беринговоморская	125
61.02 – зона Восточно-Камчатская	144
61.02.1 – подзона Карагинская	144
61.02.2 – подзона Петропавловско-Командорская	155
61.05 – зона Охотское море	171
61.05.4 – подзона Камчатско-Курильская	171
Краб-стригун ангулятус (<i>Chionoecetes angulatus</i>)	190
61.05 – зона Охотское море	190
61.05.1 – подзона Северо-Охотоморская	190
61.05.2 – подзона Западно-Камчатская	196
61.05.3 – подзона Восточно-Сахалинская	214
61.05.4 – подзона Камчатско-Курильская	229
61.52 – подрайон Центральная Часть Охотского моря	242
Краб-стригун красный (<i>Chionoecetes japonicus</i>)	246
61.06 – зона Японское море	246
61.06.1 – подзона Приморье	246
61.06.2 – подзона Западно-Сахалинская	259
Краб волосатый четырехугольный (<i>Erimacrus isenbeckii</i>)	263
61.04 – зона Южно-Курильская	263
61.05 – зона Охотское море	271
61.05.3 – подзона Восточно-Сахалинская	271
61.05.4 – подзона Камчатско-Курильская	279
61.06 – зона Японское море	288
61.06.1 – подзона Приморье	288
61.06.2 – подзона Западно-Сахалинская	310
Список литературы	318

Краб-стригун опилио (*Chionoecetes opilio*)

Баренцево море

Исполнители: С.В. Баканев, В.А. Павлов (ПИНРО)

Куратор: С.В. Горянина (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Для подготовки материалов, обосновывающих величину ОДУ краба-стригуна опилио в Баренцевом море в 2027 г., были использованы следующие данные:

- материалы экосистемных съемок за 2004-2025 гг.;
- промысловая статистика российских судов за 2013-2025 гг.;
- данные научных наблюдателей на промысле в 2013-2025 гг.

Для формирования временных рядов промысловых данных использована информация о промысловой деятельности российских судов, поступающая через отраслевую систему мониторинга ВБР от ФГБУ «Центр системы мониторинга рыболовства и связи». Анализировали информацию по каждой промысловой операции каждого промыслового судна, включая следующие характеристики: тоннаж судна, дата операции, тип ловушек, продолжительность застоя ловушек, координаты постановки ловушек, глубина, вылов краба.

Промысловая база данных за 2013-2025 гг. содержит записи о 129168 промысловых операциях (поднятых ловушечных порядках). Для стандартизации улова на усилие использовали обобщенную линейную модель GLM, при этом каждой операции были присвоены следующие категории (факторы): год, месяц, судно, тип продукции (живой или замороженный), тип ловушки, промысловый район, глубина.

Во все годы промысла на промысловых судах работали наблюдатели Полярного филиала и Центрального института «ВНИРО» (табл. 1). Материалы, собранные наблюдателями, использовали как для оценки биологических параметров запаса, так и для верификации информации об уловах на усилие, поступающей по отраслевой системе мониторинга.

С 2004 г. *траловая съемка* запаса краба опилио осуществляется в рамках комплексной экосистемной съемки, которую ежегодно проводят Россия и Норвегия по стандартной методике в летне-осенний период. Эта съемка охватывает большую часть акватории Баренцева моря. Площадь экосистемной съемки, в среднем, составляет около 1,8 млн км², однако индекс биомассы промысловых самцов опилио рассчитывался на акватории ИЭЗ Российской Федерации (967,9 тыс. км²) и открытой части Баренцева моря (ОЧБМ) – 67,4 тыс. км². Ежегодно выполняют около 360 донных тралений от края континентального шельфа на западе до архипелага Новая Земля на востоке, и от побережья Норвегии и России на юге до кромки льда на севере.

Таблица 1

Характеристика первичного материала по крабу-стригуну опилю, собранного наблюдателями Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО» в ходе промыслового мониторинга в 2013-2025 гг.

Год	Период проведения работ	Тип ловушек	Количество ловушечных станций	Количество проанализированных крабов, экз.
2013	25.11-16.12	Прямоугольные	385	5733
2014	21.04-25.07	Трапецевидные	638	13964
2015	04.08-29.09	Конусные	1073	6019
2016	28.04-28.06	Трапецевидные	420	11841
2017	17.06-18.07	Трапецевидные	218	5293
2018	12.04-09.07	Трапецевидные	112	3392
		Конусные	364	11282
2019	29.03-15.07	Конусные	309	14878
2020	19.09-08.11	Конусные	299	5441
2021	01.04-17.06	Конусные	239	10829
2022	07.02-25.03	Конусные	231	4954
2023	23.03-26.06	Конусные	485	6142
2024	17.04-11.07	Конусные	376	8012
2025	30.03-29.06	Конусные	281	7879

В 2025 г., как и в предыдущие годы, сбор первичного материала осуществляли донным тралом «Campelen-1800» с горизонтальным раскрытием 15 м, вертикальным – 5 м, вставкой в кутовой части из дели с ячеей 22 мм. Продолжительность учетных тралений составляла 15 мин., скорость – 3,1-3,3 узла. В 2025 г. в пределах ИЭЗ Российской Федерации и ОЧБМ выполнено 166 донных тралений, из них 68 были с уловом краба-стригуна опилю. Проведен полный биологический анализ состояния 608 экз. краба-стригуна опилю из 4264 выловленных особей (табл. 2, рис. 1).

Таблица 2

Характеристика первичного материала и индекс промыслового запаса краба-стригуна опилю по данным экосистемных съемок, выполненных в 2013-2025 гг.

Год	Количество				Индекс промыслового запаса, тыс. т		
	донных тралений	тралений с крабом	пойманных крабов, экз.	биологических анализов	ИЭЗ России	ОЧБМ	Итого
2013	493	132	19020	2756	51,5	9,4	60,9
2014	304	87	12871	2814	36,6	3,9	40,6
2015	335	89	3125	1867	38,5	8,9	47,4
2016	311	84	2107	1372	5,2	0,3	5,5
2017	350	131	20757	4009	123,2	16,4	139,6
2018	235	62	20484	1981	93,5*	2,2*	95,7*
2019	322	105	11801	3870	168,3	1,2	169,5
2020	459	142	4351	2858	29,9	4,6	34,5
2021	341	105	1705	1518	9,4	4,8	14,2
2022	301	93	891	697	7,7	1,0	8,7
2023	325	83	1358	774	5,4	3,8	9,2
2024	317	85	885	846	1,3	1,2	2,5
2025	166**	68	4264	608	4,2	2,3	6,5

* оценка только по северу Баренцева моря (севернее 76° с.ш.), площадь в ИЭЗ РФ – 428438 км², в ОЧБМ – 12245 км²;

** Только для ИЭЗ Российской Федерации и ОЧБМ.

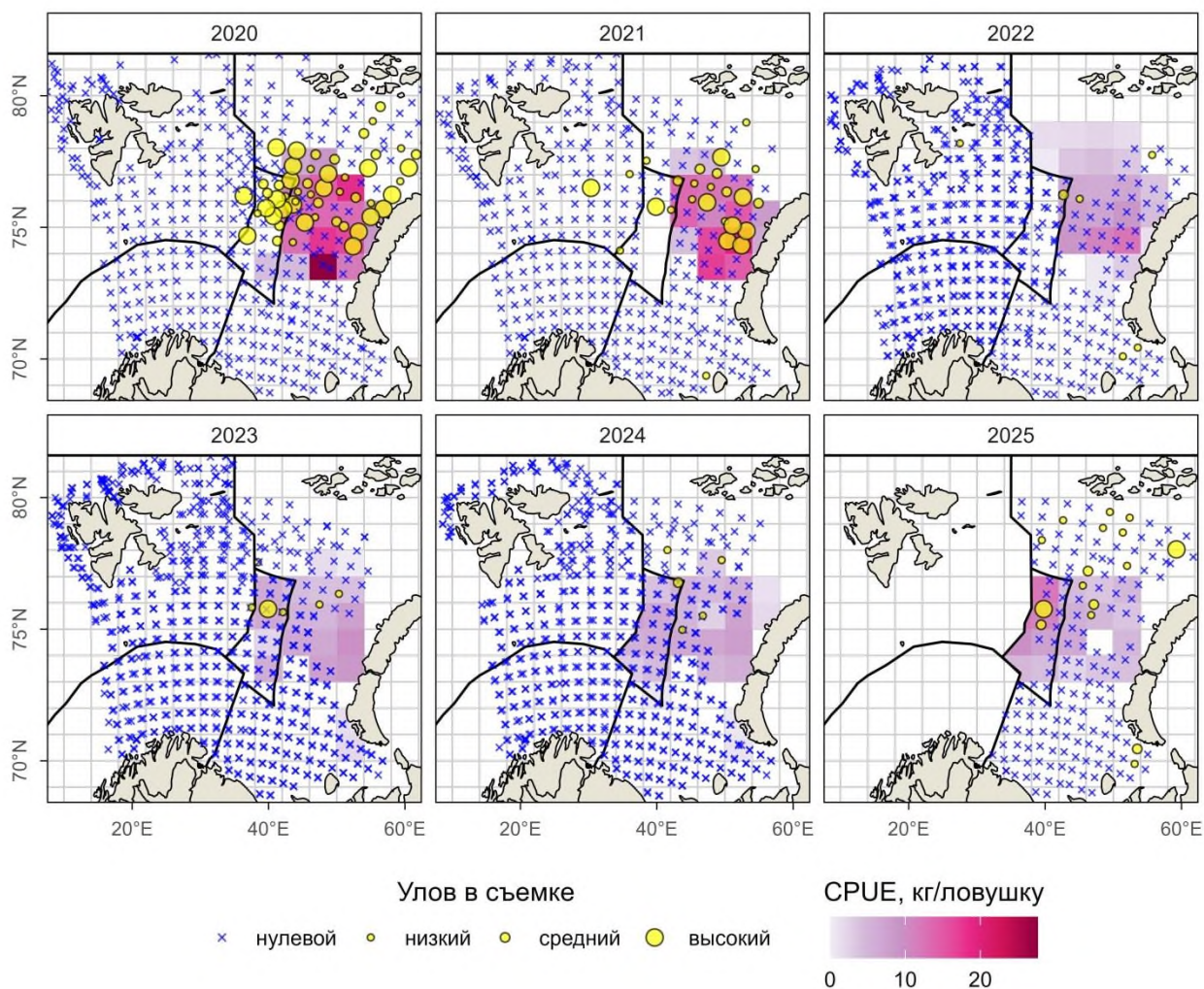


Рис. 1. Распределение уловов промысловых самцов краба-стригуна опилио в 2020-2025 гг. (по данным экосистемных съемок и российского промысла).

В 2025 г. российской стороне были недоступны данные уловов краба-стригуна опилио, полученные на норвежских судах при проведении экосистемной съемки, вследствие чего, на *рисунке 1* за 2025 г. отображены только позиции тралений, выполненных российским судном.

В начальный период исследований (2013-2020 гг.) для настройки продукционной модели использовался индекс обилия (промысловой биомассы опилио), рассчитанный по данным экосистемной съемки. При расчете этого индекса учитывались только самцы с шириной карапакса (ШК) 100 мм и более, при этом дополнительно вводился поправочный коэффициент, поскольку в уловах самцов промыслового размера доля широкопалых особей составляла в среднем 86%. Впоследствии от использования данного индекса в процедуре настройки модели отказались из-за наличия биологически неправдоподобных межгодовых флуктуаций. Предположительно, данные скачки показателей были обусловлены высокой вариабельностью коэффициента уловистости трала, что подтверждается синхронной динамикой уловов организмов мегабентоса.

Сбор и обработку биологического материала в съемке выполняли в соответствии с методиками, принятыми в Полярном филиале ФГБНУ «ВНИРО». Биологический анализ краба-стригуна включал в себя промеры ширины карапакса (в самой широкой части с точностью до 1 мм), определение пола, межклиночной категории, высоты клешни (с шипами) у самцов с точностью до 0,1 мм, взвешивание (с точностью до 1 г), стадий зрелости икры у самок, состояния конечностей. Для анализа пополнения промыслового запаса, узкопалых самцов краба-стригуна опилию разделяли на следующие категории: молодь (самцы с ШК менее 70 мм), пререкруты II (узкопалые самцы с ШК 70-85 мм), пререкруты I (узкопалые самцы с ШК более 86 мм).

Категория информационной обеспеченности отнесена ко II уровню, согласно приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104.

Доступная информация позволяет дать научно обоснованную оценку состояния запаса краба-стригуна опилию в Баренцевом море и величины его ОДУ в 2027 г.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Текущая оценка запаса краба-стригуна опилию выполнена с помощью стохастической версии производственной модели, в которой параметры оцениваются не только на основе фактических входных данных, но и на основании предположений об их возможных величинах (байесовский подход).

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Российский промысел краба-стригуна опилию в Баренцевом море начался в ОЧБМ в декабре 2013 г. и продолжался вплоть до 2016 г. В связи с изменением регулирования промысла на континентальном шельфе Российской Федерации в ОЧБМ, добыча краба-стригуна опилию в этом районе с 2017 по 2022 г. не осуществлялась. В 2019 г. были проведены аукционы по выделению инвестиционных квот на вылов крабов, в результате которых с 2020 г. в Баренцевом море резко увеличилось число крабодобывающих компаний и судов на промысле краба-стригуна опилию (*табл. 3*).

В 2025 г. отечественный промысел краба-стригуна опилию в Баренцевом море в ИЭЗ Российской Федерации был начат в январе и велся 15 судами, которые использовали только конусные ловушки. Стандартизированная производительность промысла, по сравнению с предыдущим годом, возросла на 14%.

С 2016 г. районы промысла краба-стригуна опилию локализуются в восточной части Баренцева моря между западной границей ОЧБМ и прибрежными районами архипелага Новая Земля.

Ширина карапакса (ШК) самцов в уловах в районе промысла краба-стригуна опилию в 2025 г. варьировала от 62 до 153 мм, при среднем размере – 105,3 мм. Доля промысловых самцов (с ШК более 100 мм) в общем улове самцов в период исследований изменялась от 72 до 85,3%, из них доля некондиционного краба составляла от 24 до 28%. За период наблюдения средний размер промысловых самцов изменялся в небольшом диапазоне: от 109,8 до 110,4 мм (*рис. 2*).

Таблица 3

Основные показатели российского промысла краба-стригуна опилио в Баренцевом море в 2013-2025 гг.

Период промысла		Акватория промысла, тыс. км ²	Кол-во		Производительность (CPUE), кг/ловушку (конусные ловушки)		Средний вылов на судосутки лова, т	Вылов / ОДУ, тыс. т
год	месяц		судов	поднятых ловушек, тыс. шт.	нестандартизированная	стандартизированная		
2014	4-12	60	12	788,7	5,55	11,26	3,53	4,104
2015	1-12	60	20	2894,7	2,98	6,80	2,77	8,895
2016	1-12	130	18	2581,5	2,48	5,60	7,53	7,699/1,6
2017	3-7, 11	67	10	91,7	21,86	13,32	9,57	7,840/7,87
2018	3-9, 11	51	11	410,8	18,04	11,42	9,19	9,728/9,84
2019	3-7, 11	76	10	496,4	20,14	14,34	11,4	9,778/9,84
2020	2-12	133	17	1022,9	13,80	11,70	9,12	13,202/13,25
2021	2-12	114	19	1181,5	12,94	9,90	9,42	14,513/14,575
2022	1-12	192	23	2265,9	7,05	7,65	6,24	15,847/15,9
2023	1-12	189	23	2107,1	6,27	5,71	5,93	13,654/15,9
2024	1-12	203	21	2232,3	6,13	5,72	6,41	11,729/15,9
2025	1-12	152	15	1738,3	7,40	6,53	7,79	12,627/15,9

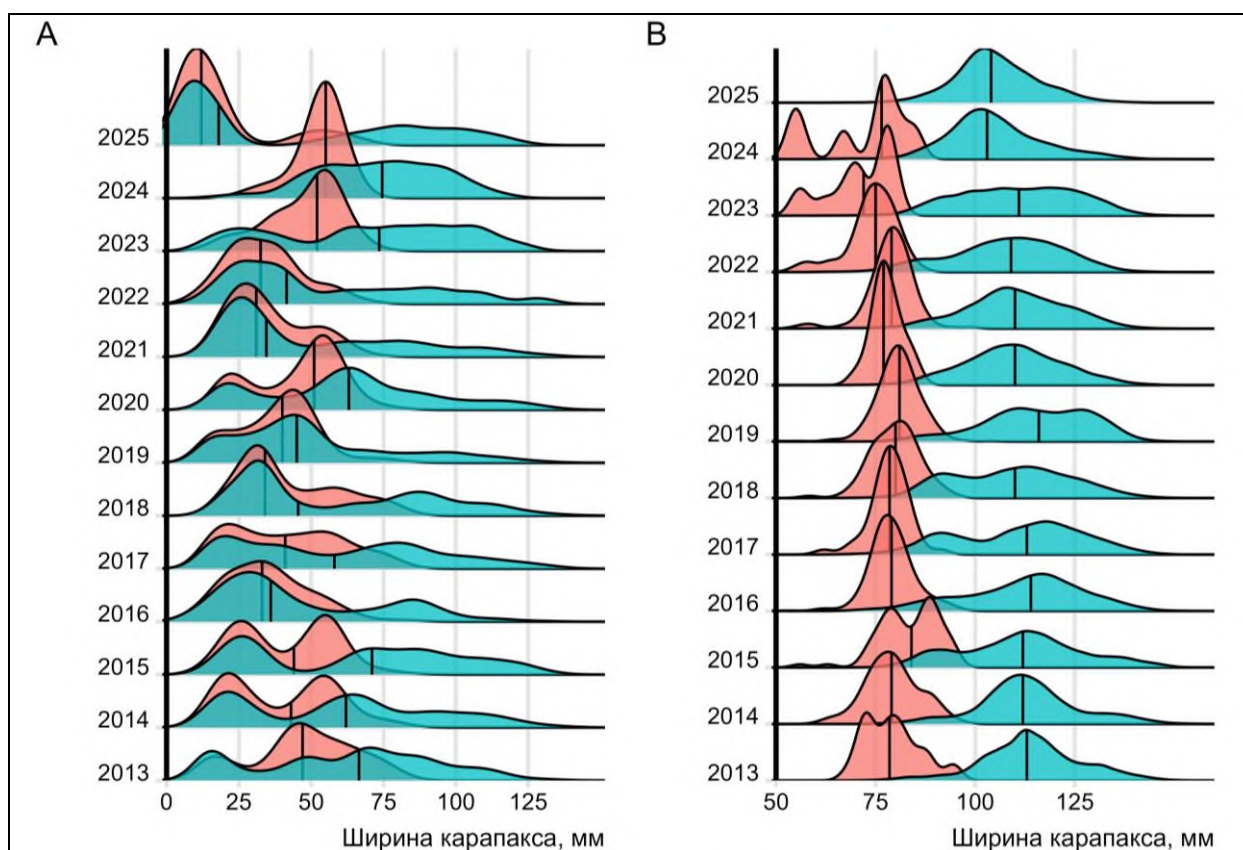


Рис. 2. Размерный состав самцов (бирюзовый цвет) и самок (розовый цвет) краба-стригуна опилио в Баренцевом море по результатам экосистемных съемок (А) и наблюдателей на промысле (В) в 2013-2025 гг. (черная линия – медиана).

По данным экосистемных траловых съемок, в баренцевоморской популяции краба-стригуна опилио регулярно наблюдаются высокоурожайные поколения, влияющие на общую динамику численности и величину промыслового запаса. По данным экосистемной съемки 2025 г., соотношение самцов и самок в уловах составило 1,1:1,0, что соответствует данным за прошлые годы. Средняя ШК всех самцов из траловых уловов

достигала 44,3 мм, а самцов промыслового размера – 108,7 мм. Доля промысловых самцов составила 13% от улова всех самцов.

Распределение размерного состава самцов краба-стригуна опилию из уловов в ходе промысла в 2013-2025 гг. имеет одно- или двухвершинный характер. В 2025 г. модальный размер составил 90-120 мм по ШК. На промысле краба-стригуна опилию средние значения прилова самок за последние пять лет изменялись в диапазоне от 0,03% в 2025 г. до 2% в 2022 г. Доля самцов непромыслового размера колебалась от 14% в 2022 г. до 32,6% в 2024 г. В 2025 г. прилов самцов непромыслового размера составил 27,9%. Селективность ловушечных исследований не позволяет объективно оценить многолетнюю перспективу пополнения промыслового запаса краба-стригуна опилию.

На основании данных исследований и результатов оценки по продукционной модели динамику запаса краба-стригуна опилию в ИЭЗ РФ можно условно разделить на четыре периода: низкой численности в 2005-2008 гг., ее активного увеличения в 2009-2019 гг., снижения с 2019 по 2021 гг. и стабилизации с 2022 по 2025 гг. В 2017-2024 гг. промысловая биомасса краба-стригуна опилию на акватории Баренцева моря (совокупно районы ОЧБМ и ИЭЗ РФ) оценивалась на уровне медианных значений – 400-600 тыс. т (рис. 3). В конце 2025 г. промысловую биомассу оценили на медианном уровне – 425 тыс. т, что примерно соответствует уровню предыдущего года.

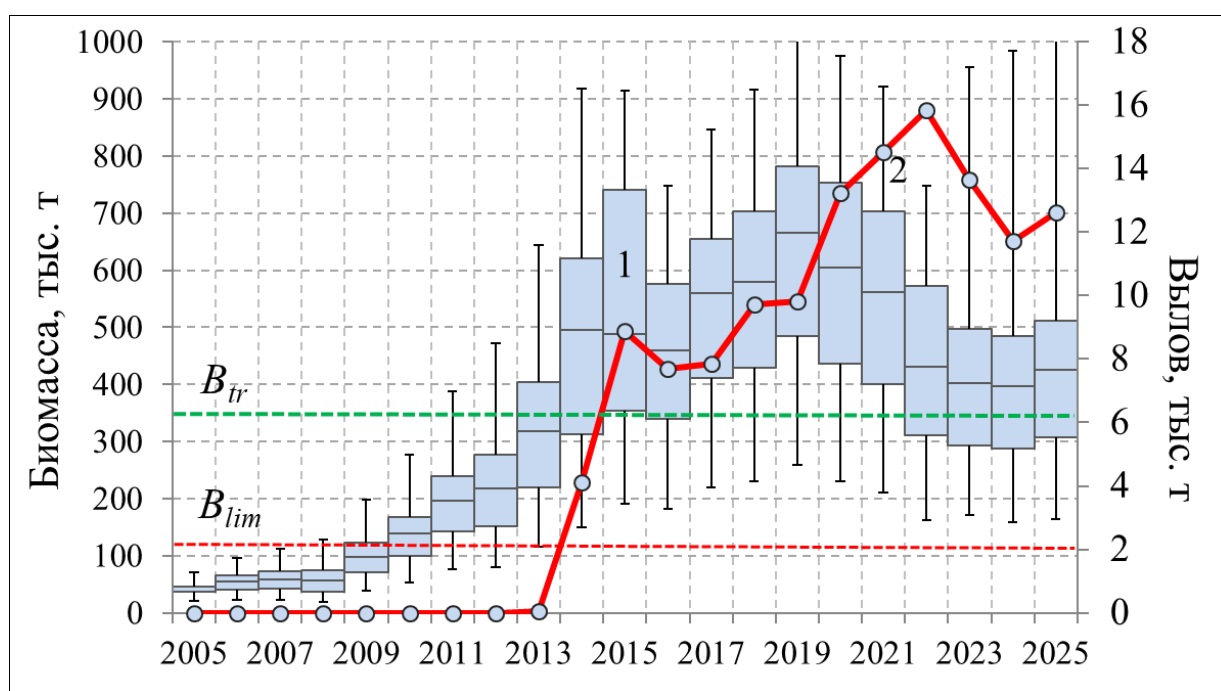


Рис. 3. Биомасса промыслового запаса: 1 – диапазон квартилей с медианой (планки погрешностей – 95%-ный доверительный интервал); 2 – вылов краба-стригуна опилию в ОЧБМ и ИЭЗ Российской Федерации в Баренцевом море в 2005-2025 гг.

Определение биологических ориентиров выполнено в 2018 г. в рамках оценки динамики запаса с использованием стохастической версии продукционной модели. Для оценки параметров применяли байесовский подход, при этом допускалось, что в настоящее время промысловый запас

краба-стригуна опилио в Баренцевом море находится выше уровня B_{MSY} , но ниже емкости среды K .

Граничный ориентир по биомассе (B_{lim}) составляет 107 тыс. т, целевой (B_{tr}) – 356 тыс. т. Целевой ориентир по коэффициенту эксплуатации (E_{tr}) не должен превышать 0,15.

Обоснование Правила регулирования промысла. В 2018 г. на основе ретроспективных данных с использованием стохастических версий продукционной модели было предложено и протестировано трехзональное ПРП, которое для практического применения может быть сформулировано в следующем виде (рис. 4):

1) уровень эксплуатации (доля изъятия E_t) устанавливается не выше целевого уровня эксплуатации ($E_{tr} = 0,15$) при промысловом запасе выше целевого ориентира по биомассе ($B_{tr} = 356$ тыс. т);

2) при промысловом запасе (B_t) выше граничного ориентира ($B_{lim} = 107$ тыс. т), но ниже целевого, уровень эксплуатации $E_t = E_{tr} \times (B_t - B_{lim}) / (B_{tr} - B_{lim})$;

3) при промысловом запасе ниже граничного ориентира уровень эксплуатации $E_t = 0$ (возможен только вылов в научных целях).

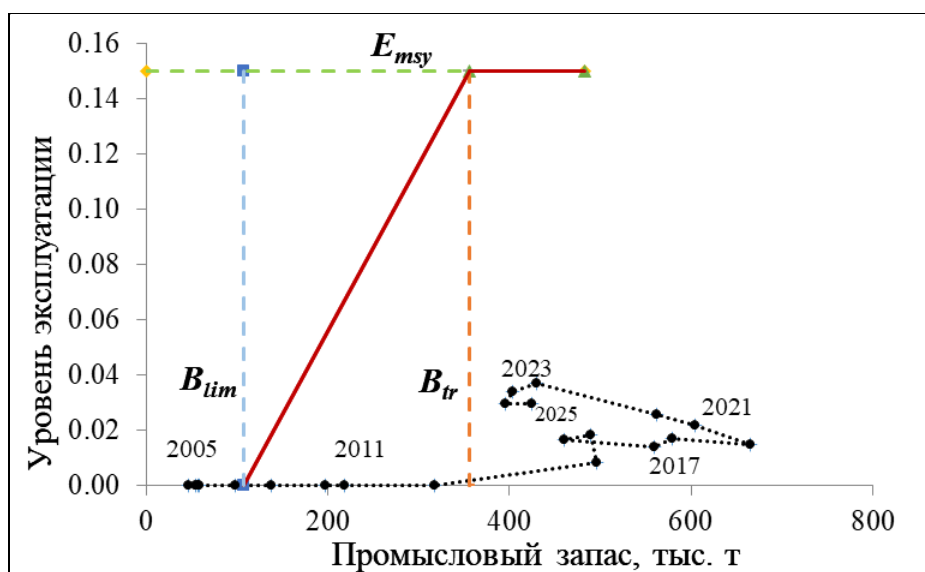


Рис. 4. Биомасса промыслового запаса и уровень эксплуатации запаса краба-стригуна опилио, а также ориентиры управления его запасом (B_{lim} , B_{tr} и E_{tr}) в Баренцевом море в 2005-2025 гг., основанные на оценке по продукционной модели.

Предельные уровни изменения ОДУ определяются в соответствии с методическими рекомендациями «Правил регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов», новая редакция которых вышла в 2023 г. и была закреплена Приказом ФГБНУ «ВНИРО» от 10.04.2023 № 81. При статусе запаса «стабильный», «неопределенный», «снижающийся» предельный уровень изменения ОДУ составляет $\pm 20\%$ от предыдущего года, при статусе запаса «растущий», «восстанавливающийся», «вводимый в промысел» – $+42\%$ от предыдущего года.

Прогнозирование состояния запаса. В настоящее время, учитывая отсутствие четких предикторов, для прогнозирования динамики запаса краба-стригуна опилио наиболее целесообразно использование результатов оценки динамики запаса в прогностические годы продукционной моделью.

Вылов на 2026-2027 гг. принимался равным ОДУ на 2025 г. (15,9 тыс. т), при этом прогнозируемая величина запаса в конце 2027 г. составила 449 тыс. т (табл. 4).

Таблица 4

Прогнозируемая биомасса промыслового запаса баренцевоморского краба-стригуна опилио (медианная оценка с 95%-ными доверительными границами) в конце 2025-2027 гг.

Уровень эксплуатации	Вылов, тыс. т	Год	Промысловый запас, тыс. т		
			2,5%	Медиана	97,5%
ОДУ ₂₀₂₅	12,7	2025	164	425	1066
ОДУ ₂₀₂₆	15,9	2026	121	438	968
ОДУ ₂₀₂₇	15,9	2027	72	449	989

Обоснование объема ОДУ. Промысловые показатели в 2025 г. (6,53 кг/ловушку) демонстрируют некоторый рост на акватории промысла по сравнению с уровнем 2024 г. (5,72 кг/ловушку), что может свидетельствовать о стабильном состоянии запаса или даже небольшом улучшении его состояния.

По результатам моделирования, в 2022-2025 гг. наблюдается стабилизация промыслового запаса, который оценивается на уровне около 420-450 тыс. т. Текущий уровень биомассы превышает целевой ориентир управления, однако, с учетом высокого уровня неопределенности предлагается сохранить величину изъятия в 2027 г. в таком же объеме, как и в 2022-2025 гг. – 15,900 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна опилио в Баренцевом море на 2027 г. в объеме 15,900 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов. Результаты расчетов показали, что продукционная модель удовлетворительно описывает исходные данные, однако, не способна фиксировать краткосрочные изменения в пополнении запаса. Оцениваемая биомасса находится выше уровня B_{tr} с 2014 г. Современная промысловая смертность краба-стригуна опилио оценивается ниже уровня E_{tr} . Согласно результатам риск-анализа, риск уменьшения биомассы запаса ниже уровня B_{lim} невелик даже при возможном годовом вылове на уровне E_{tr} (табл. 5).

Таблица 5

Риск-анализ превышения ориентиров управления при рекомендованной эксплуатации запаса краба-стригуна опилио на конец 2027 г.

Параметр риск-анализа	Величина риска, %
Уменьшение ниже B_{lim} ($0,3B_{MSY}$)	6,2
Уменьшение ниже B_{tr} (B_{MSY})	38,4
Превышение E_{tr}	8,2

Краб-стригун опилио (*Chionoecetes opilio*).

Карское море

Исполнитель: В.А. Павлов (ПИНРО)

Кураторы: Д.О. Сологуб, Е.В. Руднева (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Регулярные исследования запаса краба-стригуна опилио в Карском море не проводятся. Промысел этого объекта в данном регионе отсутствует и по 2025 г., включительно, не осуществлялся. Основная информация о распределении и биологии краба-стригуна опилио в Карском море получена в ходе комплексных съемок, выполненных на НИС «Профессор Леванидов» в сентябре 2019 г. и НИС «Профессор Бойко» в сентябре-октябре 2022 г. (рис. 1).

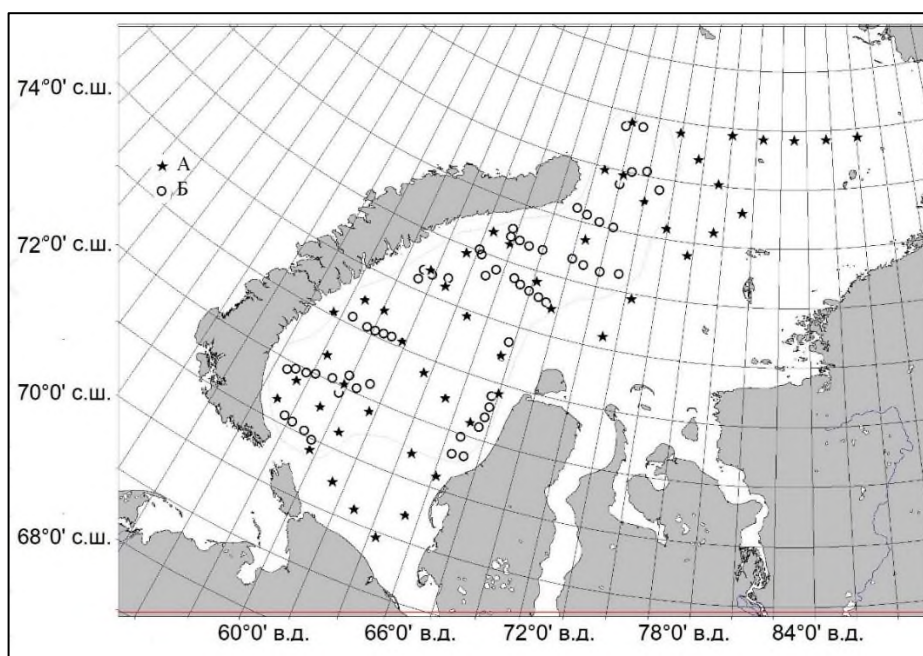


Рис. 1. Карта-схема траловых станций, выполненных в ходе съёмки краба-стригуна опилио на НИС «Профессор Леванидов» (А) в 2019 г. и НИС «Профессор Бойко» (Б) в 2022 г.

В 2019 г. в качестве орудия лова использовали донный трал ДТ-27.1/24.4 с горизонтальным раскрытием 17 м, вертикальным – 3 м, вставкой с размером ячеи 10 мм, оснащенный мягким грунтропом. Продолжительность учетных тралений составляла 15-30 мин., скорость – 3,0-3,5 узла. Траления вели на участках с глубинами от 20 до 450 м.

В 2022 г. в качестве учетного орудия лова использовали донный трал ДТ-чертеж 22М с горизонтальным раскрытием 12 м, вертикальным – 2 м, вставкой с ячеей размером 16 мм, оснащенный мягким грунтропом. Продолжительность учетных тралений составляла 15 мин., средняя скорость – 2,5 узла. Траления выполнялись на участках с глубинами от 27 до 361 м.

В рейсах 2019 и 2022 гг. были проанализированы уловы из 55 и 63 учетных тралений, соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика первичного материала по крабу-стригуну опилио, собранного в ходе съемок в Карском море в 2019 и 2022 гг.

Год	Судно, бортовой номер	Донный трал	Кол-во донных тралений	Кол-во тралов с уловом краба	Кол-во всех пойманных крабов, экз.	Кол-во самцов промыслового размера, экз.
2019	«Профессор Леванидов», МК-1902	ДТ-27.1/24.4	55	49	3141	69
2022	«Профессор Бойко», МК-0520	ДТ-чертеж 22М	63	61	13728	25

Сбор и обработку биологического материала в съемках выполняли в соответствии с методиками, принятыми в Полярном филиале ФГБНУ «ВНИРО». Биологический анализ краба-стригуна опилио включал в себя промеры ШК (в самой широкой части с точностью до 1 мм) и высоты клешни (с шипами) с точностью до 0,1 мм, взвешивание (с точностью до 1 г), определение пола, межлиночной категории, стадий зрелости икры у самок, состояния конечностей. К категории «промысловые особи» относили самцов с ШК 100 мм и более. Самцов по морфометрической зрелости разделяли на узкопалых (УПС) и широкопалых (ШПС).

В настоящее время уровень информационной обеспеченности, согласно приказу Росрыболовства Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, характеризуется как низкий (III), когда недостаточная полнота и/или качество доступной информации исключают использование моделей эксплуатируемого запаса. В связи с отсутствием долгосрочных исследований, а также промысла в 2025 г., имеющаяся доступная информация позволяет предположить, что состояние запаса краба-стригуна опилио в Карском море в 2025 г. находилось на уровне 2019-2022 гг.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Отсутствие временных рядов данных по исследовательским съемкам и промысловой статистике не позволяет использовать аналитические подходы к оценке запаса и ОДУ. Использование разных орудий лова в съемках в 2019 и 2022 гг. не позволяет достоверно оценить динамику индекса запаса в эти годы, однако, в сравнительных целях приводятся индексы биомассы общего и промыслового запасов, рассчитанные с использованием ГИС «КартМастер 4.1». Расчеты выполнены методом 2D-сплайна (без учета глубины) с дополнительным анализом методом Bootstrap с определением минимального, среднего и максимального индексов промыслового запаса. Использован коэффициент уловистости 0,6, принятый на Дальнем Востоке для трала ДТ-27.1/24.4 при съемках краба-стригуна опилио.

В настоящее время, учитывая неопределенный статус запаса и отсутствие четких предикторов, для прогнозирования динамики запаса краба-стригуна опилио предлагается использовать метод инерционного

прогнозирования, когда принимается, что величина промыслового запаса в 2026-2027 гг. сохранится на уровне 2019-2022 гг.

Ретроспективный анализ состояния запаса. Популяционная структура краба-стригуна опилио в Карском море до настоящего времени остается неясной. Вероятнее всего, особи этого вида, встречающиеся в Карском море, принадлежат к единой группировке, ядро которой находится в западно-центральной части Карского моря. В съемках 2019 и 2022 гг. краба-стригуна опилио регистрировали почти во всех траловых уловах (рис. 2).

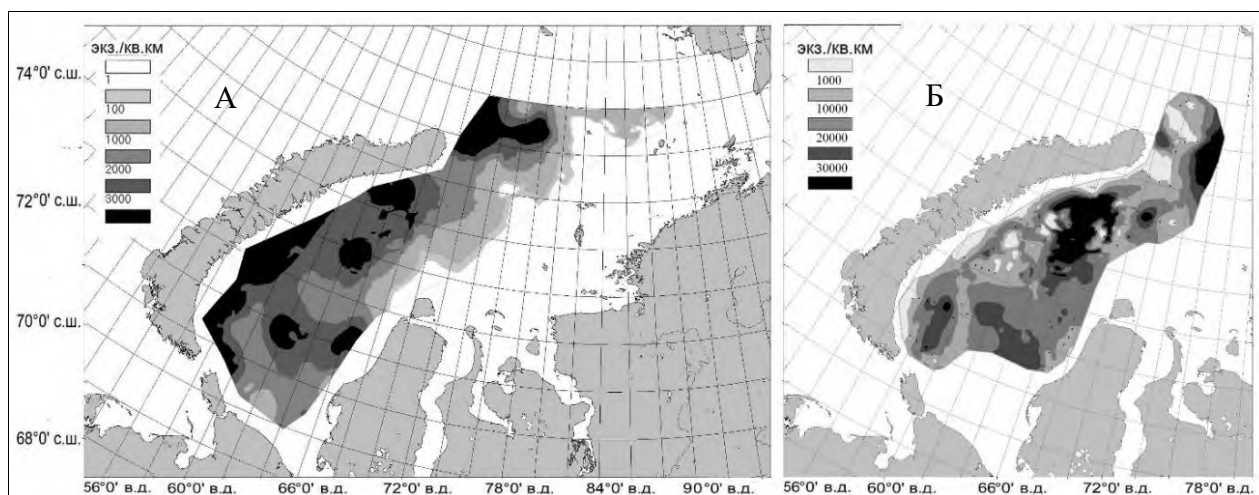


Рис. 2. Плотность распределения общего запаса краба-стригуна опилио в Карском море в сентябре 2019 г., по данным траловой съемки НИС «Профессор Леванидов» (А), и в сентябре-октябре 2022 г. по данным траловой съемки НИС «Профессор Бойко» (Б), экз./км².

Самцов промыслового размера как в 2019 г., так и в 2022 г., отмечали вблизи пролива Карские Ворота, а так же вблизи и восточнее мыса Желания (рис. 3). Икранные самки были обнаружены повсеместно в ходе двух исследовательских рейсов, за исключением крайних восточных точек.

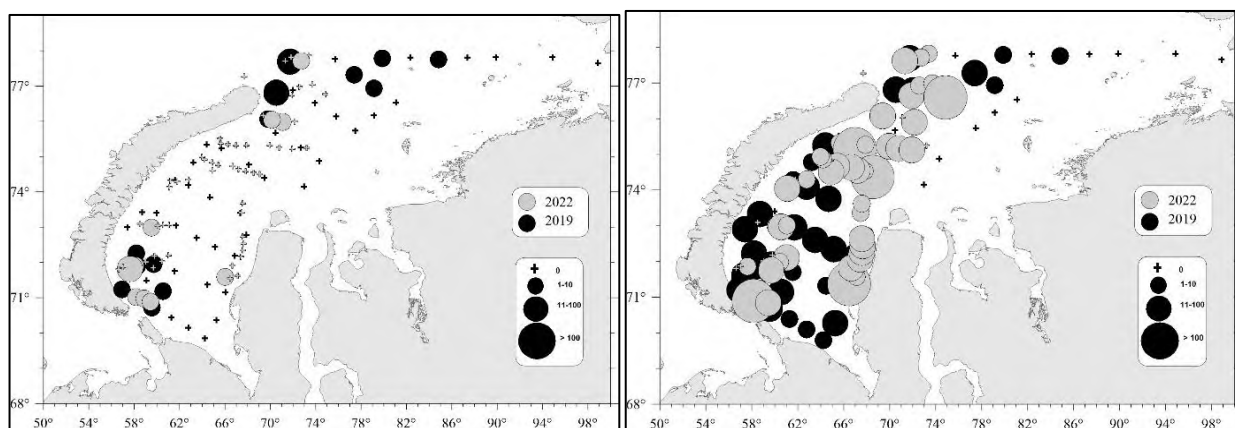


Рис. 3. Плотность распределения промысловых самцов (А) и самок с икрой (Б) краба-стригуна опилио в Карском море в сентябре 2019 г., по данным траловой съемки НИС «Профессор Леванидов» (черные точки), и в сентябре-октябре 2022 г. по данным траловой съемки НИС «Профессор Бойко» (серые точки), экз./км².

В 2022 г. в траловых уловах зарегистрированы самцы с ШК от 8 до 112

мм и самки с ШК от 5 до 87 мм. Средняя ШК самцов – 36 мм, самок – 31 мм. Самцы промысловых размеров составляли 0,45% от общей численности всех самцов.

В 2019 г. размерный состав самцов краба-стригуна опилио в уловах в Карском море имел бимодальное распределение ШК с пиками 21-25 и 60-80 мм (рис. 4), что указывает на существование двух многочисленных поколений. Наличие высокоурожайных поколений в популяции краба-стригуна опилио в Карском море позволяло ожидать дальнейшего увеличения численности промысловых самцов в этом регионе. Самцы, имевшие в 2019 г. размеры 46-55 мм по ШК, с учетом темпов роста, характерных для баренцевоморской и нативных популяций опилио, могли достигнуть промысловых размеров в 2022-2023 гг. Второе высокоурожайное поколение крабов, имевших в 2019 г. размеры 15-25 мм по ШК, пополнят промысловый запас, ориентировочно, в 2026-2028 гг.

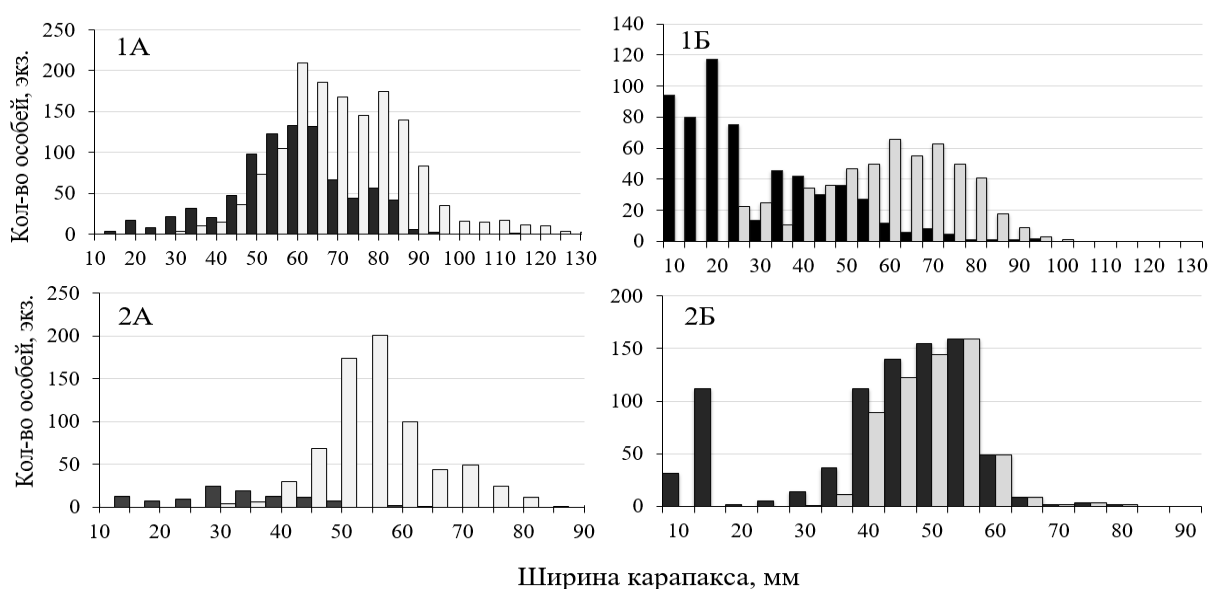


Рис. 4. Размерный состав самцов (1) (узкопалые самцы – темные столбики, широкопалые – светлые столбики) и самок (2) (самки с икрой – светлые столбики, самки без икры – темные столбики) краба-стригуна опилио из уловов в Карском море в сентябре 2019 г. (А) и сентябре-октябре 2022 г. (Б).

Уменьшение доли самцов промыслового размера от всех самцов в 2022 г., по сравнению с данными 2019 г., может быть связано со значительным увеличением доли молодежи в уловах.

В 2022 г. в размерном составе самцов краба-стригуна опилио из уловов в Карском море можно выделить особей двух урожайных поколений размерами 10-30 и 35-60 мм по ШК.

Оценка индекса общей численности краба-стригуна опилио в Карском море также позволяет рассчитывать на позитивную динамику промыслового запаса в ближайшей перспективе. Плотность промыслового запаса в 2022 г. незначительно увеличилась, однако, с учетом расчета индекса запаса на акватории, которая была исследована в 2022 г., индекс промысловый

численности снизился по сравнению с 2019 г. (табл. 2).

Таблица 2

Индекс численности самцов краба-стригуна опилио
в Карском море в 2019 и 2022 гг., млн экз.

Год	Площадь, тыс. км ²	Средняя плотность запаса, экз./км ²		Индекс общей численности млн экз.	Индекс промысловый численности млн экз.
		общая	промысловая		
2019	297,343	1864	19	554,416	5,913
2022	208,696	16362	20	3414,725	4,306

Определение биологических ориентиров. Отсутствие системы «запас-промысел», а также временных рядов наблюдений не позволяет оценить биологические ориентиры.

Обоснование Правила регулирования промысла (ПРП). ПРП краба-стригуна опилио Карского моря в настоящее время не существует, так как отсутствует система «запас-промысел». Статус запаса установлен как «вводимый в промысел».

Прогнозирование состояния запаса. Отсутствие аналитических моделей не позволяет количественно выполнить прогноз состояния запаса краба-стригуна опилио в Карском море в 2027 г. Расширение ареала краба-стригуна опилио в Карском море, обнаружение в уловах икраных самок и молоди обоих полов свидетельствуют о том, что этот вид-вселенец успешно адаптировался в новых для него районах. Вместе с тем, ввиду недостатка первичных биологических данных, спрогнозировать дальнейшее развитие запаса достаточно проблематично.

Обоснование объема ОДУ. По данным траловой съемки в Карском море на НИС «Профессор Бойко» в 2022 г., величина промыслового запаса краба-стригуна опилио оценивается в 4,306 млн экз., или при средней массе промыслового самца 501 г – 2,2 тыс. т. С учетом коэффициента уловистости трала, принятого на Дальнем Востоке (0,6), расчетная биомасса промыслового запаса может составить 3,70 тыс. т.

Акватория съемки в 2022 г. на 30% меньше акватории съемки, выполненной в 2019 г. Экстраполируя величину индекса численности, полученную на акваторию предыдущей съемки, расчетный индекс численности может составить $4,306 \times 1,3 = 5,597$ млн экз. Величина индекса численности в 2022 г. практически равна аналогичной, полученной в 2019 г. (5,913 млн экз.).

Существенная неопределенность в оценке запаса краба-стригуна опилио в Карском море и отсутствие истории его промысла в этих водах не позволяют судить о возможной реакции запаса на тот или иной уровень промысловой смертности. Доля промысловых самцов в Карском море, согласно последним исследованиям, очень мала, при этом нет сведений о том, что молодые крабы, наблюдаемые в съемке 2022 г., достигли промысловых размеров. Исходя из этого и с учетом практики промысла в Баренцевом море и на Дальнем Востоке, на основании предосторожного

подхода рекомендуется изъятие краба-стригуна опилио в Карском море на 2027 г. исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях в объеме 0,020 тыс. т.

Таким образом, рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна опилио в Карском море на 2027 г. в объеме 0,020 тыс. т исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.

Краб-стригун опилио (*Chionoecetes opilio*)

61.01 – зона Западно-Берингоморская

Исполнители: А.Н. Деминов, И.С. Черниенко (ТИНРО)
Куратор: Д.О. Алексеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Для оценки промыслового запаса краба-стригуна опилио и определения ОДУ на 2027 г. использованы данные учетной донной траловой съёмки, выполненной в Западно-Берингоморской зоне в июле-августе 2024 г. на НИС «Дмитрий Песков» и «ТИНРО», общее количество донных тралений составило 190. Площадь исследованной акватории Западно-Берингоморской зоны, на глубинах от 30 до 350 м, составила 164 тыс. км² (рис. 1).

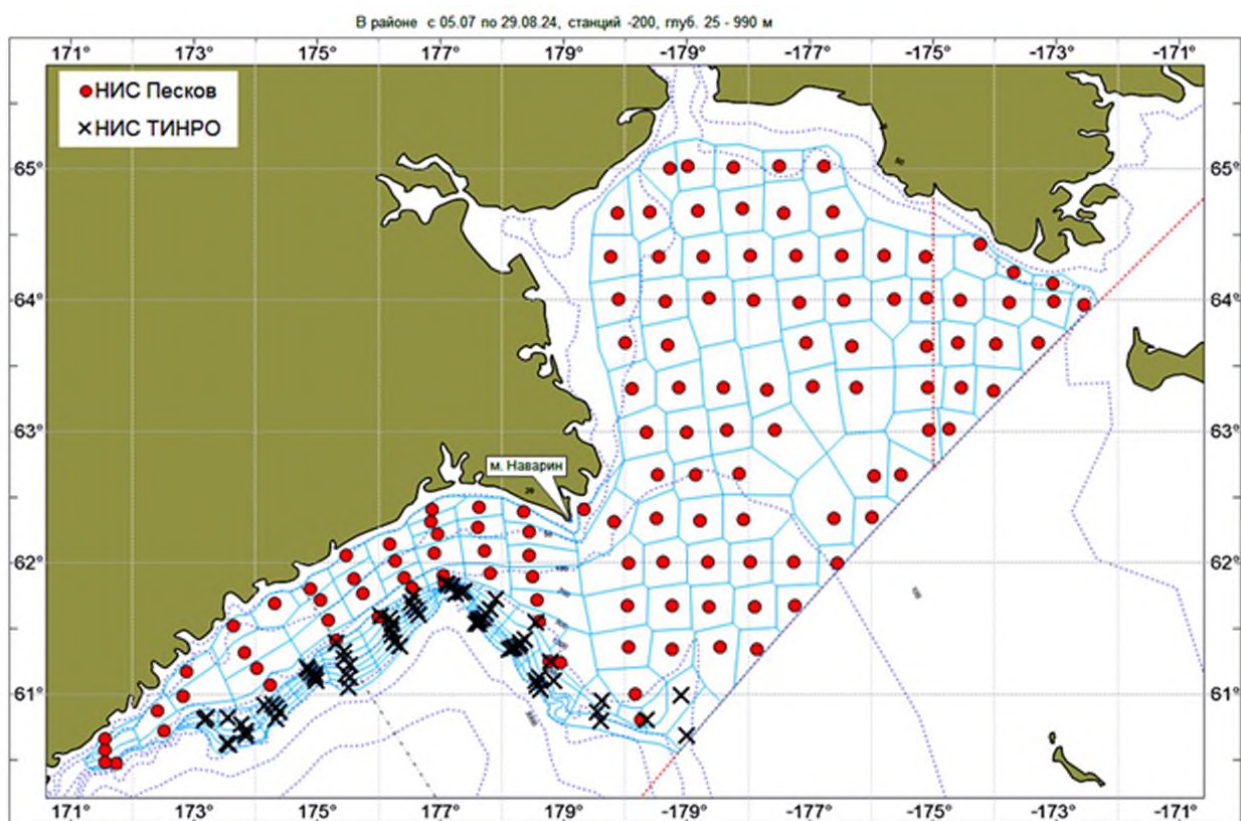


Рис. 1. Карта-схема района работ и траловых станций, выполненных на НИС «Дмитрий Песков» и НИС «ТИНРО» в Западно-Берингоморской зоне в июле-августе 2024 г.

Помимо данных этих съёмок, 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.

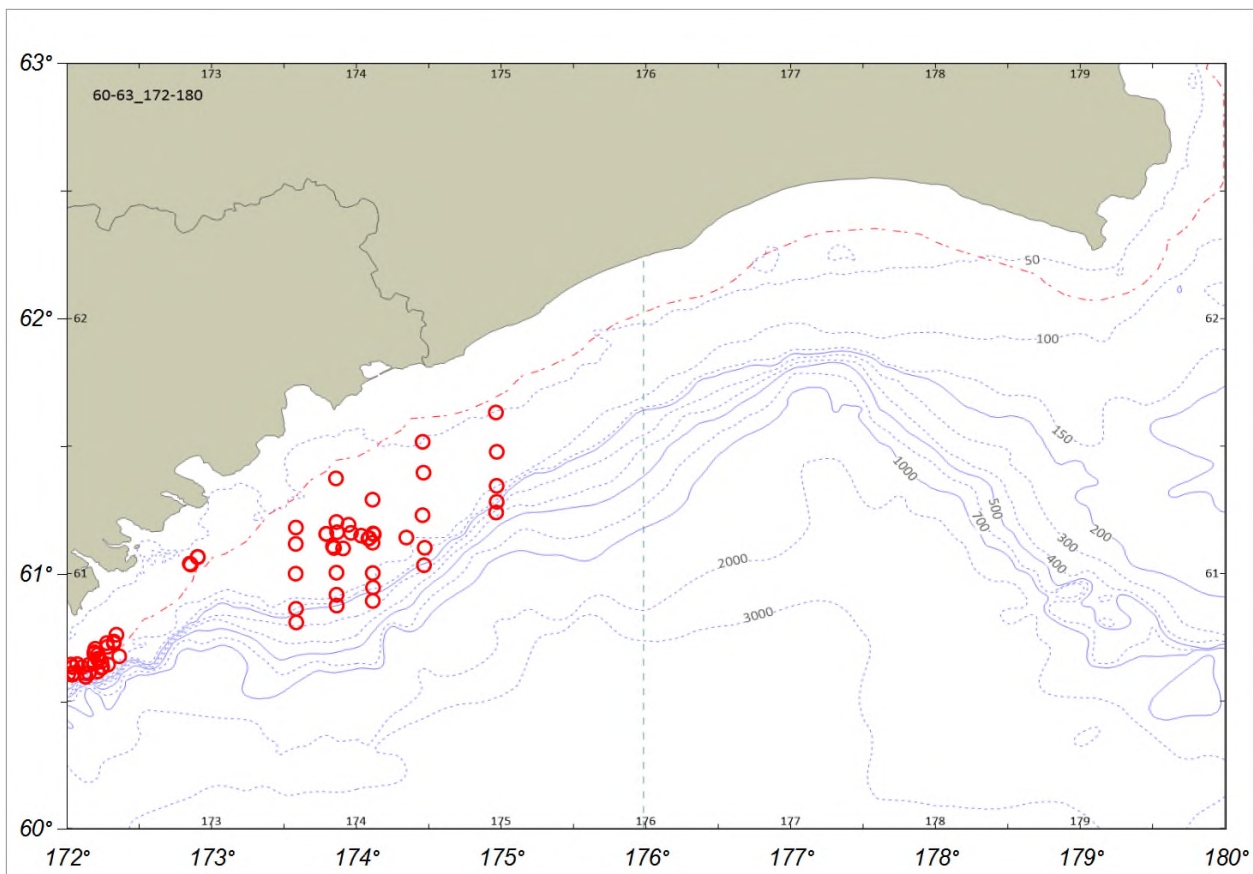


Рис. 2. Карта-схема района работ и ловушечных станций, выполненных на промысловых судах в Западно-Беринговоморской зоне в апреле-июне 2025 г.

В Западно-Беринговоморской зоне, на основании гидрологических и орографических особенностей, а также особенностей распределения промысловых видов крабов, выделялись следующие районы:

- Анадырский – с севера ограничен по $65^{\circ}30'$ с.ш., с юга – по $62^{\circ}39'$ с.ш, с востока ограничен разделительной линией рыболовных зон РФ и США, с запада проходит по траверзу м. Фаддея;

- Олюторско-Наваринский – с севера ограничен береговой линией, с запада и востока ограничен мысами Олюторский и м. Фаддея. Олюторско-Наваринский район подразделяется на 2 подрайона:

- участок между м. Фаддея ($62^{\circ}39'$ с.ш., $179^{\circ}37'$ в.д.) и $176^{\circ}00'$ в.д. (Наваринский п/р);

- участок между $176^{\circ}00'$ в.д. и м. Олюторский (Корякский п/р).

Траления выполнялись в светлое время суток стандартным донным тралом ДТ/ТВ 27,1/24,4 м, с ячеей 10 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, обеспечивающими 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 краба-стригуна опилио, как и прежде, принимали 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 – 20 м.

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, согласно Приложению 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. Район обитания краба-стригуна опилио в подзоне Западно-Берингоморской был охвачен неравномерно в разные годы промысла (рис. 3, 4).

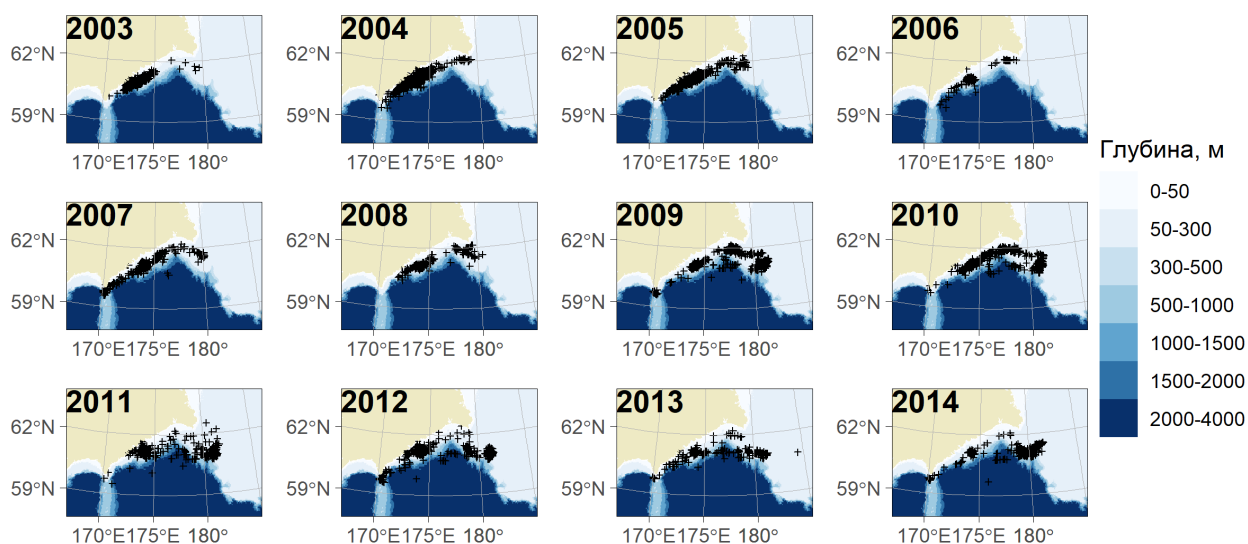


Рис. 3. Распределение промыслового усилия на промысле краба-стригуна опилио в 2003-2014 гг.

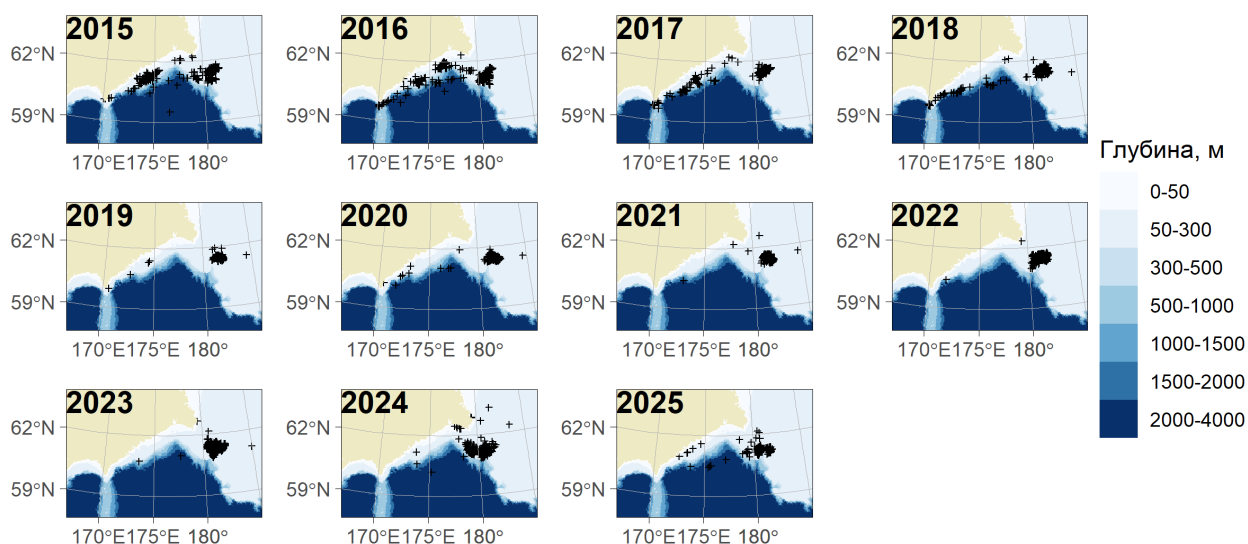


Рис. 4. Распределение промыслового усилия на промысле краба-стригуна опилио в 2015-2025 гг.

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.

Такой разброс факторов вносит дополнительную вариабельность в индекс обилия, поэтому необходимо применять процедуру стандартизации промыслового усилия [Баканев, 2019; Буяновский, 2019; Кулик, Варкентин, Ильин, 2020; Черниенко, 2021; Приказ Росрыболовства от 06.02.2015№ 104 (ред. от 04.04.2016)].

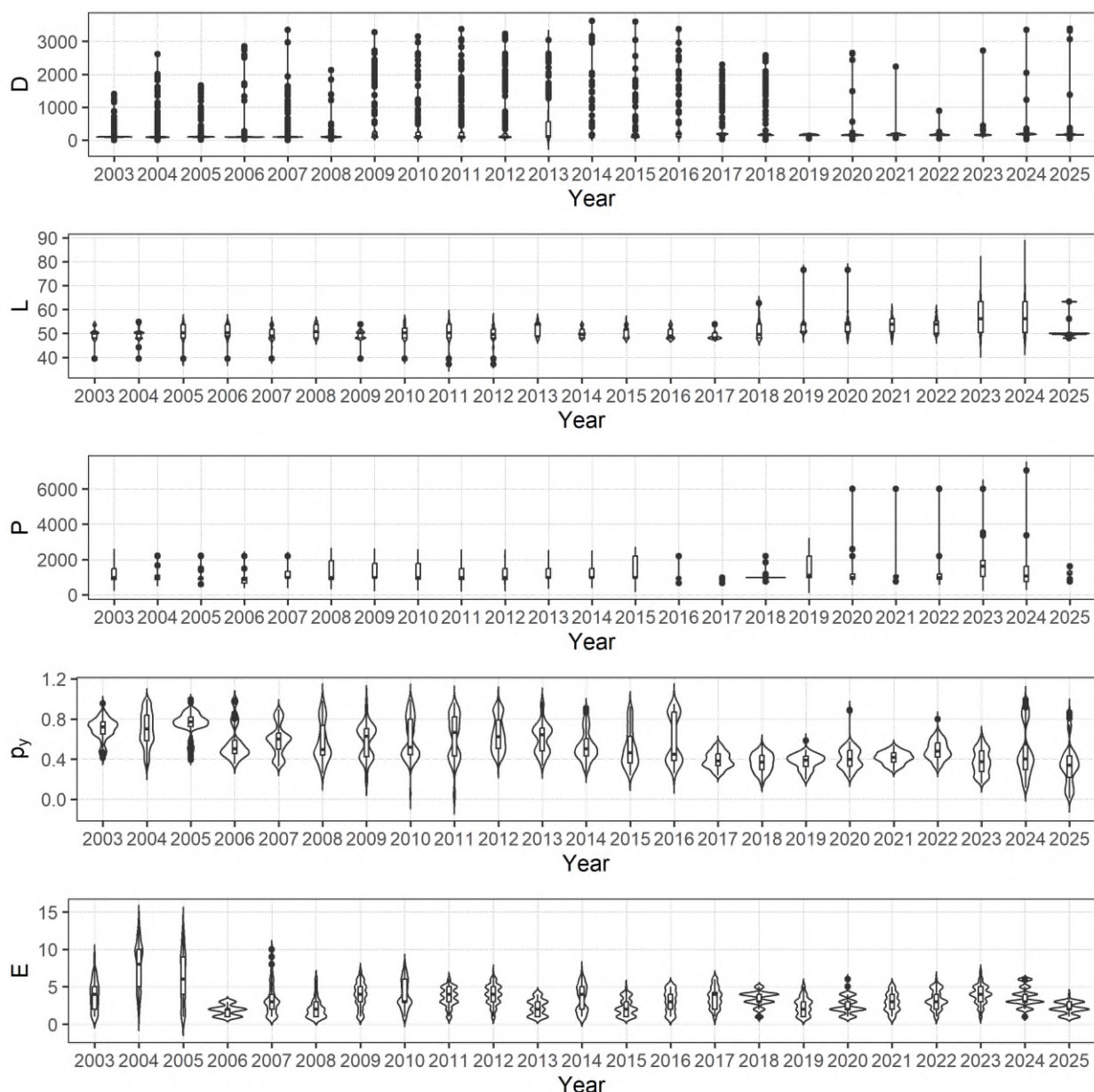


Рис. 5. Динамика значений природных и производственных факторов в 2003-2025 гг.

CPUE, catch per unit effort, рассматривался как один из индексов запаса. Рассмотрено 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 выполнялось 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 присоединялись данные о суточном промысловом усилии, то есть 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}	
Циклическая компонента 2	d_{cos}	
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 использовались 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:

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

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

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

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

$$д \quad CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_Y) + s(E) \quad (8)$$

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

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

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

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

$$к \quad CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + s(L) + s(E) \quad (13)$$

где $CPUE$ – математическое ожидание интенсивности промысла, s – тонкопленочный регрессионный сплайн (TPC) [Wood, 2003], te – тензорное произведение, f^Y – коэффициент для фактора года. 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, как по информационным критериям, так и по доле объясненной дисперсии показала модель (12) (табл. 2).

Таблица 2

Информационные критерии и объясненная дисперсия для моделей-кандидатов

		AIC	BIC	Var _{expl}
<i>a</i>	(4)	42250	42431	35,2%
<i>b</i>	(5)	42106	42316	36,1%
<i>v</i>	(6)	41032	41389	41,9%
<i>z</i>	(7)	40445	40818	44,7%
<i>δ</i>	(8)	40335	40728	45,2%
<i>e</i>	(9)	39975	40389	46,8%
<i>жс</i>	(10)	40414	40825	44,9%
<i>з</i>	(11)	40071	40487	46,4%
<i>и</i>	(12)	40008	40446	46,7%
<i>κ</i>	(13)	40241	40666	45,7%

Для стандартизации интенсивности промысла вычислялись 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	175,98
λ	6117
<i>D</i>	143
d_{sin}	0,017
d_{cos}	0,999
<i>P</i>	970
<i>E</i>	4

Номинальные и стандартизованные значения индексов, приведены на рисунке 6.

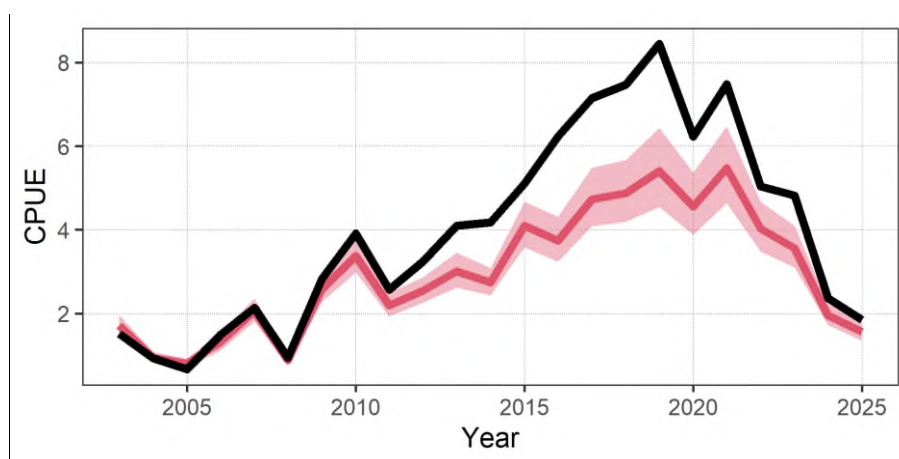


Рис. 6. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов промышленного усилия с доверительными интервалами (красная область).

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 производственными 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 [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, а также материалы промысловой статистики.

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, осуществлявших промысел краба-стригуна опилио в Западно-Беринговоморской зоне с 2014 по 2025 гг., приведены в *таблице 4*.

Таблица 4

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

Год	Количество судов	Вылов, т	Средний улов на судосутки, т	Количество судосуток
2014	11	2082,81	4,20	495
2015	8	1914,65	5,48	349
2016	9	2095,64	6,09	344
2017	9	2461,17	6,67	369
2018	12	2766,02	7,46	371
2019	6	1635,06	8,56	191
2020	11	1411,48	6,08	233
2021	8	1414,06	5,81	219
2022	8	1677,94	4,63	362
2023	19	2764,79	5,08	499
2024	12	1495,57	2,38	628
2025	10	559,0	1,863	300

В целом, промысел стригуна опилио в Западно-Беринговоморской зоне до 2023 г., как и у остальных промысловых видов крабов, проходил хорошо. В 2012 г. вылов краба на судосутки составлял 3,18 т, а затем постепенно увеличивался и в 2019 г. был максимальным за последние годы – 8,56 т. После 2019 г. началось снижение, и в 2022 г. вылов составил 4,63 т, в 2023 г. произошло небольшое увеличение – до 5,08 т. В 2024-2025 гг. вылов снизился до минимальных величин (*табл. 5*).

Таблица 5

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

Месяц	Количество судов	Вылов, т	Средний улов на судосутки, т	Количество судосуток
Январь	4	30,287	0,816	37
Февраль	6	26,508	1,060	25
Март	3	6,768	0,398	17
Апрель	3	95,516	1,675	57
Май	4	232,440	3,099	75
Июнь	2	99,744	1,918	52
Сентябрь	1	43,435	2,413	18
Октябрь	1	2,068	0,207	10
Ноябрь	2	22,24	2,471	9

В 2006-2008 гг. освоение ОДУ было низким – 12-44%. Далее процент освоения стал расти и, начиная с 2013 г., не опускался ниже 84%, а в 2023 г. освоение ОДУ достигло 98%. В 2023 г. произошло резкое увеличение количества судов на промысле – до 19 единиц, т.к. увеличился объём ОДУ. Однако, в 2024 и 2025 гг. произошло резкое недоосвоение квот, вылов составил всего 52 и 15%, соответственно, от рекомендованного ОДУ (ОДУ в 2024 г. – 2,840 тыс. т, в 2025 г. – 3,550 тыс. т). Динамика вылова и ОДУ в 2014-2025 гг. показана на рисунке 7.

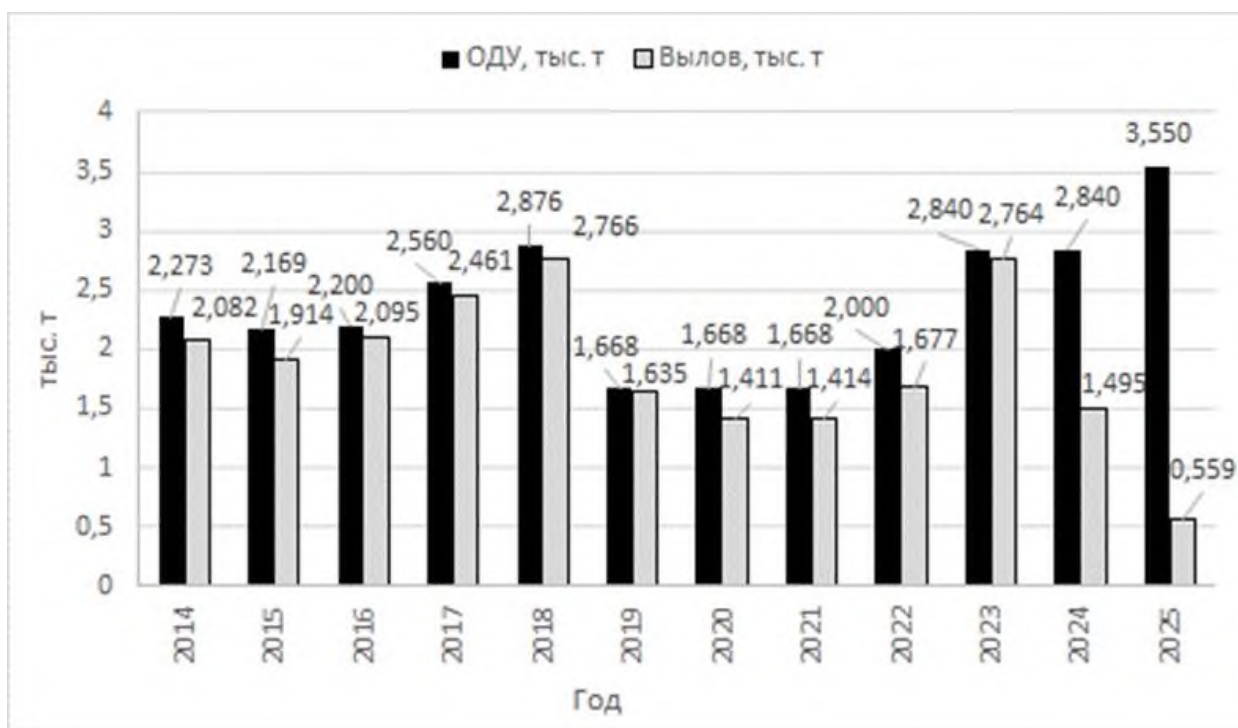


Рис. 7. ОДУ и вылов краба-стригуна опилю в Западно-Беринговоморской зоне в 2014-2025 гг.

Биологическое состояние и промыслово-статистические показатели (промысловое усилие экз./лов) краба-стригуна опилю свидетельствуют о неудовлетворительном состоянии его популяции в районе промысла. В основном районе промысла в Западно-Беринговоморской зоне в течение последних 2-х лет освоение ОДУ краба-стригуна опилю сохраняется на низком уровне.

В 2005 г. промысловый запас был оценен в 34,6 млн экз., в 2006-2007 гг. он снизился вдвое. После этого численность промысловых самцов увеличилась в 2008 г. до 34,1 млн экз., а в 2009 г. достигла пика – 85,2 млн экз. Увеличение запаса было связано с естественным пополнением промысловой части популяции многочисленными пререкрутами. В 2010 г. величина промыслового запаса снизилась до 37,011 млн экз., а в 2011 г. – до 14,6 млн экз. В 2012-2013 гг. численность промысловых самцов варьировала в пределах 19,0-17,2 млн экз., в 2014 г. она увеличилась до 22,5 млн экз. В 2015 г. она снова увеличилась – до 22,765 млн экз., в 2016 г. численность осталась, практически, на уровне 2015 г. – 22,364 млн экз. В 2017 г. численность промысловых самцов резко снизилась – до 13,9 млн экз.

Поскольку признаков заболевания крабов во время проведения исследований отмечено не было, естественная смертность не могла быть настолько большой, а браконьерство практически отсутствовало, то наиболее возможной причиной может быть некачественное выполнение донной съемки по стригуну опилио. Расчёт запаса промысловых самцов в 2018 и 2019 гг. был сделан с использованием конечно-разностной модели и составил 21,59 и 21,52 млн экз., соответственно. После этого численность промысловых самцов увеличилась в 2020 г. до 24,8 млн экз., а в 2021 г. достигла второго пика – 54,1 млн экз. Последняя траловая съемка проводилась в 2024 г., она показала снижение численности промысловых самцов в десятки раз, а в 2025 г. численность оказалась на самом низком уровне. По результатам ловушечной съемки 2025 г. численность промыслового запаса составила 1,370 млн экз. (0,82 тыс. т) (рис. 8).



Рис. 8. Динамика индекса промыслового запаса самцов краба-стригуна опилио в Анадырском заливе и на Корякском шельфе по данным учетных съемок в 1998-2025 гг.

По результатам учетной донной траловой съемки на СРТМ «Валерий Маслаков» в сентябре 2021 г. краб-стригун опилио был отмечен в уловах 82 тралений из 141 во всем обследованном диапазоне глубин от 20 до 370 м. За период исследований суммарный улов данного вида водных биоресурсов составил 7991 экз., в том числе 6210 самцов и 1781 самок.

Наиболее плотные скопления промысловых самцов краба-стригуна опилио (до 195,358 тыс. экз./кв. милю) в Западно-Беринговоморской зоне были отмечены в Наваринском подрайоне на границе исключительных экономических зон России и США, на акватории с координатами 61°02,0'–61°24,0' с.ш., 179°30,0'–178°46,0' з.д., на глубинах от 170 до 260 м (рис. 9). Другое скопление промысловых самцов краба-стригуна опилио в Наваринском подрайоне, плотностью до 14 тыс. экз./кв. милю, располагалось к северу от предыдущего скопления, на акватории с координатами 61°38,0'–61°53,0' с.ш., 178°55,0'–178°00,0' з.д., на глубинах от 120 до 145 м.

На большей части акватории Анадырского подрайона плотность

распределения промысловых самцов краба-стригуна опилио не превышала 1000 экз./кв. милю. Более плотные скопления промысловых самцов отмечены в северной и в южной частях Анадырского подрайона, где плотность скоплений достигала, соответственно, 3 тыс. экз./кв. милю и 10 тыс. экз./кв. милю.

В границах Корякского подрайона было обнаружено несколько отдельных скоплений промысловых самцов краба-стригуна опилио плотностью до 10 тыс. экз./кв. милю. Эти скопления располагались на шельфе, вдоль континентального склона на участках с координатами 172°55,0' в.д., 174°06,0' в.д., 174°50,0' в.д. и 175°50,0' в.д., на глубинах от 120 до 350 м. Наиболее плотные скопления промысловых самцов краба-стригуна опилио в границах Корякского подрайона обнаружены на участке с координатами 174°06,0' в.д., на глубине около 250 м (рис. 9).

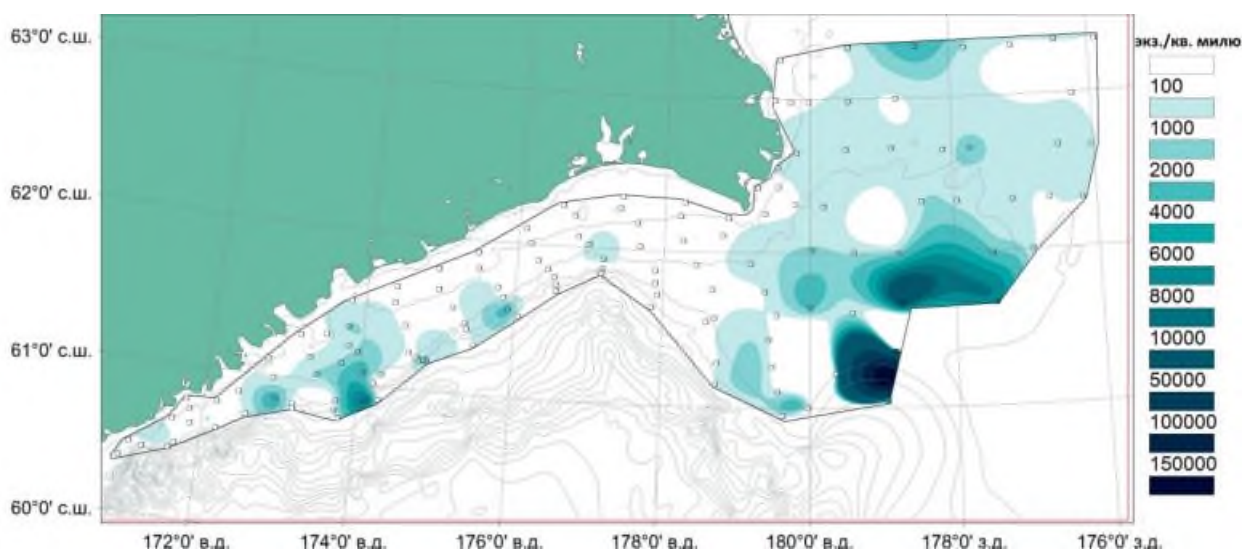


Рис. 9. Пространственное распределение промысловых самцов (ШК ≥ 100 мм) краба-стригуна опилио в Западно-Беринговоморской зоне по результатам учетной донной траловой съемки на СРТМ «Валерий Маслаков» в сентябре 2021 г.

В ходе донной траловой съемки в Анадырском заливе и на Корякском шельфе с 5 июля по 16 августа 2024 г. на НИС «Дмитрий Песков» было выполнено 129 станций на глубинах 26-282 м. Самцы промыслового размера встречались только на Корякском шельфе на 12 станциях, с плотностью распределения от 36 до 500 экз./км² (средняя плотность – 129,6 экз./км²), на площади 13,6 тыс. км². Максимальное обилие отмечено на свале глубин к югу от м. Наварин, в координатах 61°15' с.ш., 178°58' в.д., на глубине 225 м (рис. 10).

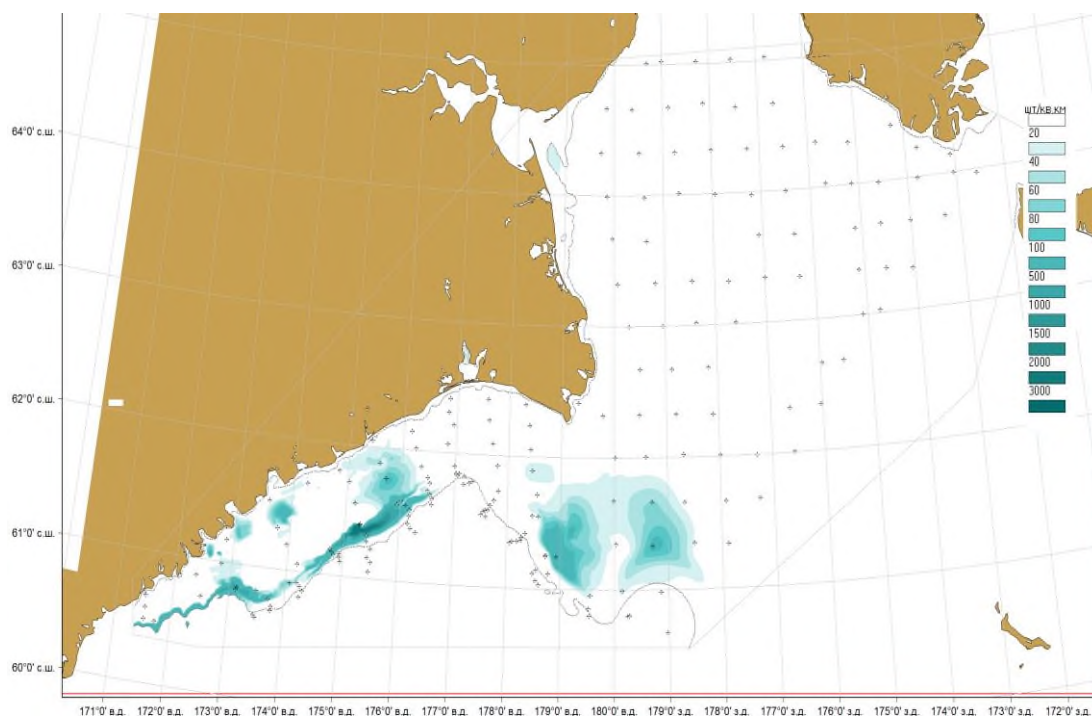


Рис. 10. Распределение (экз./км²) промысловых самцов краба-стригуна опилио в Анадырском заливе и на Корякском шельфе в июле-августе 2024 г.

В ходе ловушечной съемки, выполненной в апреле-июне 2025 г. на промысловых судах, было выставлено 105 промысловых порядков, условно названных научными учетными станциями, на глубинах от 50 до 397 м. Из них, 26 станций выполнены в режиме учетной научной съемки в районе от 173°35' до 175° в.д. На этих 26 учетных станциях порядки состояли из 30 ловушек. Самцы промыслового размера были отмечены на Корякском шельфе на 37 станциях. Уловы на усилие составляли до 23 экз./лов., плотность скоплений промысловых самцов достигала 1515 экз./км² (рис. 11).

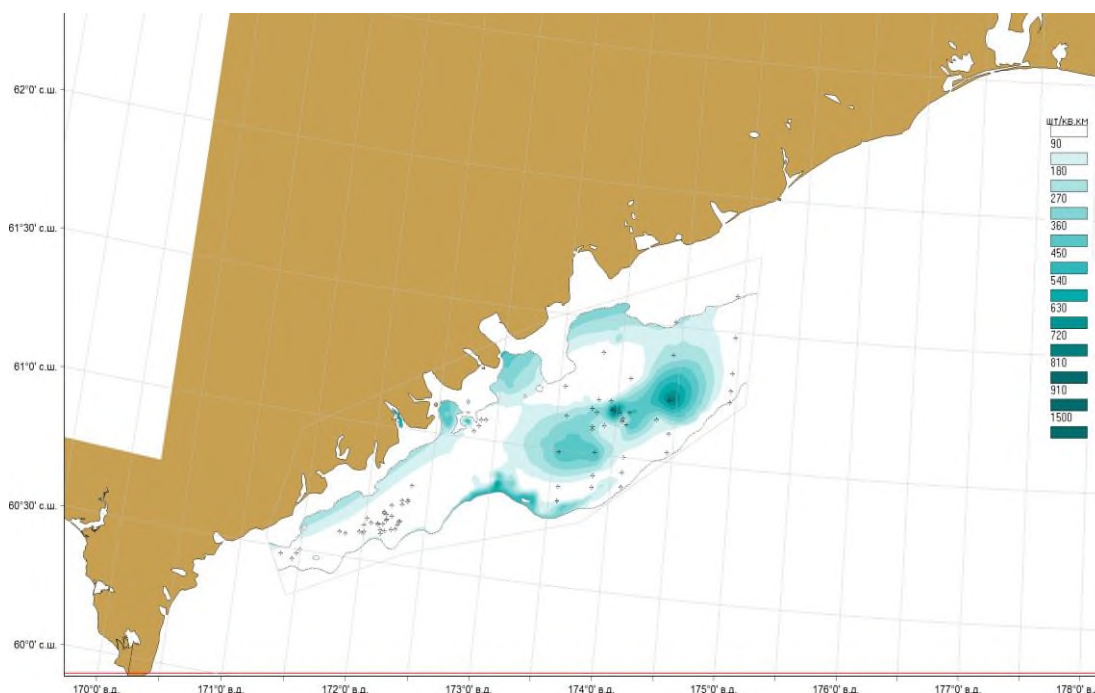


Рис. 11. Распределение (экз./км²) промысловых самцов краба-стригуна опилио на Корякском шельфе в апреле-июне 2025 г.

В ходе проведения донной траловой съемки в Западно-Беринговоморской зоне на СРТМ «Валерий Маслаков» в сентябре 2021 г. в траловых уловах отмечены самцы краба-стригуна опилио с ШК от 15 до 139 мм, средняя ШК самцов составила 83,2 мм (рис. 12). Доля промысловых самцов с ШК ≥ 100 мм в уловах составила 34,8% от общего количества самцов краба-стригуна опилио. Среди промысловых самцов преобладали особи с ШК 100-104 мм, средняя ШК промысловых самцов составила 108,3 мм. Наиболее крупные промысловые самцы отмечены в Корякском подрайоне, где средняя ШК промысловых особей составила 114,4 мм.

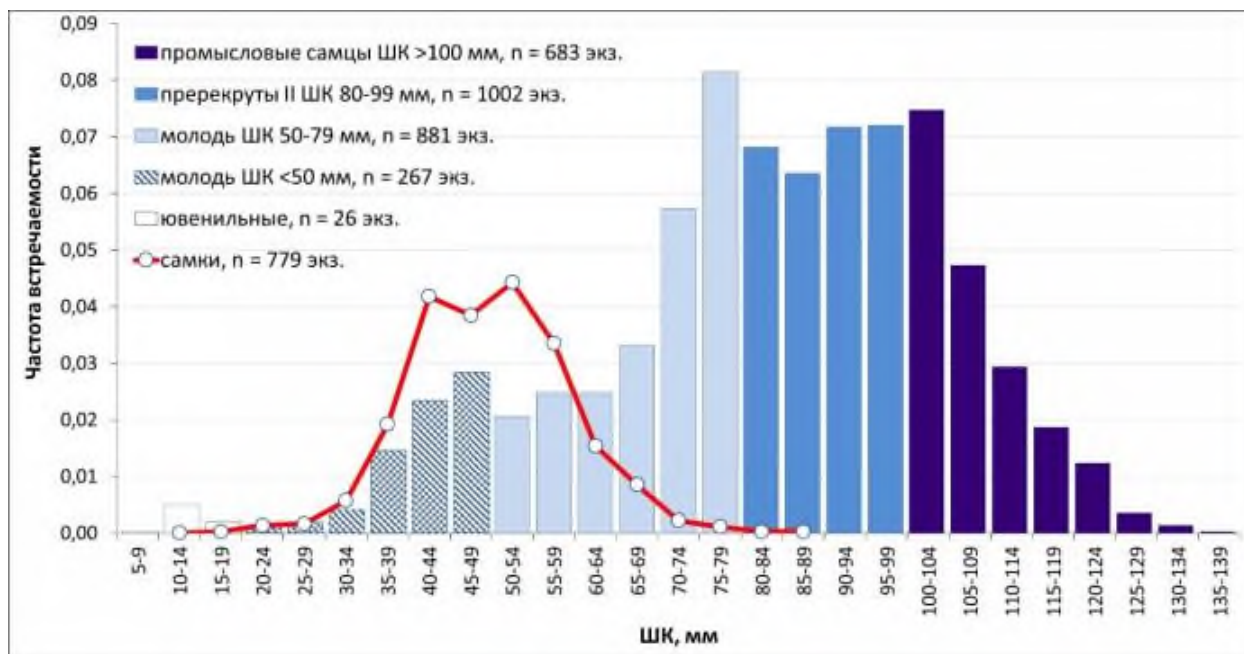


Рис. 12. Размерный состав краба-стригуна опилио в Западно-Беринговоморской зоне, по результатам учетной донной траловой съемки на СРТМ «Валерий Маслаков» в сентябре 2021 г.

В ходе рейса на НИС «Дмитрий Песков», с 5 июля по 16 августа 2024 г., был выполнен биологический анализ 3070 экз. краба-стригуна опилио. Размерный состав самцов был представлен особями с шириной карапакса 11-122 мм, средний размер составил $54,9 \pm 0,3$ мм, средний промысловый размер – $107,7 \pm 1,2$ мм, средний размер непромысловых самцов – $54,8 \pm 0,2$ мм. Доля самцов промыслового размера незначительная – 0,3%. Индивидуальная масса самцов варьировала в пределах 0,5-679 г и в среднем составила 70 г (для промысловых самцов – 469 г, для непромысловых – 69 г) (рис. 13).

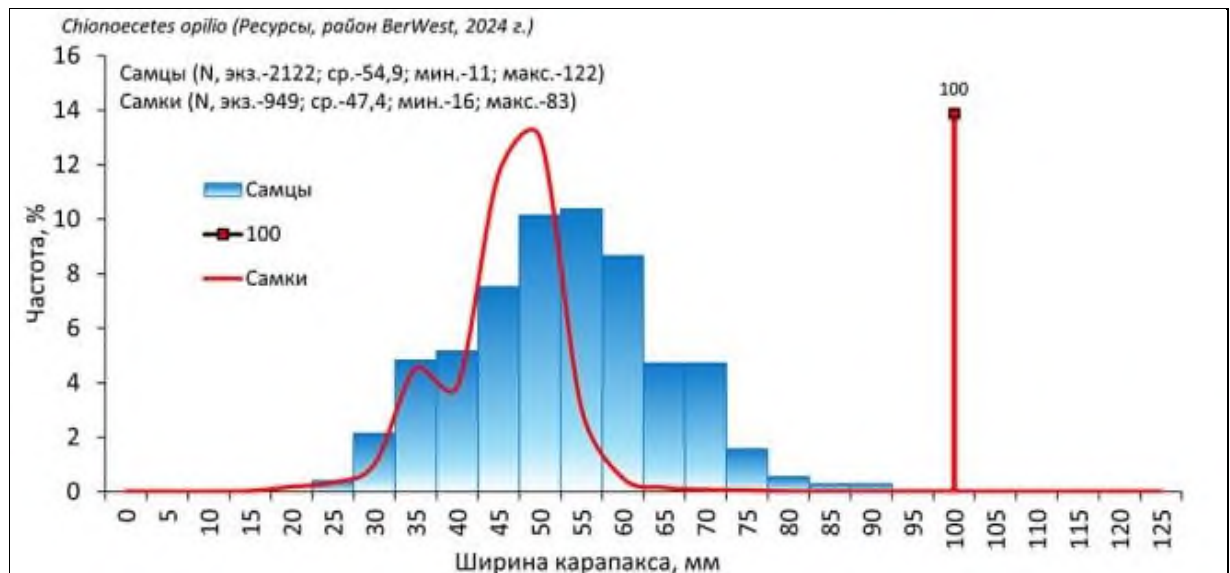


Рис. 13. Размерный состав краба-стригуна опилио в Западно-Беринговоморской зоне, по результатам учетной донной траловой съемки на НИС «Дмитрий Песков» в июле-августе 2024 г.

В ходе ловушечной съемки 2025 г. был проведен биологический анализ 561 экз. краба-стригуна опилио. Размеры самцов (доля 100%) варьировали в пределах 66-138 мм, средний размер составил 102,5 мм. Среди самцов особи промыслового размера составили 59,3% по численности и 76% по биомассе. Индивидуальная масса промысловых самцов колебалась в пределах 371-989 г, составив в среднем 548 г. Средняя ширина карапакса промысловых самцов была равна 113,0 мм (доля – 59%), непромысловых – 87,2 мм (доля – 41%). При этом выделялись несколько возрастных групп, одна из которых принадлежит к молодежи с ШК менее 80 мм (9,6%), вторая – к пререкрутам II-ого порядка с ШК от 80 до 89 мм (13%), третья группа – к пререкрутам I-ого порядка с ШК от 90 до 99 мм (18%), четвертая группа – к промысловым самцам с ШК от 100 мм до 120 мм (55%) (рис. 14).

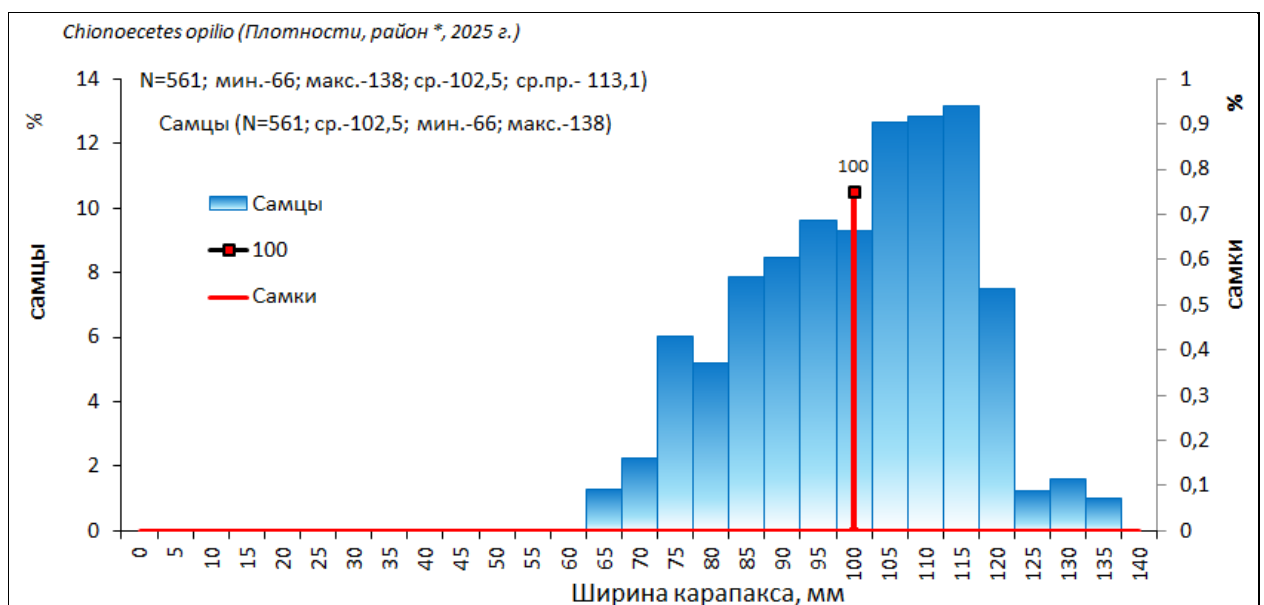


Рис. 14. Размерный состав уловов краба-стригуна опилио в Западно-Беринговоморской зоне, по результатам ловушечной съемки на промысловых судах в апреле-июне 2025 г.

Определение биологических ориентиров. В качестве целевого ориентира по вылову (B_{tr}) использована величина 10,99 тыс. т. В качестве граничного ориентира (B_{lim}) установлена величина в 4,07 тыс. т, целевой ориентир по промысловому изъятию – 24% (табл. 6).

Таблица 6

Биологические ориентиры для краба-стригуна опилио
в зоне Западно-Беринговоморской (биомасса в тыс. т)

B_{lim}	B_{tr}	u_0	u_{tr}	u_{lim}
4,07	10,99	0%	24%	40%

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, $B_t > B_{tr}$: $F_{rec} = const = F_{tr}$.

Согласно построенного ПРП, состояние запаса требует рекомендовать его эксплуатацию в режиме восстановления запаса, так как оценка запаса на 2027 г. находится ниже целевого ориентира по биомассе. Согласно ПРП, доля изъятия краба-стригуна опилио в зоне Западно-Беринговоморской составит 21,84% (рис. 15).

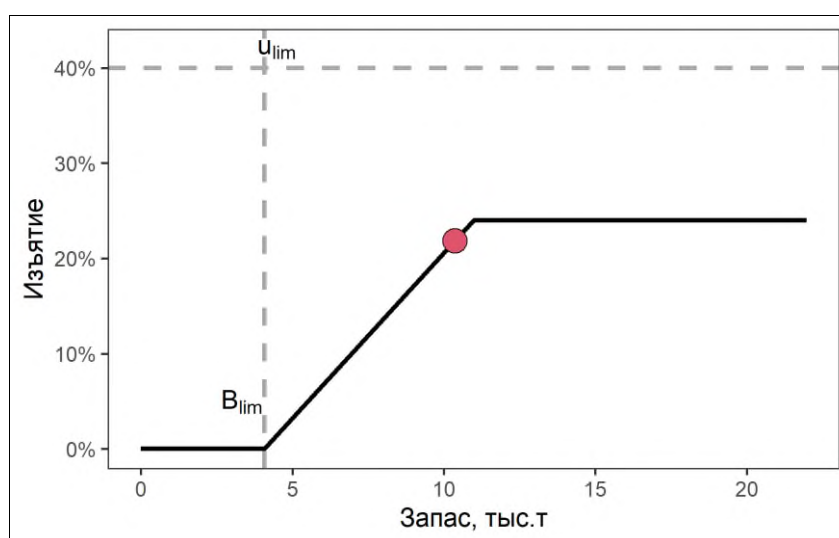


Рис. 15. Графическое представление ПРП для краба-стригуна опилио зоны Западно-Беринговоморской.

Прогноз состояния промыслового запаса. Оценка запаса краба-стригуна опилио в Западно-Беринговоморской зоне в 2025 г., полученная по результатам моделирования, находится в 95% доверительном интервале 9,65-11,42 тыс. т (17,54-20,76 млн экз.), в среднем – 10,53 тыс. т (19,15 млн экз.). Оценка ожидаемой в 2027 г. величины запаса находится в доверительном интервале 9,27-11,46 тыс. т (16,86-20,84 млн экз.), в среднем – 10,37 тыс. т (18,85 млн экз.) (рис. 16).

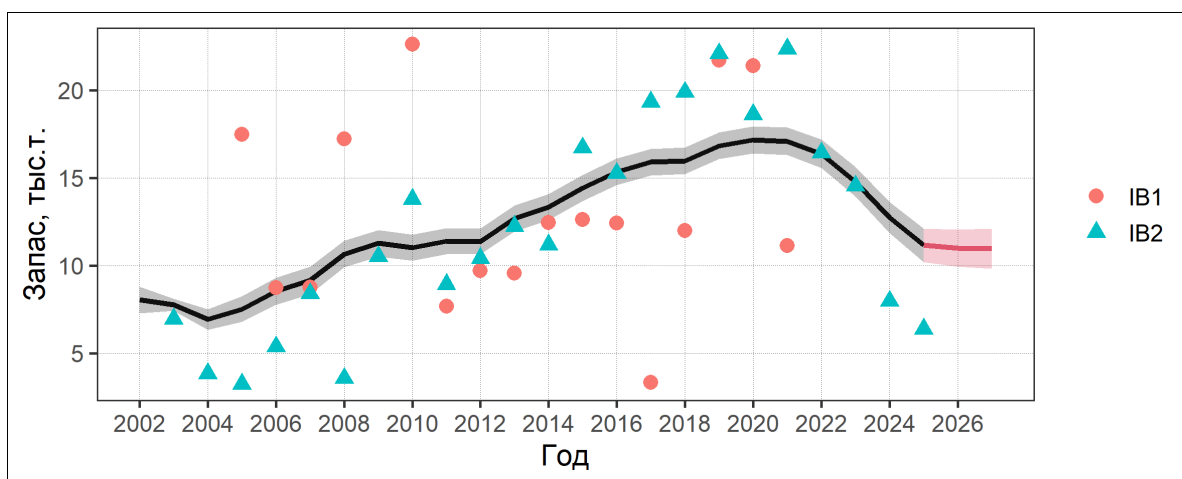


Рис. 16. Динамика промысловой биомассы. IB1 – оценки запаса по данным учетных съемок, IB2 – интенсивность промысла по данным промысловой статистики.

Определение ОДУ. Рассчитанная в соответствии с приведенным на рисунке 15 ПРП и ориентирами управления, при доле изъятия, равной 21,84% промыслового запаса, величина изъятия краба-стригуна опилио в 2027 г. может составить 2,26 тыс. т (4,12 млн экз.).

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна опилио в Западно-Беринговоморской зоне на 2027 г. в объеме 2,260 тыс. т.**

Диагностика полученных результатов. Ожидаемая в 2027 г. величина запаса демонстрирует довольно высокую неопределенность, однако, риск достижения биомассой граничного ориентира отсутствует (рис. 17).

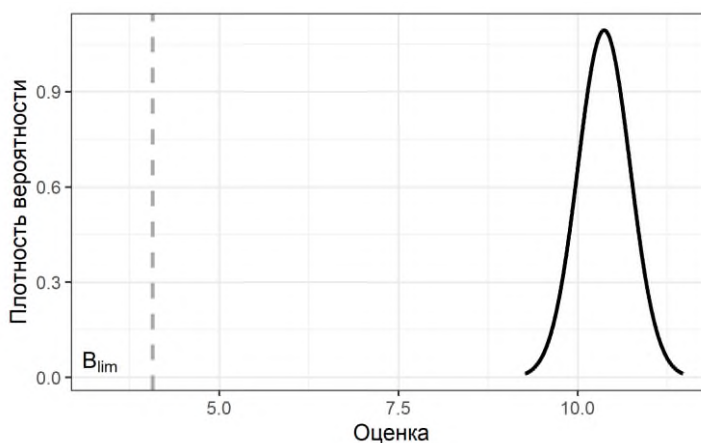


Рис. 17. Распределение вероятности достижения граничного ориентира для ожидаемой биомассы запаса краба-стригуна опилио Западно-Беринговоморской зоны в 2027 г.

Краб-стригун опилио (*Chionoecetes opilio*)

61.02 – зона Восточно-Камчатская

61.02.1 – подзона Карагинская

Исполнители: П.Ю. Иванов, А.И. Варкентин (КамчатНИРО)

Куратор: Д.О. Алексеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Осенью 2021 г. донная траловая съемка проводилась на СРТМ «Валерий Маслаков» (ООО «Антей»), в ходе которой было выполнено 76 контрольных тралений на глубинах 26-370 м. Исследованиями была охвачена акватория площадью около 17,5 тыс. км² (рис. 1А); биологическому анализу подвергнуто 4164 экз. краба-стригуна опилио.

В 2022-2023 и 2025 гг. исследования, направленные на оценку состояния популяции крабов-стригунов в Карагинской подзоне, не проводились.

Последние учетные работы по оценке состояния популяции крабов-стригунов в Карагинской подзоне – донная траловая съемка на НИС «Дмитрий Песков» (Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)) в августе 2024 г., в ходе которой было выполнено 68 контрольных тралений на глубинах 13-259 м. Исследованиями была охвачена акватория площадью около 16,0 тыс. км² (рис. 1Б); биологическому анализу подвергнуто 1173 экз. краба-стригуна опилио.

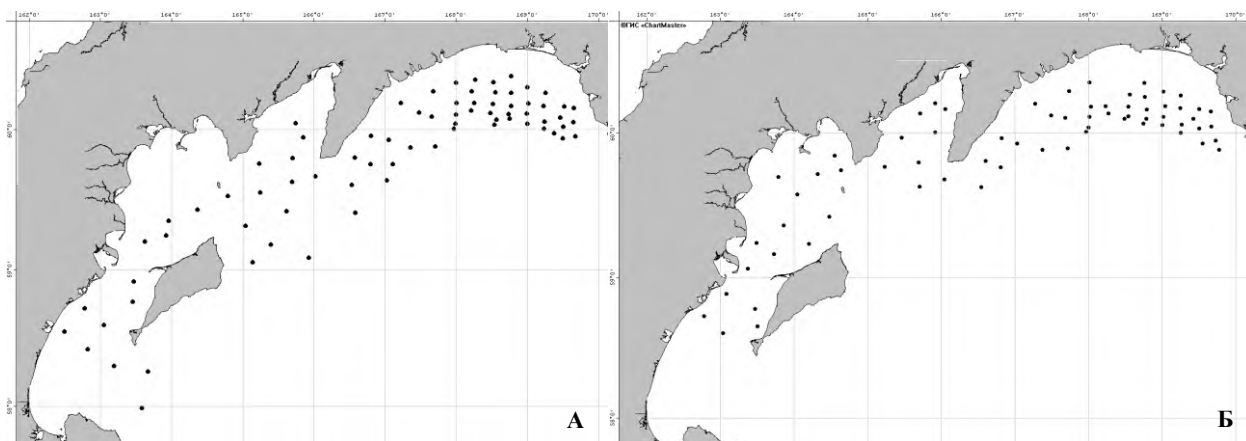


Рис. 1. Карта-схема контрольных траловых станций в Карагинской подзоне, выполненных на СРТМ «Валерий Маслаков» в 2021 г. (А) и НИС «Дмитрий Песков» в 2024 г. (Б).

При проведении съемок использовали учетный донный трал № 27,1/24,4 м с горизонтальным раскрытием 16 м. При расчете численности в программе «КартМастер» коэффициент уловистости трала для крабов-стригунов, как и прежде, принимали равным 0,6.

В мае 2025 г. получен материал, собранный специалистами ФГБНУ «ВНИРО» в режиме мониторинга промысла крабов-стригунов в Олюторском

заливе. Проанализирован улов 66 ловушек из 8 порядков, биологическому анализу подвергнуто 300 экз. самцов краба-стригуна опилио.

Для ретроспективного анализа состояния запаса использованы многолетние (2010-2020 гг.) данные учетных донных траловых и ловушечных съемок, а также материалы, собранные в отдельные годы на промысловых судах в режиме мониторинга промысла краба-стригуна.

Анализ промысла выполнен по данным 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].

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

Особенностями промысла краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне являлись систематические перевозки уловов в соседний промысловый район (зона 61.01– Западно-Берингоморская) и подмена вылова одного вида краба-стригуна другим, которые в отдельные годы носили массовый характер. К настоящему времени получены оценки реального вылова, сведения о фактических уловах на единицу усилия, однако, неопределенности в оценках вылова и уловов на усилие остаются.

В соответствии с приказом Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, минимальными требованиями к составу информации для I уровня являются: сведения о вылове по функциональным группам и годам промысла, данные о средней массе, мгновенных коэффициентах естественной смертности по функциональным 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.

Главным образом из-за того, что не удается проводить регулярные исследования на промысловых судах, в настоящее время отсутствуют ежегодные данные о вылове крабов по функциональным группам и годам промысла, поэтому когортные модели в отношении этого запаса неприменимы.

Согласно вышеуказанному приказу, минимальные требования к составу информации для II уровня – исторические ряды вылова и уловов на единицу промыслового усилия. Такие данные для краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне имеются с 2008 г. Для применения моделей прибавочной продукции необходимо также соблюдение важного условия – улов на усилие должен быть отрицательно связан с количеством усилий. Такая связь существует, но достаточно слабая, поэтому производственные модели также неприменимы.

Входной информацией для использования DLM методов являются сведения о вылове и индексе запаса по годам. Наиболее достоверные данные в нашем распоряжении есть с 2008 г. Следует отметить, что наравне с когортными и продукционными моделями, эти методы рекомендованы для оценки запасов приоритетных видов отечественного рыболовства [Методические рекомендации, 2018]. Они широко применяются в мировой практике (примерно 80% запасов в мире оценивается с использованием DLM методов).

Учитывая вышеизложенное, можно считать, что структура и качество доступного информационного обеспечения для данного запаса в наибольшей степени соответствуют III уровню (прил. 1 к приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.).

Обоснование выбора методов оценки запаса. Согласно вышеупомянутому приказу, «недостаточная полнота и/или качество доступной информации исключает использование моделей эксплуатируемого запаса. Обоснование строится на эмпирических, трендовых, индикаторных и других приближенных методах, применяемых в случае дефицита информации».

Для оценки запасов с III уровнем информационного обеспечения рекомендовано использовать, так называемые, немодельные методы, объединенные в категорию DLM [Бабаян и др., 2018].

Для определения ОДУ краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне используется метод Iratio (Mean Index Ratio) [Jardim et al., 2015; ICES, 2012].

Согласно этому методу ОДУ рассчитывается как:

$O_{DU_y} = \alpha C_{y-1}$, где C_{y-1} – улов за предыдущий год, а α – отношение среднего индекса за последние два года временного ряда к среднему индексу за 3-5 лет до текущего времени (базовые годы указываются в качестве аргумента $_{yrs}$).

При реализации всех немодельных методов предполагается, что статистика вылова содержит в себе ошибки, распределенные по лог-нормальному закону: $\varepsilon_y^C \sim N(\mu, \sigma_C^2)$, где μ – среднее значение, σ_C – стандартное отклонение логарифмированных значений остатков.

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

$$C_y = TAC_y e^{\varepsilon_y^C - \frac{\sigma_C^2}{2}}$$

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

Входной информацией для данного метода являются сведения о вылове по годам и индексе состояния запаса. Для получения реальных оценок годового вылова, начиная с 2008 г., проанализированы ежесуточная дислокация и позиционирование каждого из судов-краболовов, которые, добывая стригунов опилио и/или бэрди в Карагинской подзоне, регулярно

подавали информацию о заходе за границу, разделяющую промысловые районы, отчитывались о вылове в Западно-Беринговоморской зоне, после чего продолжали позиционироваться в Карагинской подзоне. Дополнительно проанализировано позиционирование каждого из судов-краболовов, отчитывающихся о вылове одного вида краба-стригуна, при этом долгое время дислоцирующихся в пределах скопления другого вида.

Результаты расчетов реального вылова краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне за 2008-2025 гг. представлены в *таблице 1*.

Таблица 1

Входная информация для расчета ОДУ краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне

Годы	Фактический вылов, т	Численность промыслового запаса, млн экз.
2008	108,3	4,935
2009	684,5	– (2,812*)
2010	519,5	0,689
2011	326,6	– (1,258*)
2012	103,7	1,827
2013	198,6	3,270
2014	237,6	6,512
2015	100,5	10,065
2016	256,9	– (11,000*)
2017	1547,7	11,973
2018	1032,7	– (8,851*)
2019	684,3	5,718
2020	534,1	10,681
2021	428,1	16,158
2022	634,8	– (10,222*)
2023	906,8	– (7,254*)
2024	703,5	4,286
2025	575,0	– (4,000**)

* – среднее значение по смежным годам, ** – прогнозное значение из обоснования на 2026 г.

В качестве индекса обилия использовали численность самцов промыслового размера по результатам учетных ловушечных (до 2017 г.) и донных траловых (в 2017-2021 гг.) съемок. Вместо отсутствующих значений промыслового запаса в 2009, 2011, 2016, 2018, 2022-2023 гг. взяли средние величины по смежным годам, в 2025 г. – прогнозное значение из обоснования на 2026 г.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Краб-стригун опилио является одним из двух основных объектов промысла среди ракообразных в Карагинской подзоне. В 1990-е гг. основные промысловые скопления этого вида располагались в восточной (168°30'-170°00' в.д.) и западной (около п-ова Говена) частях Олюторского залива. В последние годы скопления промысловых самцов отмечались, в основном, в центральной части залива, ограничиваясь с запада 168° в.д., с востока – 169° в.д.

ОДУ и вылов стригуна опилио за последние 10 лет представлены на *рисунке 2*. Неосвоение объемов ОДУ в 2025 г. объясняется причинами организационного характера одного из квотовладельцев.

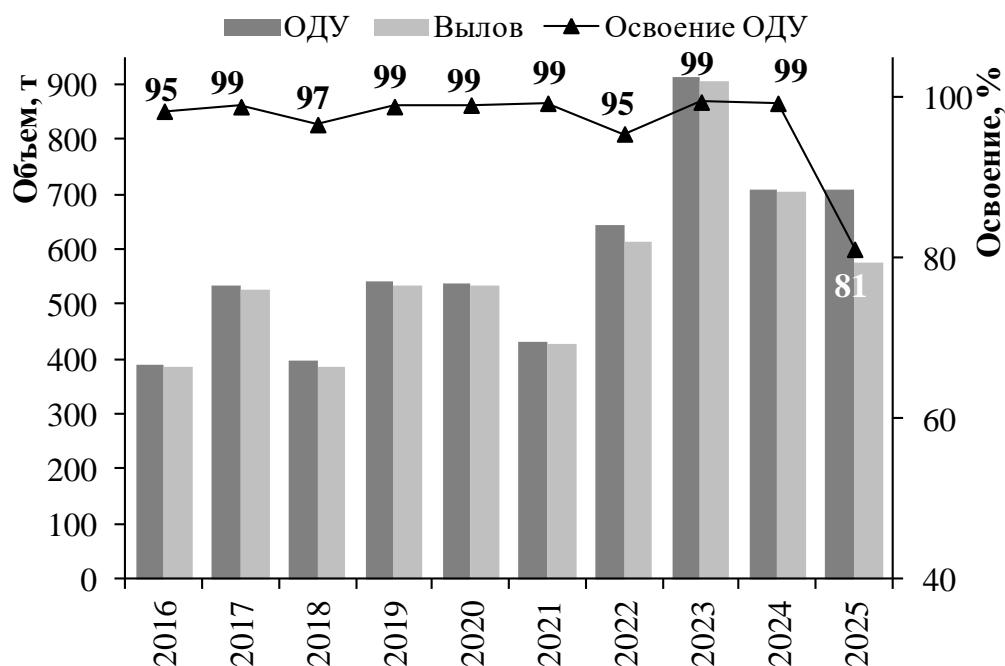


Рис. 2. Межгодовая динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ краба-стригуна опилию в Карагинской подзоне.

Вплоть до 2015 г., средний вылов за судосутки находился на уровне не более 2,5 т. В последующие три года данный показатель вырос, по официальным данным, практически вдвое, а по итогам промысла 2018 г. – вновь снизился до 2,7 т (табл. 2). В 2019 и 2020 гг. показатели вылова оказались максимальными за последнее десятилетие, составив 6,4 и 5,9 т, соответственно. Вылов краба-стригуна опилию в 2023, 2024 и 2025 гг. составлял в среднем 5,3, 5,4 и 3,3 т в сутки. Очевидно, что после двух лет сравнительно хорошей промысловой обстановки на добыче краба-стригуна опилию, в 2025 г. она оказалась слабой, приблизившись к низким значениям 2018 г.

Таблица 2

Вылов, количество судов на промысле и средний улов на судосутки краба-стригуна опилию в Карагинской подзоне в 2016-2025 гг., по данным ОСМ

Годы	Кол-во судов, ед.	Вылов в год, т	Вылов за судосутки средний, т
2016	4	384	5,6
2017	4	526	4,5
2018	5	384	2,7
2019	3	534	6,4
2020	4	534	5,9
2021	6	428	4,9
2022	8	613	4,1
2023	8	907	5,3
2024	8	704	5,4
2025	5	575	3,3

В 2025 г. флот на добыче краба-стригуна опилио в Олюторском заливе дислоцировался на двух участках: в центральной части между 168° и 169° в.д., на глубинах 90-290 м, и между 166° и 167° в.д. в р-не м. Говена, в пределах глубин 110-320 м. При этом показатели вылова за промысловую операцию (порядок ловушек) на двух рассматриваемых участках составляли в среднем для всех судов 0,48 и 0,40 т краба-стригуна, соответственно. В 2024 г. в Олюторском заливе вылов краба-стригуна опилио на порядок ловушек составлял 0,72 т (в 2023 г. – 0,68 т).

По результатам мониторинга промысла в мае 2025 г. (всего проанализировано 66 ловушек из 8 порядков), средний улов промысловых самцов на ловушку в сутки составил 3,8 экз., максимальный – 11,3 экз./лов./сут. Очевидно, что на основании столь небольшого количества учтенных ловушек и низких показателей уловов сделать объективное заключение о промысловой обстановке затруднительно. Тем не менее, на фоне неосвоения ОДУ, значительного снижения вылова на судосутки и промысловую операцию, они дают определенное представление о состоянии запаса краба-стригуна опилио в Олюторском заливе в 2025 г.

По данным учетных траловых работ 2021 г., наиболее плотное промысловое скопление было зафиксировано в центральной части Олюторского залива в пределах координат 60°06'4-07'2 с.ш., 167°58'6-168°30'1 в.д., в сравнительно узком диапазоне изобат 129-148 м. Здесь отмечена максимальная за время работ плотность распределения (24,748 тыс. экз./км²). В восточной части залива, на участке 60°03'6 с.ш., 169°14'4 в.д., на глубине 98 м отмечено второе по плотности скопление (10,236 тыс. экз./км²).

Наиболее плотные промысловые скопления, по данным НИР в 2024 г., также располагались в восточной и центральной частях залива, примерно на тех же участках с координатами 60°03'4 с.ш./169°16'2 в.д. и 60°06'8 с.ш./168°32'7 в.д. Максимальные по плотности скопления промысловые самцы образовывали на этих участках на глубине 101 м (4,901 тыс. экз./км²) и 152 м (5,589 тыс. экз./км²), т.е. эти показатели оказались значительно ниже, чем в предыдущий год работ.

В последние годы исследований размерный состав самцов стригуна опилио в подзоне имеет схожий вид: на графике хорошо выделяются две модальные группы. При этом вклад обеих модальных групп (особей непромыслового и промыслового размеров) примерно одинаков (рис. 3).

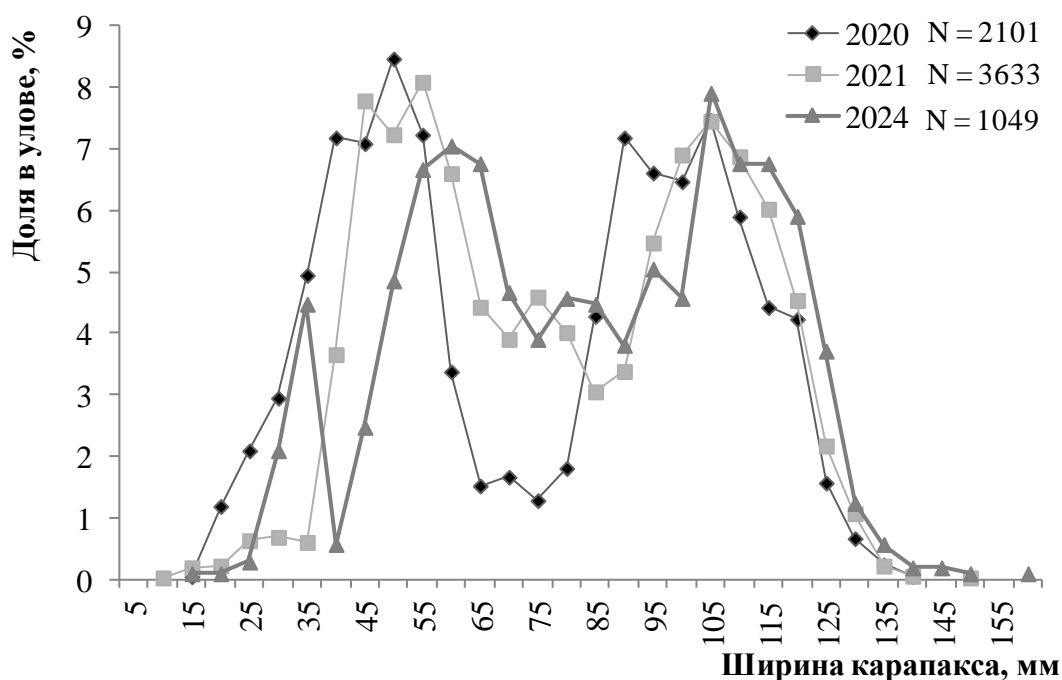


Рис. 3. Межгодовая динамика размерного состава самцов краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне, по данным траловых учетных съемок.

По всей видимости, в отсутствие учетных работ в 2022-2023 гг., благодаря высоким оценкам численности промысловой части популяции, а также ближайшего и дальнего пополнения в 2020-2021 гг. (табл. 3, 4), промысловый запас находился на высоком уровне, превышая целевой ориентир по биомассе.

Таблица 3

Межгодовая динамика численности (млн экз.) функциональных групп пополнения краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне, по данным учетных траловых съемок

Функциональная группа самцов	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2024 г.
УПС 100> (Пререкруты I)	0,577	0,500	5,536	3,882
УПС 80–99 (Пререкруты II)	2,200	4,180	9,125	2,268
УПС <80 (Молодь)	29,404	332,822	104,184	71,028
Всё пополнение	32,181	337,502	118,845	73,665

Данные о размерном составе самцов, а также оценки численности всех размерных групп краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне позволяли заключить, что в 2020-2021 гг. популяция находилась на пике численности, а количества возможного пополнения промыслового запаса было достаточно для его поддержания на максимальном историческом значении за весь период наблюдений.

Бурный рост промысловой численности краба-стригуна опилио, начало которого было зафиксировано исследованиями 2013 г., подтвержден работами в 2014 г. и продолжился в 2015 г. (табл. 4). Численность промысловых самцов в Олюторском заливе в 2015 г. возросла по сравнению

с 2014 г. в полтора раза и составила 10,065 млн экз., что с учетом средней массы промыслового самца 0,6 кг составило 6,039 тыс. т.

Таблица 4

Межгодовая динамика площади и оценок запаса краба-стригуна опилио в Олюторском заливе, по данным учетных съемок

Год	Площадь, км ²	Запас, млн экз.
2012	2963	1,828
2013	4369	3,272
2014	3855	6,512
2015	3895	10,065
2017	8831	11,973
2019	16300*	5,718
2020	23637*	10,681
2021	17050*	16,158
2024	16298*	4,286

«*» – вся подзона

Траловая съемка 2017 г. подтвердила результаты предыдущих исследований – численность промысловых самцов краба-стригуна опилио составила 11,973 млн экз., т.е. находилась на очень высоком уровне. Результаты учетных работ в 2019 г. свидетельствовали о снижении промыслового запаса, но уже в 2020 г. численность промысловых самцов вновь достигла высоких значений, составив 10,563 млн экз. (6,664 тыс. т, при средней массе промыслового самца в 2020 г. 0,63 кг).

Оценка промыслового запаса по итогам исследований в 2021 г. продемонстрировала его резкий рост до 16,158 млн экз., что является максимальным значением за весь период исследований краба-стригуна опилио в подзоне.

Спустя три года промысловый запас оценен в объеме 4,286 млн экз., т.е. снизился по сравнению с предыдущим годом исследований почти в 4 раза и оказался ниже целевого ориентира (5,5 млн экз.).

Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла. На основе разбивки исторического ряда промыслового запаса краба-стригуна опилио за 20-летний период наблюдений на три равные группы значений по методу перцентилей [Буяновский, 2012], ранее определены биологические ориентиры управления, которые составили 2,6 и 5,5 млн экз., соответственно, для граничного и целевого ориентиров по промысловой численности (рис. 4).

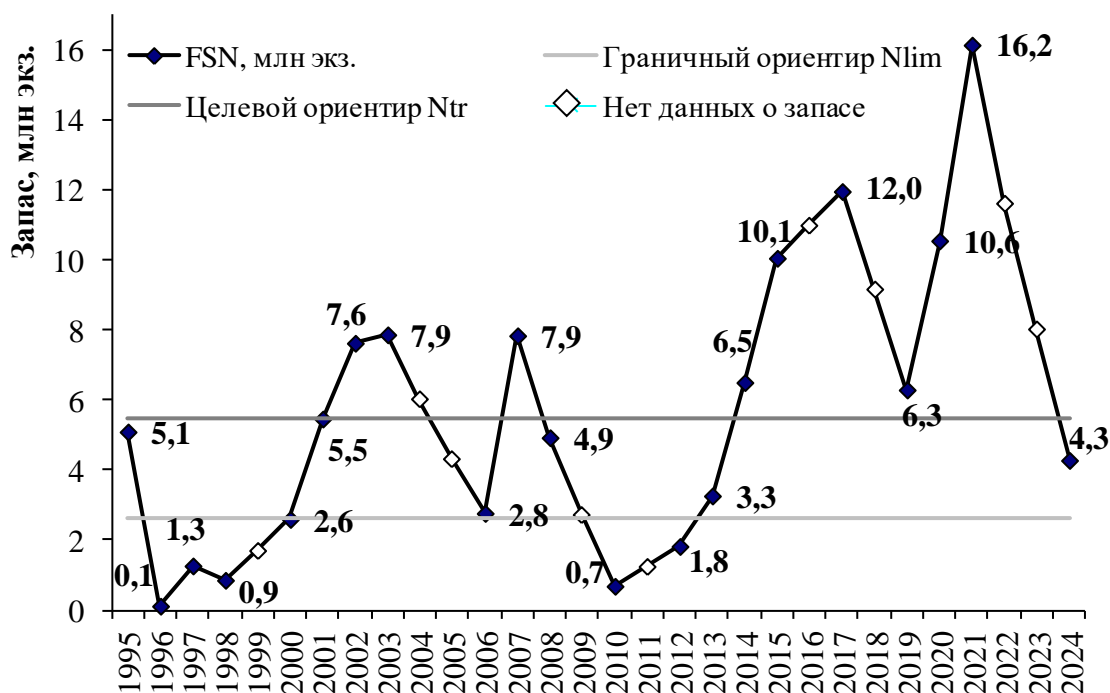


Рис. 4. Ориентиры управления, рассчитанные методом перцентилей, на основе динамики промыслового запаса краба-стригуна опилю в Олюторском заливе в 1995-2024 гг.

В качестве целевого ориентира по коэффициенту эксплуатации (C_{tr}) традиционно используется значение 10%. Несмотря на наличие источников неопределенности, для запаса, находящегося в благополучном состоянии, эта величина представляется заниженной. В дальнейшем, в случае появления возможности использования для прогнозирования полноценных данных о пополнении, возможно увеличение значения этого коэффициента до 15%.

Определить граничный ориентир по коэффициенту эксплуатации в настоящее время не представляется возможным. По экспертным оценкам, он не должен превышать 20%.

Коэффициент эксплуатации для проведения НИР (C_0) может составлять 1% от прогнозируемой численности промыслового запаса.

«Правилами регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов на 2023-2025 гг.» определены следующие биологические ориентиры управления для стригуна опилю в Карагинской подзоне:

- целевой ориентир по численности промыслового запаса $N_{tr} = 5,5$ млн экз.;

- граничный ориентир по численности промыслового запаса $N_{lim} = N_{loss} = 2,6$ млн экз.;

- целевой ориентир по коэффициенту эксплуатации $C_{tr} = 10\%$;

- коэффициент эксплуатации для проведения НИР $C_0 = 1\%$.

Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках «предосторожного» подхода к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], обосновали зональное правило регулирования промысла (ПРП) краба-стригуна опилю в Карагинской подзоне, цель которого – вывод

запаса на уровень высокой продуктивности и последующая его эксплуатация на этом уровне.

Прогнозирование состояния запаса. Как видно из данных, представленных на *рисунке 5*, ресурсы краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне подвержены значительной межгодовой динамике. После минимума численности в 2010 г., к 2017 г. она увеличилась более чем в 17 раз. Затем, в течение 2 лет численность снизилась почти в 2 раза, а к 2021 г. вновь возросла более чем в 3 раза и достигла максимального за рассматриваемый временной интервал значения. На *рисунке 5* численность крабов до 2017 г. приведена по результатам ловушечных съемок, а далее – донных траловых. Можно допустить, что в 2018-2020 гг. ресурсы стригуна были недоучтены. В этом случае, весь период с 2011 по 2021 гг. можно отнести к периоду роста запасов, после которого наступил очередной период естественного снижения ресурсов.

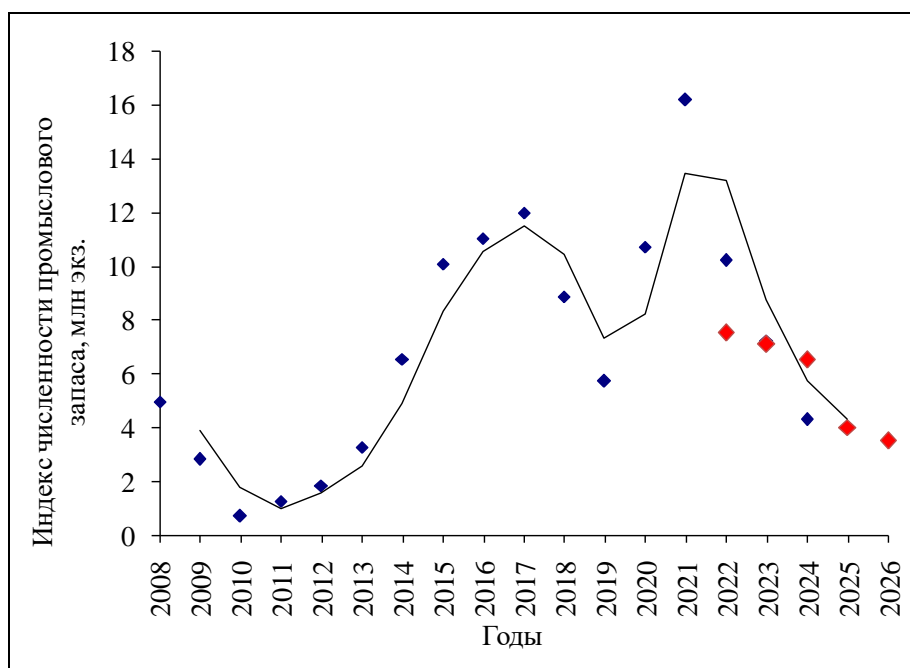


Рис. 5. Межгодовая динамика индекса численности промысловых самцов краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне (синие многоугольники – фактические данные, красные – прогнозные).

В прогнозах на 2023-2025 гг. предполагалось, что после «взрывного» роста ресурсов, зафиксированного в 2021 г., численность промысловых самцов начнет снижаться. Результаты донной траловой съемки полностью подтвердили это предположение. При этом, фактическая величина индекса численности оказалась даже ниже прогнозной.

В 2025 г. исследования, направленные на оценку численности популяции краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне, не проводились. Тем не менее, о текущем состоянии её промысловой части можно судить по итогам промыслового сезона 2025 года: ОДУ впервые за десятилетие освоен только на 81%, а показатели вылова на судосутки являются минимальными за последние семь лет.

Учитывая вышеизложенное, можно предположить, что в 2026-2027 гг. снижение ресурсов краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне продолжится. Индекс численности промысловых самцов в 2026 г. экспертно оценивается на уровне 3,5 млн экз.

Обоснование объема ОДУ. Посредством пакета DLMtool выполнена оценка ОДУ краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне в 2027 г. методом Iratio. При этом допустили, что вылов в 2026 г. будет соответствовать утвержденному ОДУ, равному 709 т, а величина индекса – 3,5 млн экз.

Полученная с помощью этого метода медианная оценка равна 359,97 т (среднеквадратичное отклонение – 101,89) или, округленно, 360 т, что на 349 т или 49,2% ниже, чем в 2025-2026 гг. В графическом виде результаты расчетов представлены на *рисунке б*.

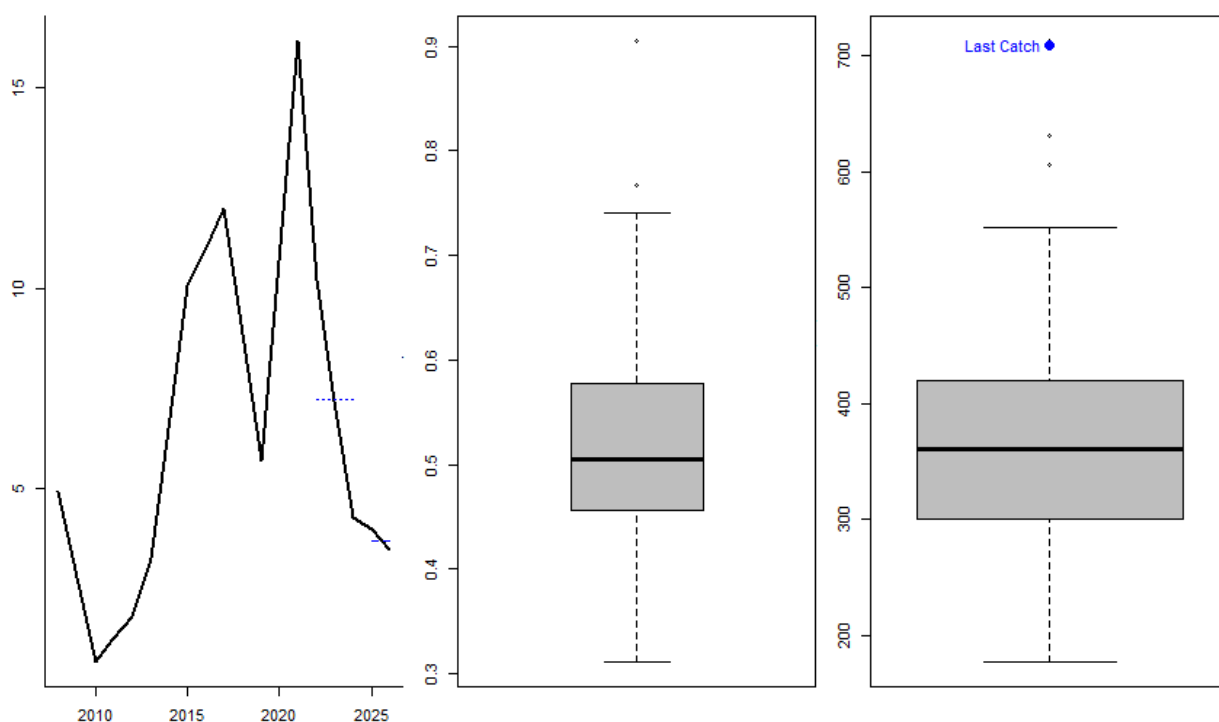


Рис. 6. Результаты расчета ОДУ краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне с применением метода Iratio на 2027 г.

Согласно «Плану эксплуатации запасов крабов и крабоидов в морских водах Российской Федерации до 2027 г.», для краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне при «стабильном», «снижающемся», «неопределенном» статусе запаса изменение ОДУ в смежные годы допустимо в пределах 20% от ОДУ прошлого, 2026 года (0,709 тыс. т). Следовательно, в 2027 г. ОДУ может составить 0,5672 тыс. т, или, округленно, 0,567 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне на 2027 г. в объеме 0,567 тыс. т.**

Краб-стригун опилио (*Chionoecetes opilio*)

61.02 – зона Восточно-Камчатская

61.02.2 – подзона Петропавловско-Командорская

Исполнители: О.Г. Михайлова, П.Ю. Иванов (КамчатНИРО)

Куратор: Д.О. Алексеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Основой для оценки текущего и перспективного состояния запасов, обоснования ОДУ краба-стригуна опилио в Петропавловско-Командорской подзоне на 2027 г. послужили данные учетных съемок (донной траловой и ловушечной), проведенных Камчатским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» (КамчатНИРО) в весенне-летний период 2025 г.

В ходе ловушечной съемки 2025 г. осуществлена постановка-выборка 50 контрольных порядков в координатах 52°57'-54°00' с.ш., 159°23'-160°17' в.д., на изобатах 21-101 м, обследована акватория площадью около 1674 км² (рис. 1). Биологическому анализу подвергнуто 99 экз. краба-стригуна опилио.

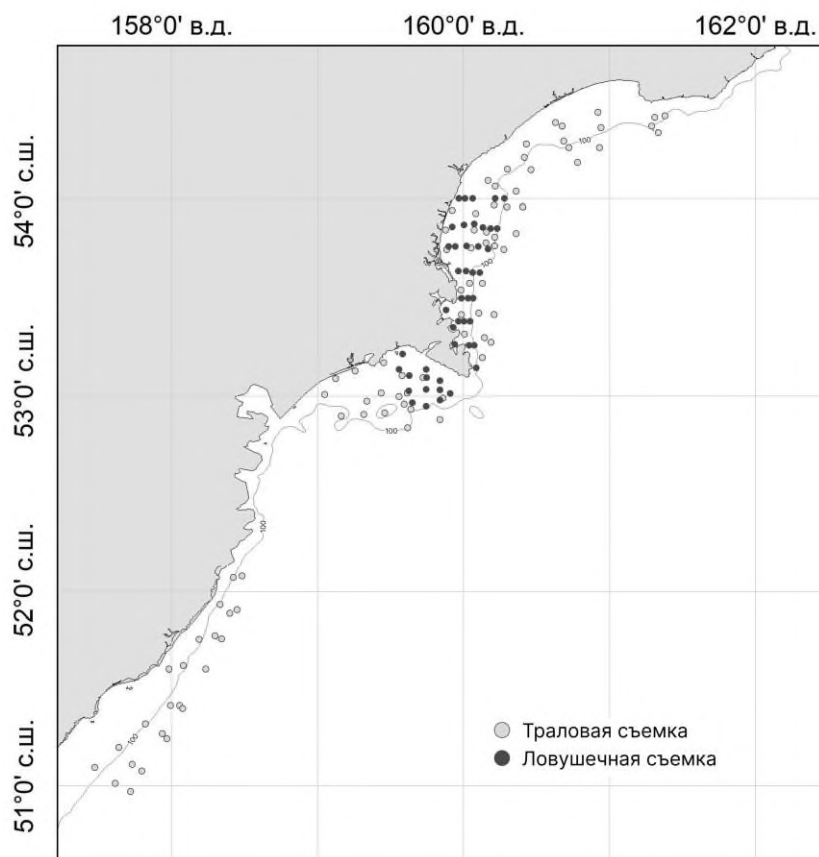


Рис. 1. Карта-схема расположения станций учетных донной траловой и ловушечной съемок в Петропавловско-Командорской подзоне в весенне-летний период 2025 г.

Площадь облова одной конусной ловушки для краба-стригуна опилио принимается равной 4100 м². Эффективная площадь облова традиционно используется КамчатНИРО при расчетах запасов крабов в исследуемом

районе и практически идентична полученной для других районов промысла [Miller, 1975; Островский и др., 2014].

В ходе траловой съемки 2025 г. выполнено 84 учетных траления, в координатах 50°04'-54°59' с.ш., 157°05'-161°59' в.д., на глубинах 27-207 м. Обследована акватория площадью около 6802 км². Биологическому анализу подвергнуто 385 экз. краба-стригуна опилио. Траления выполнялись донным тралом ДТ 18,8/28,5 м, горизонтальное раскрытие трала принималось равным 16 м, коэффициент уловистости для краба-стригуна опилио при расчете численности принят 0,6.

Материалы дополнены результатами, полученными во время учетных ловушечных съемок, проведенных в 2016 г., т.к. на сегодняшний день эти данные являются наиболее полными и достоверными за последнее десятилетие. В 2016 г. выполнено 84 учетных траления, обследована акватория площадью около 9828 км², в координатах 50°59'-54°29' с.ш., 157°03'-161°19' в.д., на глубинах 27-211 м. Биологическому анализу подвергнуто 831 экз. краба-стригуна опилио.

Для анализа и обработки данных использовалась программа «Microsoft Excel v. 7.0» с пакетом статистического анализа. Оценка запаса получена с использованием программы «КартМастер v. 4.1», методом сплайн-аппроксимации [Stolyarenko, 1986, 1987; Столяренко, Иванов, 1988; Бизиков и др. 2006]. При построении карт распределения и расчете запаса в программе «КартМастер» выставляли следующие параметры: размерность сетки – 500×500, параметр сглаживания – 0, параметр влияния глубины – 500.

Анализ промысла выполнен по данным 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 приказом Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, минимальными требованиями к составу информации для I уровня являются: сведения о вылове по функциональным группам и годам промысла, данные о средней массе, мгновенных коэффициентах естественной смертности по функциональным 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.

С 2003 г. и по настоящее время промысел краба-стригуна опилио в Петропавловско-Командорской подзоне не ведется, данные о вылове крабов по функциональным группам и годам промысла отсутствуют, поэтому когортные модели в отношении этого запаса неприменимы.

Согласно вышеуказанному приказу, минимальные требования к составу информации для II уровня – исторические ряды вылова и уловов на единицу промыслового усилия. Поскольку промысел фактически

отсутствует, использовать производственные модели также не представляется возможным.

Учитывая вышеизложенное, структура и качество доступного информационного обеспечения для данного запаса в наибольшей степени соответствуют III уровню (прил. 1 к приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.).

Обоснование выбора методов оценки запаса. Согласно вышеупомянутому приказу, «недостаточная полнота и/или качество доступной информации исключает использование моделей эксплуатируемого запаса. Обоснование строится на эмпирических, трендовых, индикаторных и других приближенных методах, применяемых в случае дефицита информации».

Поскольку промысел краба-стригуна опилю в Петропавловско-Командорской подзоне фактически отсутствует, его добывают только в режиме НИР, применить в данном случае традиционные методы DLM, в основе которых лежат данные о вылове, не представляется возможным. ОДУ уже долгие годы оценивается экспертно и остается неизменным.

Тем не менее, в обосновании приводятся сведения о состоянии ресурсов краба-стригуна опилю по результатам учетных съемок.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Основными районами добычи краба-стригуна опилю на шельфе Восточной Камчатки в 1990-х годах традиционно являлись Кроноцкий и Авачинский заливы.

С 2003 г. и по настоящее время промысел не ведется, весь вылов осуществляется в режиме НИР (рис. 2).

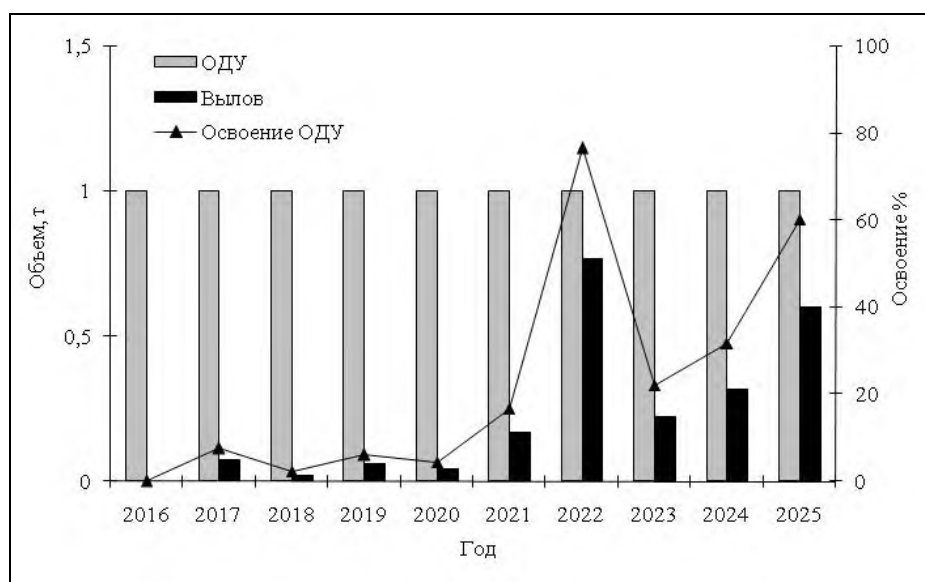


Рис. 2. Межгодовая динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ краба-стригуна опилю в Петропавловско-Командорской подзоне в 2016-2025 гг.

Средние уловы на ловушку в сутки промысловых самцов краба-стригуна опилю в подзоне в течение последних десяти лет не превышали 0,3 экз./лов. Самый низкий показатель зафиксирован в 2023 г. – 0,013 экз./лов./сут. и последние 2 года (в 2024 г. – 0,015 экз./лов./сут., в 2025 г. –

0,03 экз./лов./сут.) (рис. 3). Очевидно, что при таких среднесуточных показателях уловов промысел краба-стригуна опилио в Петропавловско-Командорской подзоне в настоящее время нерентабелен.

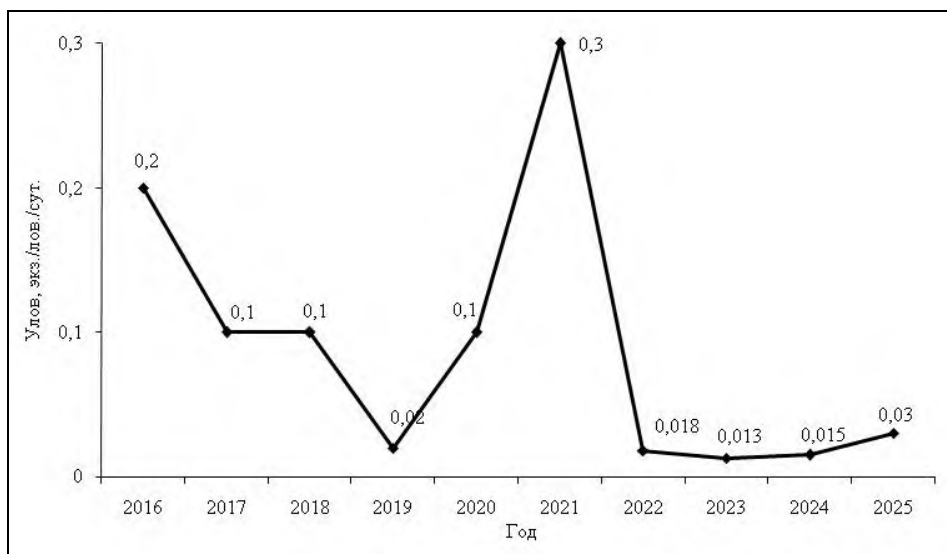


Рис. 3. Межгодовая динамика среднего улова на коническую ловушку в сутки стригуна опилио в Петропавловско-Командорской подзоне, по данным учетных работ.

Как по данным траловой съемки 2016 г., так и по данным учетной ловушечной съемки, выполненной в 2025 г., встречаемость краба-стригуна опилио на исследованной акватории низкая. За весь период съемки обнаружили 99 самцов. Большинство самцов оказались непромысловыми (80%). Средний размер промысловых самцов стригуна опилио по данным учетной ловушечной съемки в подзоне за последние семь лет значительно варьировал и находился в пределах 111,3-128,8 мм (рис. 4). Самый низкий показатель отмечался в 2022 г. В 2025 г. средняя ширина карапакса промыслового самца краба-стригуна опилио равнялась 111,9 мм.

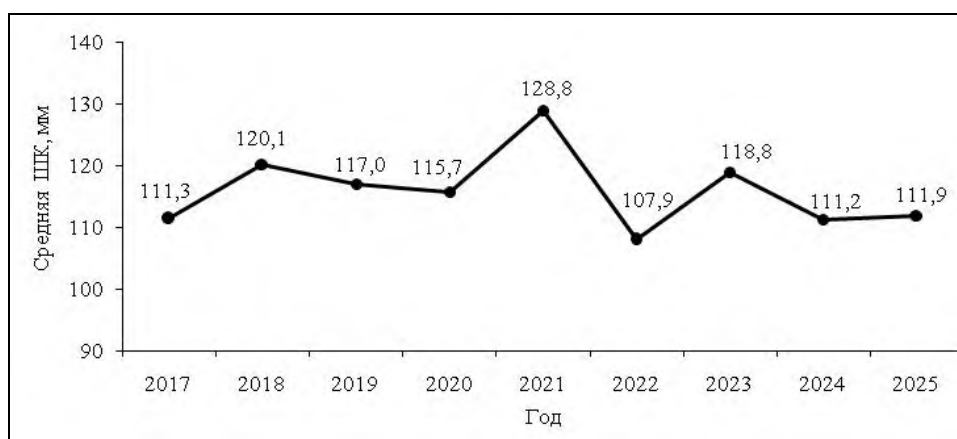


Рис. 4. Межгодовая динамика средней ширины карапакса промысловых самцов стригуна опилио в Петропавловско-Командорской подзоне, по данным ловушечных съемок.

По данным ловушечных съемок, на протяжении последних лет в уловах в подавляющем большинстве доминировали промысловые самцы (рис. 5), за исключением 2024 и 2025 гг. В последние годы отмечается

преобладание непромысловых самцов. Согласно данным траловых съемок, в составе улова в 2025 г. также отмечалось преобладание непромысловых самцов. Также, в уловах учетного трала встречались самки (рис. 6).

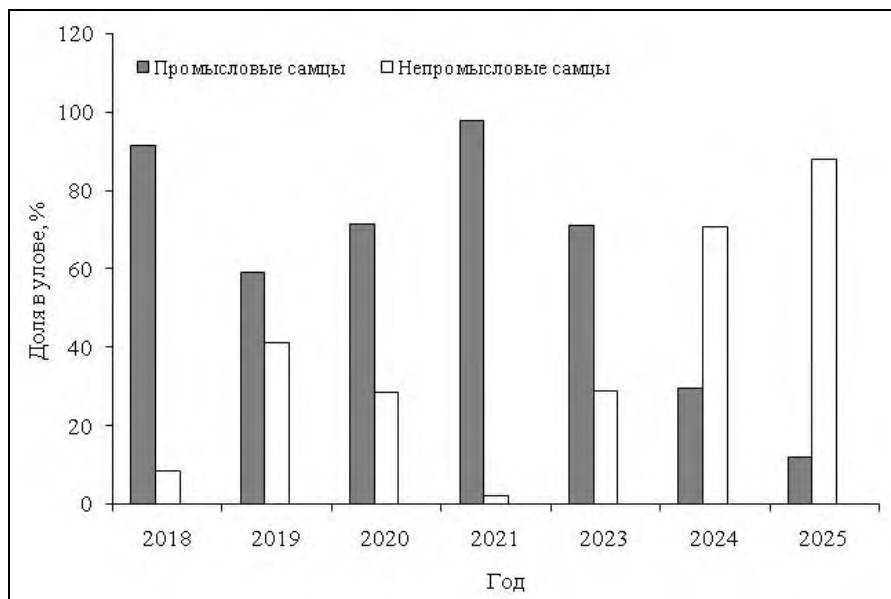


Рис. 5. Межгодовая динамика соотношения разных размерных групп самцов краба-стригуна опилио в Петропавловско-Командорской подзоне, по данным ловушечных съемок.

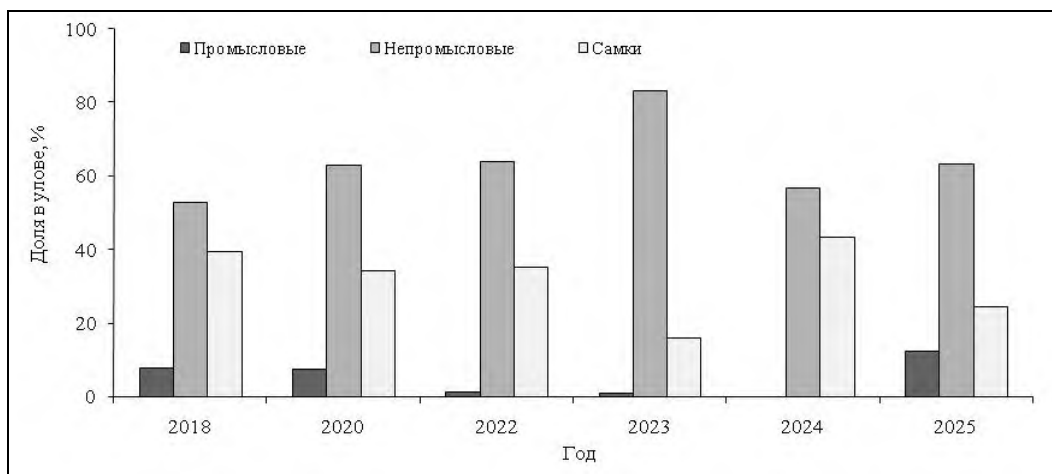


Рис. 6. Межгодовая динамика соотношения разных размерных групп самцов краба-стригуна опилио в Петропавловско-Командорской подзоне, по данным траловых съемок.

По данным донных траловых съемок, в Петропавловско-Командорской подзоне до последнего времени отчетливо прослеживалась тенденция значительного снижения промыслового запаса стригуна опилио. Пик численности промысловых самцов приходился на 2002 г. – 4,06 млн экз. (рис. 7). В 2003 г. запас снизился до 2,11 млн экз. и оставался на этом уровне до 2005 г., когда он понизился еще больше – до 1,79 млн экз. В 2012 г. численность промысловых самцов достигла своего исторического минимума и составила 0,18 млн экз., при том, что исследования проводились и в Камчатском заливе. При средней массе самца 0,68 кг, промысловый запас в подзоне составил 0,13 тыс. т.

Запас краба-стригуна опилио в Петропавловско-Командорской подзоне в последние 12 лет оценивался по данным ловушечных съемок, проводимых, главным образом, на ограниченной площади и на глубинах менее 100 м, с чем и связаны низкие его объемы в эти годы.

Результаты донной траловой съемки, проведенной в 2016 г., впервые за более чем десятилетний период, показали, что промысловый запас краба-стригуна опилио в Петропавловско-Командорской подзоне составляет 2,58 млн экз. или 1,76 тыс. т, при средней массе промыслового самца 0,68 кг.

Показатели уловов промысловых самцов краба-стригуна опилио при проведении траловых съемок в последние годы крайне незначительны. Очевидно, что результаты учетных работ в отношении количественного учета краба-стригуна опилио в эти года являются нерепрезентативными, а объем собранного материала не позволяет достоверно судить об оценках промысловой численности. Данные по крабу-стригуну опилио, полученные в ходе учетной ловушечной съемки в 2025 г., также являются нерепрезентативными для оценки численности, в связи с незначительной встречаемостью вида в уловах.

Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла. Низкая информационная обеспеченность в настоящее время не позволяет определить биологические ориентиры управления запасом этого вида краба-стригуна и обосновать правила регулирования промысла.

Прогнозирование состояния запаса. Принимая во внимание отсутствие в Петропавловско-Командорской подзоне промысла краба-стригуна опилио, недостаточное информационное обеспечения прогноза, на основании экспертной оценки, можно предположить, что к началу 2027 г. величина его запаса будет находиться на уровне 2016 г., т.е. не более 2,58 млн экз. Промысел в подзоне, как минимум с 2003 года, не проводится. Между тем, результаты донной траловой съемки 2016 г., давшие весьма значительную оценку промыслового запаса, позволяют заключить, что перспективы промысла этого вида краба-стригуна существуют.

Обоснование объема ОДУ. Долгие годы ОДУ краба-стригуна опилио определялся экспертно, величина его остается неизменной и рекомендуется он, главным образом, только для проведения НИР. Учитывая, что ОДУ краба-стригуна опилио в указанном районе на протяжении длительного времени осваивается на уровне менее 50%, его специализированный промысел не ведется, величина запаса в отдельные годы определяется экспертно, предлагается ОДУ для краба-стригуна опилио в Петропавловско-Командорской подзоне в 2027 г. установить в объеме, достаточном только для проведения НИР, то есть 0,001 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна опилио в Петропавловско-Командорской подзоне в 2027 г. в объеме 0,001 тыс. т исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.**

Краб-стригун опилио (*Chionoecetes opilio*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.1 – подзона Северо-Охотоморская

Исполнитель: С.М. Русяев (МагаданНИРО)

Куратор: Д.О. Алексеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Основной информацией для обоснования ОДУ на 2027 г. являются данные, полученные в съемках численности краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне, позволяющие наиболее объективно получать научные данные по состоянию его запаса (табл. 1).

Таблица 1

Параметры актуальных исследований краба-стригуна опилио Северо-Охотоморской подзоны в 2017-2024 гг., используемых для прогнозирования состояния запаса

Год	Площадь, тыс. км ²	Кол-во станций	Кол-во проанализированных особей краба-стригуна опилио, экз.	Тип проведения исследований
2017	53,5	37	3298	Ловушечная съёмка
2019	18,7	78	7799	Ловушечная съёмка
2021	135,8	90+63	5487	Тралово-ловушечная съёмка
2023	24,8	72	1624	Мониторинг промысла
2024	202,0	143	9740	Траловая съёмка

В качестве дополнительной информации привлечены данные судовых суточных донесений (ССД) и данные рыбопромысловой статистики, содержащиеся в отраслевой системе мониторинга ИС (ОСМ) «Рыболовство» за период 2014-2025 гг., материалы, собранные научным наблюдателем «МагаданНИРО» на промысле краба-стригуна опилио в 2023 г., результаты учетных траловых и ловушечных съёмок, выполненных в 2017-2024 гг.

В 2017-2024 гг. исследованиями была охвачена большая часть ареала краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне, имеются многолетние ряды данных промысловой статистики. В связи с этим, 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. Доступная информация обеспечивает проведение ограниченного аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ с использованием продукционных моделей эксплуатируемого запаса.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Для определения промыслового запаса на 2027 г. в Северо-Охотоморской подзоне использована продукционная модель Шефера (Schaefer, 1954) с байесовским алгоритмом оценки параметров, реализованная в пространстве состояний BSM (Meyer, Millar 1999; Millar, Meyer, 1999). Программная реализация

модели является составной частью пакета CMSY (Froese et al., 2017) в среде программирования R. Входными данными для модели BSM, как и для всякой продукционной модели, служат временные ряды уловов и индексов численности. В данном случае для настройки модели использовался ряд величины уловов, среднего вылова на судосутки, биомасса по съёмкам за период 1991-2024 гг., а также данные учетных донных траловых съёмок в 2021 и 2024 гг. Пакет CMSY позволяет оценить биомассу популяции, интенсивность промысла, максимальный устойчивый улов (MSY) и соответствующие ориентиры управления. Динамика биомассы определяется уравнением (1):

$$B_{t+1} = B_t + r \min(4B_t/k, 1) \times B_t \times (1 - B_t/k) - C_t, \quad (1)$$

где t – календарный год, B_t – биомасса в год t , C_t – улов в году t , k – ёмкость среды (максимальная возможная биомасса при отсутствии промысла), r – коэффициент внутривидового роста.

Реализация этой модели в пространстве состояний позволяет оценить как ошибку процесса в динамике биомассы, так и ошибку наблюдения. В свою очередь, байесовский метод оценки параметров позволяет построить распределение их эмпирических значений и, тем самым, оценить точность полученных результатов.

Для оценки состояния запаса («статуса»), а также в целях диагностики величины запаса использованы данные промышленного лова (на основе данных ССД, представляемых ФГБУ «ЦСМС») среднетоннажного флота за 10-летний период (2014-2025 гг.; использовано медианное значение уловов).

Десятилетний период анализа данных обосновывается биологическими параметрами популяции: достижение промыслового размера крабом-стригуном опилио наблюдается на 9-10 году жизни [Sainte-Marie et al., 1995], а максимальная продолжительность жизни самца составляет 20 лет [Буяновский, Горянина, 2018].

Данные промышленного лова 2025 г. прошли частичную фильтрацию по процедуре, описанной ранее [Буяновский, 2022]. Выполнялся выбор и устранение данных добывающих судов с аномальными годовыми приростами средних суточных уловов. Последующая процедура стандартизации межгодовой динамики уловов на усилие, обеспечивающая снижение «зашумлённости» этого индекса (среднесуточный улов), выполнена с использованием обобщённой линейной модели (GLM, ПО «Statistica» v.10), имеющей следующий вид:

$$\log(CPUE_i) = \alpha_0 + \alpha_{v_i}^V + \alpha_{d_i}^D + \alpha_{m_i}^M \quad (2)$$

где $CPUE_i$ – среднесуточный улов; коэффициенты судна – V , v , глубины – D , d , месяца – M , m .

Использование данных и вышеуказанных процедур в прогнозе ОДУ краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне на 2027 г. показано на *рисунке 1*.

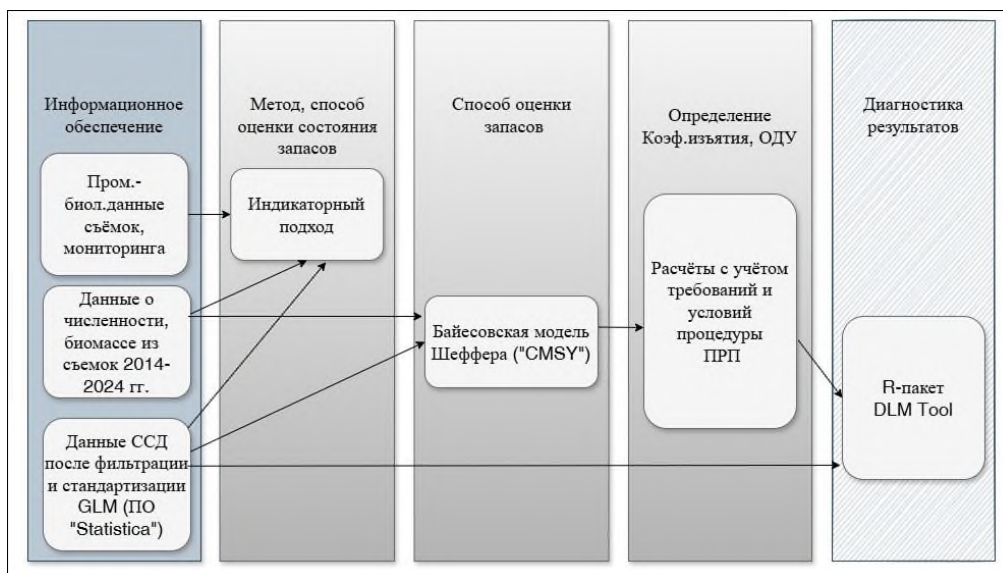


Рис. 1. Схема использования данных и методов в процедурах оценки запасов и прогноза ОДУ краба-стригуна опилию в Северо-Охотоморской подзоне на 2027 г.

Ретроспективный анализ промысла и состояния запаса. Промысел ориентируется, в основном, на нагульные скопления краба, которые обычно обнаруживаются на глубинах 220-350 м. В нагульных скоплениях доминируют (80-90%) самцы краба, преодолевшие терминальную линьку в предшествующем году. Такие скопления устойчивы в пространстве, в период с мая по декабрь, что и предопределило выделение трех промысловых участков при исследовании функциональной структуры популяции [Карасёв, 2014].

Промышленный ежегодный вылов краба-стригуна опилию в северной и северо-западной частях Охотского моря до начала 90-х гг. XX в. составлял от 1,0 до 1,5 тыс. т. С 1992 по 1995 гг. лов объекта вёлся по научным квотам в целях разведки запасов. С 1996 по 2011 гг. разведанные запасы краба стали осваиваться промышленным способом, что способствовало увеличению объема ОДУ этого объекта. В период с 2012 по 2015 гг. впервые наблюдалось снижение промыслово-биологических показателей, что заставило снизить объёмы освоения ресурса. В связи с увеличением промыслового запаса и постепенным переходом к 15% доле изъятия, начиная с 2016 г., ОДУ стригуна постепенно увеличивался, а его освоение также было стабильно высоким (91-100% от ОДУ) (табл. 2). Максимальный объём ОДУ краба-стригуна опилию был утверждён на 2019 г. (21 тыс. т), когда и был достигнут максимальный вылов краба, который составил 20,855 тыс. т (99,3% ОДУ).

В том же 2019 г. обозначилась тенденция снижения среднесуточного вылова в связи с сокращением численности промыслового запаса, что потребовало снижения ОДУ. Проведенная в 2024 г. траловая съёмка показала резкое увеличение запаса, что позволило поднять ОДУ. Количество судов на промысле достигло максимальных значений в 2020 г. Однако, в 2022-2024 гг. стала набирать силу тенденция добычи краба как продукта в живом виде, что снова привело к увеличению количества добывающих судов на промысле, но не увеличило судосутки промысла. Основной продукцией добывающих судов

в 2025 г. являлся живой краб (более 85% от вылова). Данные по вылову, количеству судов и улову на усилие за период 1991-2025 гг. наглядно демонстрируют общую тенденцию роста эффективности промысла и восстановления запаса в последние годы.

Таблица 2

Динамика ОДУ и вылова краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне в 1991-2025 гг.

год	Вылов, т	т/сут	судосутки (А)	кол-во судов (Б)	т/сут на флот (Вылов/(А/Б))
1991	1770				
1992	1490				
1993	1890				
1994	2460				
1995	6000				
1996	7030				
1997	10170				
1998	8170				
1999	9770				
2000	9710				
2001	10620				
2002	9140				
2003	10280	2,3	4393	68	159
2004	10740	2,1	5163	78	162
2005	12450	1,8	6955	89	159
2006	11600	2,0	5771	73	147
2007	12570	2,0	6285	76	152
2008	12240	2,8	4451	60	165
2009	13130	3,3	3979	62	205
2010	15750	3,6	4339	54	196
2011	14860	3,4	4320	54	186
2012	10900	3,9	2766	44	173
2013	11800	4,2	2823	52	217
2014	12000	6,1	1983	41	248
2015	12000	7,1	1700	45	318
2016	13300	6,4	2072	50	321
2017	15600	6,4	2457	61	387
2018	18000	5,6	3243	66	366
2019	20800	5,4	3873	69	371
2020	20600	4,8	4256	91	440
2021	19500	4,6	4221	91	420
2022	18100	4,9	3701	86	421
2023	16100	5,0	3220	98	490
2024	16788	5,1	3292	94	479
2025	18338	7,1	2583	94	667

Промысел краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне начинается со второй декады апреля, достигая максимума в мае и июне. Темп

ежегодного освоения промышленных квот к августу снижается, лишь несколько ускоряясь к концу года [Метелёв и др., 2021] (рис. 2).

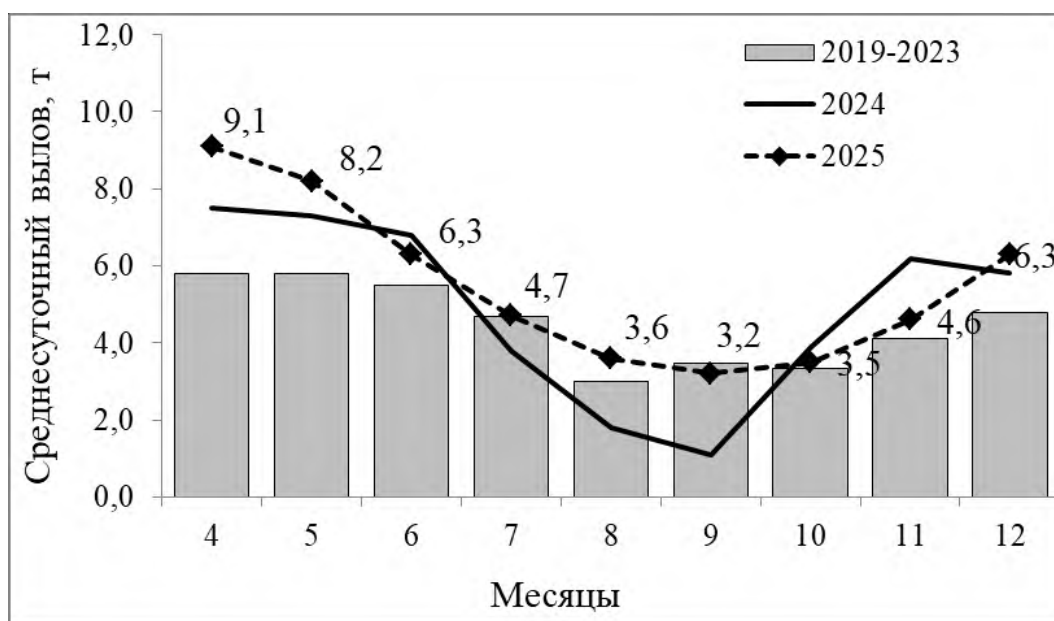


Рис. 2. Динамика среднесуточных уловов краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне по месяцам в 2019-2025 гг.

Согласно многолетним данным ССД, наиболее интенсивно эксплуатируются запасы краба в северо-восточном районе, составляя в отдельные годы до 90% общего вылова. В 2024-2025 гг. значение северо-восточного промыслового участка вновь существенно повысилось (табл. 3).

Таблица 3

Распределение вылова краба-стригуна опилио (%) по промысловым участкам в 2013-2025 гг.

Участки	Среднее за периоды, годы			
	2013-2016	2017-2019	2020-2022	2023-2025
Северо-восточный	72	81	66	95
Центральный	20	14	18	1
Северо-западный	8	5	16	4

Причиной увеличения в вылове доли северо-восточного участка стала достаточность сырьевой базы, что резко уменьшило поисковый характер лова, создав ситуацию минимального риска для промысла на северо-восточном участке (рис. 3).

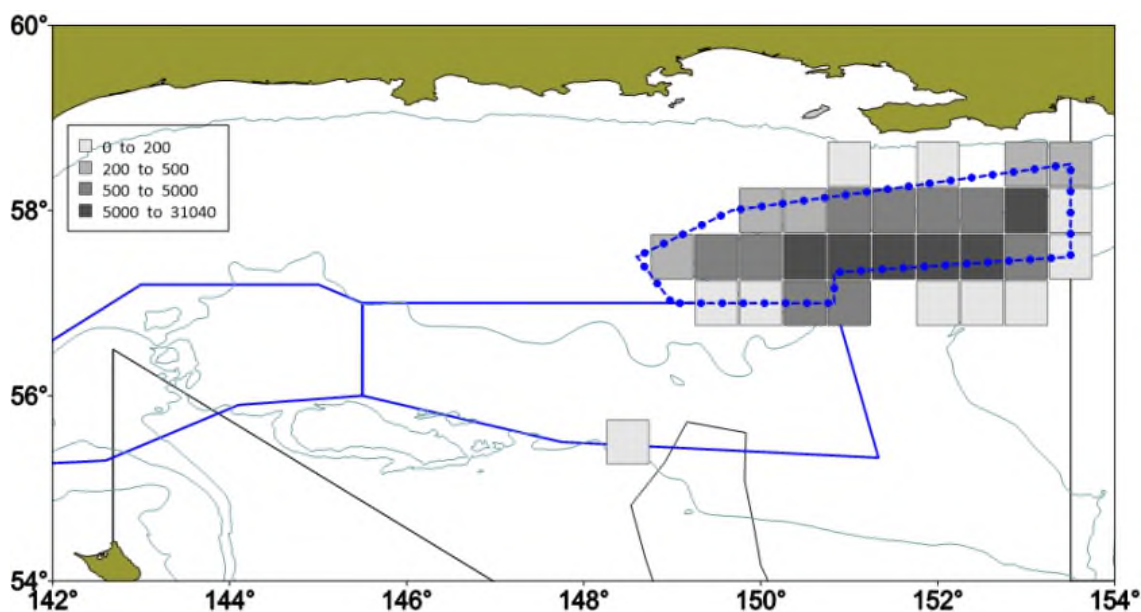


Рис. 3. Накопленный улов (ц) краба-стригуна опилию по промысловым квадратам в Северо-Охотморской подзоне, в период апрель-июнь 2025 г. Северо-восточный промысловый район выделен синим пунктиром.

Учетные съемки краба-стригуна опилию в 2017 и 2019 гг. проведены в не самые оптимальные сроки, с различной дискретностью ловушечных станций, что, по совокупности, существенно снизило точность оценки запаса. Поэтому текущий прогноз в большей степени основывается на результатах съемок 2021 и 2024 гг., проведенных в один период на обширной акватории. Результаты съемки 2021 г. показали снижение не только размеров самцов, но и снижение доли промысловых самцов. Промысловый запас на всей акватории съемки был оценен в 133,2 тыс. т, что повлекло снижение ОДУ этого промыслового объекта в 2022 и 2023 гг. (табл. 4)

Таблица 4

Динамика ОДУ и расчетного промыслового запаса (тыс. т)
краба-стригуна опилию в Северо-Охотморской подзоне в 2015-2025 гг.

Показатели	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
ОДУ	12,00	13,00	13,30	15,60	18,10	21,00	21,00	20,40	18,53	16,79	20,79
Промысловый запас	–	198,9	184,6	174,5	156,9	142,5	129,1	140,9	133,0	133,3	228,1

Результаты съемки 2024 г. показали, что численность промысловых самцов значительно выросла. При этом, плотные скопления краба зафиксированы только на северо-востоке обширного района, в районе дислокации флота. Согласно результатам съёмки, плотность скоплений промысловых самцов опилию увеличилась, по сравнению с аналогичной съёмкой 2021 г., почти в 2 раза (460 экз./км² против 940 экз./км²), что дало основание для корректировки промыслового запаса, а также стало основанием для обоснования прогнозов на ближайшую перспективу.

Динамика расчетного промыслового запаса краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне в рассматриваемый период опиралась на данные среднесуточного вылова, за исключением 2017, 2019, 2021 и 2024 гг. – годы, когда проводились съемки.

Динамика средней ширины карапакса самцов стригуна опилио, начиная с 2017 г., относительно стабильна. В уловах съёмки, в зависимости от районов, преобладают самцы с шириной карапакса от 80 до 150 мм. Доля особей размером более 100 мм колеблется от 19 до 96%. Узкопалые самцы составляют 0,8-1% от общего количества особей в пробах. В 2021 г. средние размеры самцов, по сравнению с 2017-2018 гг., увеличились на двух участках, где промысел имел меньшую интенсивность.

Динамика размера особей на северо-восточном участке, где традиционно сосредотачивается промысловый флот, показала, что к 2021 г. отмечено снижение размеров самцов, относительно 2019 г. Затем отмечался рост средних размеров, и в 2024 г. на северо-восточном участке средний размер промысловых самцов был заметно выше наблюдавшегося в 2021-2023 гг. (табл. 5), что говорит о благополучии популяции этого объекта в подзоне.

Таблица 5

Средняя ширина карапакса промысловых самцов краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне, по участкам за 2019-2024 гг.

Год	Промысловый участок			N, экз.
	Северо-западный участок	Центральный участок	Северо-восточный участок	
2019	нет данных	117,8	121,9	2129
2021	нет данных	114,0	114,6	5487
2023	117,3	116,1	111,2	1780
2024	117,2	113,8	119,3	2448

Определение биологических ориентиров управления. Для управления запасом краба-стригуна опилио определены граничный и целевой ориентиры (FSB_{lim} и FSB_{tr}). Граничный ориентир составляет 56,919 млн экз. (или 39,1 тыс. т), целевой ориентир по биомассе промыслового запаса – 189,7 млн экз. (или 130,4 тыс. т). Определение границ допустимой области управления запасом выполнено в соответствии с положениями Приказа ВНИРО №81 от 10.04.2023. Целевой ориентир по коэффициенту промысловой смертности определен величиной 15%.

Обоснование правила регулирования промысла (ПРП). Регулирование промысла объекта осуществляется с помощью трехзонального ПРП: запрет промышленного лова, восстановление запасов и режим устойчивого промысла (рис. 4).



Рис. 4. Схема зонального правила регулирования промысла краба-стригуна опилио и его реализация в 2021-2027 гг.

Величина прогнозируемой промысловой биомассы в текущий период перешла в зону устойчивого промысла и восстановления запаса, что, согласно принципам определения цели эксплуатации [Алексеев и др., 2017], соответствует цели: обеспечение стабильного вылова. При изменении состояния запаса, в пределах границ каждого ориентира, коэффициент изъятия меняется, увеличивая или снижая показатель эксплуатации запаса. Соответственно, изменяется рекомендуемая величина общего улова. В случае, если запас оценивается объемом менее F_{SBlim} – вводится запрет на промысел. При оценке запаса в пределах значений от F_{SBlim} до F_{SBtr} коэффициент изъятия устанавливается от 5 до 15% от промыслового запаса. При достижении промысловым запасом значений, превышающих F_{SBtr} , уровень изъятия составляет 15% от промыслового запаса. В силу нахождения промыслового запаса выше граничного состояния F_{SBtr} , принято решение увеличить уровень изъятия до 15%.

Прогноз промыслового запаса. На основе имеющейся биологической и промысловой информации была выполнена оценка состояния запаса краба-стригуна опилио с помощью индикаторного подхода. Границы индикаторов определены методом перцентилей на основе их годовых значений за период 2000-2025 гг. Используемые индикаторы соответствуют требованию длины ряда непрерывных наблюдений, предъявляемых для определения состояния запаса [Буяновский, 2012] (табл. 6).

Учитывая отсутствие «красного» цвета индикаторов, их вес – состояние запаса оценивается по качественным показателям как «стабильное».

Таблица 6

Основные индикаторы состояния запаса краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне, оцениваемые по результатам исследований в 2000-2025 гг.

Индикатор состояния запаса	Нейтральная (желтая) зона значений индикаторов	Значение индикатора и цвет зоны его положения
Сезонная динамика падения ССВ (май-июль), т/месяц	2,0-2,6	2,0 (зеленый)
Доля промысловых самцов, %	85-93	93 (желтый)
Динамика уловов на усилие	5,3-6,0	6,9 (зеленый)
Размер (ШК), мм	115-118	115 (желтый)
Травматизм, %	20-30	28 (желтый)

Величина промыслового запаса краба-стригуна опилио (биомасса промысловой части популяции) в Северо-Охотоморской подзоне на 2027 г. рассчитана с помощью математической модели (см. раздел «Обоснование выбора метода...»). Для расчета использованы оценки численности по всем архивным траловым и ловушечным съемкам, выполненным в период с 2000 по 2024 гг. Пересчет численности промыслового объекта на величину его биомассы выполнен исходя из средней массы промыслового самца в 0,687 кг, которая была получена по результатам съемки 2024 г. Настройка модели на действующие ориентиры управления обеспечивает прогноз возможного вылова (ОДУ) краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне на 2027 г. в объеме 34,220 тыс. т (при прогнозируемой промысловой биомассе 228,1 тыс. т) (табл. 7).

Таблица 7

Биологические ориентиры управления запаса краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне

Параметры	Ориентиры управления	Значение	Возможное изъятие или вылов
Предосторожный подход	Blim	39,103	-
	Btr	130,324	-
	Ftr	0,15	34,220

Обоснование объёма ОДУ. Величина прогнозируемой на 2027 г. промысловой биомассы краба-стригуна опилио составляет 228,1 тыс. т, превышая целевой ориентир управления (189,7 млн экз.), что позволяет применять целевой коэффициент изъятия (15%). В таком случае, исходя из «предосторожного» подхода, при целевом изъятии Etr 15%, рекомендуемая величина ОДУ краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне на 2027 г. может составить 34,220 тыс. т.

Для проверки обоснованности прогноза выполнен расчёт по продукционной модели Шефера (уравнение 1) с фактическими параметрами, полученными по модели BSM: коэффициент роста $r = 0,277$, ёмкость среды $k = 237$ тыс. т. Промысловая биомасса на начало 2025 г., по уточнённым данным, составляет $B_{2025} = 230,953$ тыс. т, вылов за 2025 г. $C_{2025} = 20,7$ тыс. т. Биомасса на начало 2026 г. составит:

$$B_{2026} = 230,953 + 0,277 \cdot (1 - 230,953/237) \cdot 230,953 - 20,7 = 211,9 \text{ тыс. т.}$$

При вылове в 2026 г., равном утверждённому ОДУ (20,749 тыс. т), биомасса на начало 2027 г. составит:

$$B_{2027} = 211,9 + 0,277 \cdot (1 - 211,9/237) \cdot 211,9 - 20,749 = 197,4 \text{ тыс. т.}$$

При прямом расчёте по уравнению Шефера с параметрами $r = 0,277$ и $k = 237$ тыс. т, полученными по модели BSM, и с использованием биомассы на начало 2025 г. (230,953 тыс. т), вылова 2025 г. (20,7 тыс. т) и утверждённого ОДУ на 2026 г. (20,749 тыс. т), биомасса на начало 2027 г. составляет 197,4 тыс. т. Полученное значение (197,4 тыс. т) существенно выше целевого ориентира $FSB_{tr} = 130,4$ тыс. т, что подтверждает возможность применения 15%-го коэффициента изъятия. Однако, итоговая оценка BSM (228,135 тыс. т) выше, поскольку модель учитывает не только уравнение динамики, но и данные траловых съёмок 2021 и 2024 гг., которые указывают на более высокий уровень пополнения и корректируют траекторию запаса. Это демонстрирует преимущество байесовского подхода, интегрирующего разнородную информацию для повышения точности прогноза.

Предельная величина изменения ОДУ на очередной период прогнозирования для запаса краба-стригуна опилио, имеющего статус «стабильный», составляет 20% от предыдущего года, для которого величина ОДУ была установлена в размере 20,749 тыс. т. Таким образом, при указанном ограничении изменения ОДУ, не более, чем на 20%, рекомендуемая величина изъятия краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне может составить на 2027 г. 24,899 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне на 2027 г. в объеме 24,899 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов. При прогнозировании динамики запаса краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне используется допущение, что основные параметры системы «запас-промысел» в 2027 г. сохранятся на уровне 2024-2025 гг. Статус состояния запасов краба-стригуна опилио Северо-Охотоморской подзоны определен как «стабильный». Цель эксплуатации запаса, учитывая приемлемую прогнозируемость и значительное освоение ОДУ (более 70%) – поддержание стабильного вылова. Уровень изъятия в 15% даст возможность оценить эффективность управления запасом при максимальной биомассе запаса. Анализ промысловых усилий для запаса краба-стригуна опилио Северо-Охотоморской подзоны, и диагностика промысловой биомассы были направлены на оценку её устойчивости. Диагностика рассчитанной величины ОДУ (24,899 тыс. т) была выполнена при помощи сравнительного анализа с распределением рекомендуемых величин вылова, полученных в ходе стохастических экспериментов немодельных методов DLMtool. Суть некоторых из этих методов заключается в постепенном изменении ОДУ для поддержания постоянного индекса относительной численности, что близко к логике изменений ОДУ для краба-стригуна опилио Северо-Охотоморской подзоны. Однако, эти методы для имеющихся данных показали достаточно широкий разброс интервалов значений в результатах. Текущему состоянию

запаса и цели управления в наибольшей степени соответствуют результаты расчетов ОДУ, полученные методами Iratio и ICIC2. Сравнение ОДУ (рассчитанного исходя из зонального правила регулирования промысла и коэффициента изъятия), обоснованного историей эксплуатации с интервальными значениями ОДУ, полученных при использовании методов DLMtool, показало удовлетворительные результаты. Собственная оценка ОДУ находится в пределах 50% интервалов аналогичной расчетной величины предложенных методов DLM (рис. 5).

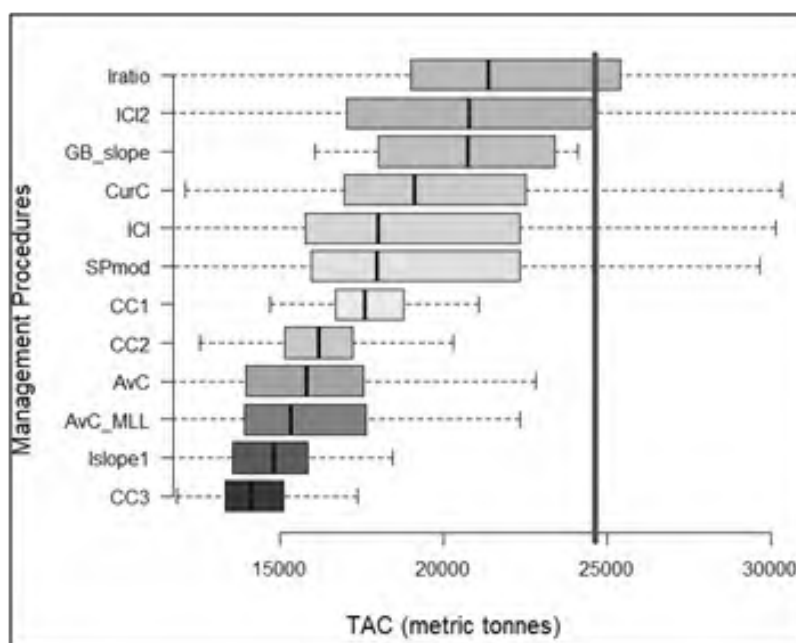


Рис. 5. Графическое представление диагностики расчета ОДУ краба-стригуна опилио методами, реализованными в DLMtool (интервалы величин ОДУ относительно расчётного ОДУ – вертикальная линия).

Использование совокупности методов DLMtool в качестве диагностической процедуры расчетной величины ОДУ в данном прогнозе выполнено в пробном варианте. По мере отбора методов, и обоснования соответствующего критерия «достаточности выбора», включение такого приёма диагностики станет возможным на постоянной основе, например, как поддержки решения о принятии той или иной величины ОДУ.

Краб-стригун опилио (*Chionoecetes opilio*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.2 – подзона Западно-Камчатская

Исполнители: Э.Р. Шагинян, А.И. Варкентин (КамчатНИРО)

Куратор: Д.О. Алексеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Для подготовки материалов, обосновывающих ОДУ краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне на 2027 г., использованы данные учетной ловушечной съемки, выполненной в августе-сентябре 2025 г. на СДСУ «Алестар» (АО «Русский Краб») на акватории, ограниченной координатами 59°00'-60°00' с.ш., 155°50'-160°56' в.д., на глубинах 72-451 м (рис. 1). Было выполнено 70 контрольных станций, взято на биологический анализ 4943 экз. краба-стригуна опилио, определены масса тела и высоты клешни у 2353 экз. краба.



Рис. 1. Карта-схема района исследований краба-стригуна опилио в осенний период 2025 г. в Западно-Камчатской подзоне.

Дополнительно использованы результаты ловушечных съемок, выполненных в прошлые годы (2014-2017, 2019 и 2021-2023 гг.), а также 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 приказом Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, минимальными требованиями к составу информации для I уровня являются: сведения о вылове по функциональным группам и годам промысла, данные о

средней массе, мгновенных коэффициентах естественной смертности по функциональным группам. Результаты учетных съемок, данные промышленной статистики об уловах на единицу промышленного усилия и/или промышленных усилиях, стандартизованные с помощью статистических методов, представляют собой дополнительную информацию для настройки модели.

Главным образом, из-за того, что не удается проводить регулярные исследования на промысловых судах, в настоящее время отсутствуют ежегодные данные о вылове крабов по функциональным группам и годам промысла, поэтому когортные модели в отношении этого запаса неприменимы.

Согласно тому же приказу, минимальные требования к составу информации для II уровня – исторические ряды вылова и уловов на единицу промышленного усилия. Такие данные для краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне есть с 1997 г. Для применения моделей прибавочной продукции необходимо также соблюдение важного условия – улов на усилие должен быть отрицательно связан с количеством усилий. Такая связь хоть и существует, но достаточно слабая. Поэтому продукционные модели также неприменимы.

Входной информацией для использования DLM методов являются сведения о вылове и индексе запаса по годам. Наиболее достоверные данные есть с 1997 г. Следует отметить, что наравне с когортными и продукционными моделями, эти методы рекомендованы для оценки запасов приоритетных видов отечественного рыболовства [Методические рекомендации, 2018]. Они широко применяются в мировой практике (примерно 80% запасов в мире оценивается с использованием DLM методов).

Учитывая вышеизложенное, структура и качество доступного информационного обеспечения для данного запаса в наибольшей степени соответствуют III уровню (прил. 1 к Приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.).

Обоснование выбора метода оценки запаса. Согласно вышеупомянутому приказу, недостаточная полнота и/или качество доступной информации исключает использование моделей эксплуатируемого запаса. Обоснование строится на эмпирических, трендовых, индикаторных и других приближенных методах, применяемых в случае дефицита информации.

Для оценки запасов с III уровнем информационного обеспечения рекомендовано использовать, так называемые, немодельные методы, объединенные в категорию DLM [Бабаян и др., 2018].

С 2020 г. для оценки ОДУ краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне используется метод CC1 (Constant Catch) [Geromont, Butterworth, 2015], реализованный в программном пакете DLMTools.

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

рассчитывается как: $ОДУ_{y+1} = (1 - x) C^{ave}$, где C^{ave} – средний вылов за последние 5 лет:

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

x – коэффициент, принимающий значение в диапазоне от 0 до 1 (в методе СС1 имеет значение $x = 0$).

При реализации всех немодельных методов предполагается, что статистика вылова содержит в себе ошибки, распределенные по лог-нормальному закону: $\varepsilon_y^C \sim N(\mu, \sigma_C^2)$, где μ – среднее значение, σ_C – стандартное отклонение логарифмированных значений остатков.

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

$$C_y = TAC_y e^{\varepsilon_y^C - \frac{\sigma_C^2}{2}}$$

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

Входными данными для расчетов являются сведения о вылове по годам (табл. 1).

Наличие, помимо сведений о вылове, индекса обилия позволяет использовать вместо самых простых методов, оперирующих только данными о динамике вылова (например, AvC, CC, CurC [Geromont, Butterworth, 2015], и др.), более сложные методы типа: Islope, Itarget [Butterworth, Geromont, 2001], ICI, GB_slope и Iratio и др.

Обычно в качестве индекса обилия используют уловы на единицу усилия. Несмотря на то, что такие данные, по сведениям из ОСМ, есть с 1997 г., они не характеризуют состояние запаса по нескольким причинам. Чаще всего такие данные были получены при проведении учетных работ по другим видам крабов, где основным объектом прилова был краб-стригун опилио. В зависимости от участков проведения учетных работ уловы на единицу усилия существенно различались. В районах с высокими скоростями приливо-отливных течений, характерных для северо-восточной части Охотского моря с преобладанием скальных грунтов, стригун опилио в уловах не встречался. Там же, где скорости течений были невелики, а грунты были представлены преимущественно мягкими фракциями (песок, илистый песок), встречаемость краба-стригуна опилио была высокой, значительными были и показатели уловов.

Входная информация для расчета ОДУ краба-стригуна опилю
в Западно-Камчатской подзоне

Годы	Вылов, т	Средний вылов на с/с, т	Биомасса по результатам ловушечных съемок, тыс. т	Обследованная площадь, км ²
1997	143,4	2,9	3,929	2937
1998	235,1	2,9	7,165	2991
1999	307,0	3,5	4,290	2967
2000	709,0	4,2	0,742	2524
2001	378,0	2,5	4,766	11597
2002	601,5	3,4	0,331	887
2003	447,9	2,4	—	—
2004	409,2	0,8	—	—
2005	432,5	0,6	4,259	7102
2006	418,9	0,6	7,532	6883
2007	49,5	1,1	1,175	1867
2008	41,7	1,3	—	—
2009	0,0	—	—	—
2010	4,4	—	—	—
2011	82,9	0,4	—	—
2012	58,4	0,8	—	—
2013	0,0	—	—	—
2014	0,0	—	21,000	15645
2015	0,3	—	—	—
2016	276,4	2,0	—	—
2017	287,1	2,8	—	—
2018	143,9	1,9	—	—
2019	195,3	2,3	—	—
2020	184,3	2,5	—	—
2021	194,6	2,3	2,880	26781
2022	181,6	2,2	11,900	44249
2023	174,0	2,5	1,711	18883
2024	176,4	3,1	—	—
2025	175,0	2,8	26,362	18001

В качестве индекса состояния запаса в DLM методах допускается использование результатов прямого учета. Район обитания стригуна опилю в границах Западно-Камчатской подзоны характеризуется сложным рельефом дна, что, в значительной степени, осложняет проведение здесь учетных работ с использованием донного трала. Те же участки моря, где возможно применение трала, находятся вне зоны охвата традиционной летней учетной донной траловой съемки, проводимой на западно-камчатском шельфе. Поэтому для оценки запаса использовали данные ловушечных съемок, ориентированных, прежде всего, на другой объект лова – краб синий. Тем не менее, в качестве индекса результаты этих съемок не используются, но некоторые результаты в качестве дополнительной информации приводятся в настоящем обосновании.

Учитывая вышеизложенное, для обоснования ОДУ краба-стригуна опилю в Западно-Камчатской подзоне на 2027 г., как и ранее, использован метод СС1.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Одним из объектов специализированного промысла ракообразных в Западно-

Камчатской подзоне является краб-стригун опилио. Освоение ОДУ этого объекта лова в последнее десятилетие шло с различной интенсивностью – от 72,0 до 98,5%, а в среднем составляло 92,4% (табл. 2).

Таблица 2

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

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение ОДУ, %
2016	0,300	0,276	92,0
2017	0,300	0,287	95,7
2018	0,200	0,144	72,0
2019	0,200	0,195	97,5
2020	0,200	0,169	83,5
2021	0,200	0,195	97,5
2022	0,195	0,182	93,3
2023	0,179	0,174	97,2
2024	0,179	0,176	98,5
2025	0,179	0,175	97,8

По результатам первых исследований крабов с использованием прямоугольных ловушек, проведенных еще в конце 90-х годов прошлого столетия в северной части Западно-Камчатской подзоны, было околонтурено два участка с повышенными концентрациями в них промысловых самцов краба-стригуна опилио (Бажин, 1999). Первое скопление находилось в заливе Шелихова на участке с координатами 59°00'-59°30' с.ш., 156°20'-157°05' в.д., где средний улов краба на ловушку составлял 19 экз., второе – на участке с координатами 58°10'-58°20' с.ш., 153°40'-154°05' в.д., где средний улов краба на ловушку составлял 45 экз. (рис. 2).

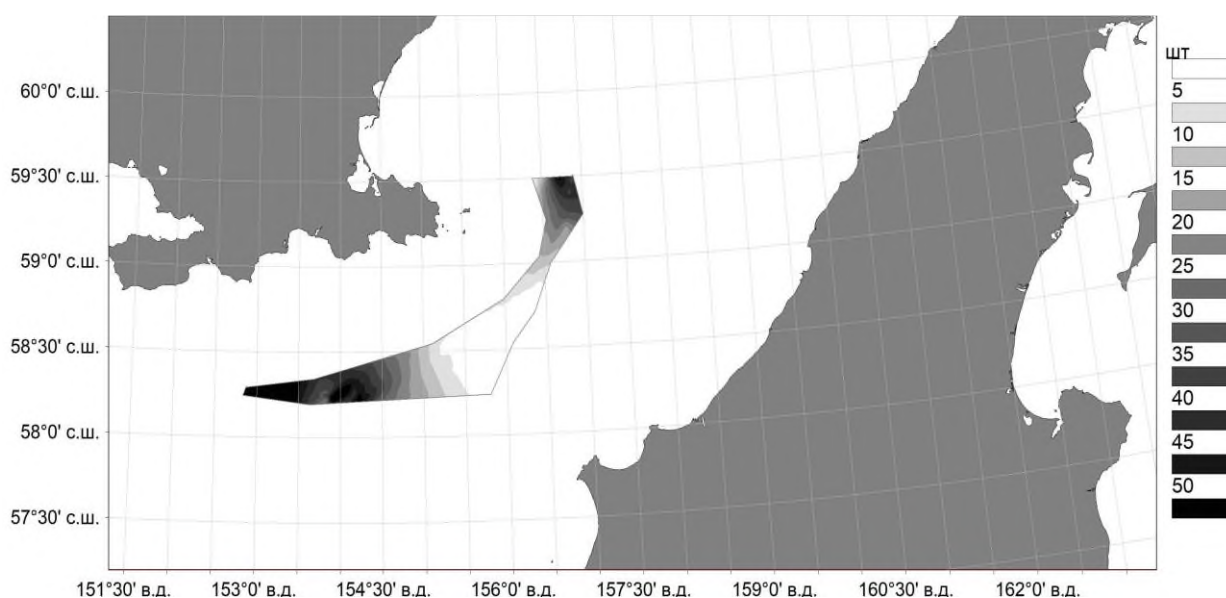


Рис. 2. Распределение скоплений промысловых самцов краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне в июне 1999 г. (по данным учетной ловушечной съемки).

Отличительной чертой сообщества самцов в этих районах являлось не только различие количественных показателей уловов, но и, главным образом, размерного состава самцов. Если в первом районе основу уловов

формировали особи размером 110-114 мм (частота встречаемости 26,5%), то во втором – 125-129 мм (частота встречаемости 21,9%).

Обнаруженные скопления краба были подтверждены исследованиями последующих лет. Так, в 2001 г. при проведении учетных работ с использованием конусных ловушек плотные скопления краба были отмечены на участке с координатами 58°00'-58°30' с.ш., 153°30'-154°30' в.д., где величина уловов колебалась в пределах 8-32 экз./ловушку и в среднем составляла 14 экз./ловушку [Селин, 2001] (рис. 3). Именно на этом небольшом по площади участке моря на границе двух подзон (Северо-Охотоморской и Западно-Камчатской) стал осваиваться запас стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне.



Рис. 3. Распределение скоплений промысловых самцов краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне в июне 2001 г. (по данным учетной ловушечной съемки)

Интенсивный лов краба на небольшой по площади акватории привел к ухудшению состояния популяции, в связи чем, с 2007 по 2010 гг. и с 2013 по 2015 гг. степень антропогенного воздействия на популяцию снизили до уровня, необходимого для проведения работ в рамках научных исследований. Период запрета промышленного лова позитивно отразился на состоянии популяции, и с 2016 г. он был возобновлен.

Исследованиями А.Н. Карасева [2009] установлено, что этот участок моря является периферийной зоной крупнейшей в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне, североохотоморской популяции стригуна опилио. Поэтому у промысловиков имеется возможность ведения лова одновременно в двух промысловых подзонах, расположенных в непосредственной близости друг от друга, что существенно снижает непроизводительные потери промыслового времени. Этот район лова краба привлекателен и с точки зрения более высоких размерно-весовых показателей самцов, по сравнению с таковыми в заливе Шелихова. Здесь размер модальной группы составлял 125-129 мм, как и по данным 1999 г.

Чаще всего активный промысел краба-стригуна опилио начинается в мае (табл. 3), когда основная часть пользователей завершает освоение квот вылова краба синего, и освобождающиеся промысловые мощности переключаются на добычу, главным образом, краба-стригуна опилио, лов которого в Западно-Камчатской и Северо-Охотоморской подзонах, согласно действующим правилам рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, разрешен с 10 апреля.

Таблица 3

Межгодовая динамика среднесуточного улова на промысле краба-стригуна опилио (т)

Годы	Месяцы									
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2016	-	1,497	8,220	1,211	0,903	0,601	1,179	2,649	3,950	
2017	-	-	5,241	1,661	1,665	0,536	4,262	5,739	2,076	
2018	-	1,313	0,624	1,189	-	3,288	2,697	3,027	3,038	
2019	1,184	1,609	3,233	2,204	2,488	1,086	1,484	-	0,255	
2020	7,438	3,758	2,998	1,851	2,568	1,424	-	0,126	3,170	
2021	-	0,493	2,992	-	1,634	1,799	2,756	0,125	2,981	
2022	-	3,486	1,948	2,208	0,551	0,466	1,041	1,626	-	
2023	10,800	0,734	3,919	2,947	0,799	0,949	4,213	4,084	-	
2024	21,966	6,273	-	2,027	0,692	-	-	5,836	-	
2025	-	9,272	1,108	0,649	2,234	2,696	-	-	2,776	

В 2016 г. из 16 зарегистрированных на промысле судов, 9 судов добывали стригуна опилио в течение 6-16 с/с и 7 судов участвовали на промысле эпизодически – 2-4 с/с лова.

В путину 2019 г. 7 судов вели добычу краба в течение 6-16 с/с и столько же судов провели на лову 1-5 с/с, осуществляя параллельный лов стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне и регулярно пересекая границу двух подзон.

В 2020 г. освоение запаса краба-стригуна опилио осуществляли 12 судов, а время их пребывания на промысле варьировало от 1 до 14 с/с. Максимальная продолжительность лова отмечена на судах, производящих готовую мороженую продукцию.

В 2021-2022 гг. интенсивность лова стригуна опилио, по сравнению с предыдущими годами, снизилась. Максимальная промысловая нагрузка фиксировалась в мае-июне (6-8 судов), а продолжительность лова одного судна в августе 2021 г. составляла 14 с/с, в 2022 г. – 11 с/с.

Промысловая деятельность в путину 2023 г. отличалась от таковой прошлых лет количеством судов, осуществляющих освоение запаса краба. Более всего судов на промысле отмечено в августе – 7 ед., в этот же период отмечена и максимальная продолжительность лова одного судна – 12 с/с.

Еще больше отличий в характере промысла стригуна опилио наблюдалось в 2024 г. Так, в конце апреля одним судном за 2 с/с было выловлено 43,9 т краба или 24,5% ОДУ, а среднесуточный вылов составил 22 т, при максимуме 27,3 т, что является историческим максимумом на промысле этого вида краба, причем не только в Западно-Камчатской подзоне,

но и в Северо-Охотоморской, где сосредоточены основные запасы этого вида в Охотском море.

В 2025 г. наиболее интенсивный лов стригуна опилю был зафиксирован в I декаде мая, когда тремя судами за 8 с/с было добыто 74,2 т краба или 41,4% ОДУ. При этом максимальный суточный вылов составил 22,1 т. Подобной интенсивности лова этого вида краба в подзоне прежде не отмечалось.

В последнее десятилетие характер освоения запаса краба-стригуна опилю был разнонаправленным. С 2016 по 2021 гг. бóльшая часть ОДУ осваивалась, преимущественно, во втором полугодии.

Иным образом шло освоение ОДУ в последующие годы. Так, во II квартале 2022 г. степень освоения ОДУ составляла 70%, а в 2023 г. – 45%.

В 2024 г. ОДУ в равной степени осваивался во II и III кварталах, соответственно, 42,1% и 40,1%, Практически также шло освоение ОДУ и в 2025 г.: 46,4% – во II квартале и 45,0% – в III квартале (табл. 4).

Таблица 4

Межгодовая динамика вылова (т) и освоения ОДУ (%) краба-стригуна опилю в Западно-Камчатской подзоне в течение промысловых сезонов 2016-2025 гг.

Годы	Месяцы									
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2016	$\frac{-}{-}$	$\frac{1,5}{0,5}$	$\frac{65,8}{21,9}$	$\frac{64,2}{21,4}$	$\frac{36,0}{12,0}$	$\frac{1,2}{0,4}$	$\frac{18,9}{6,3}$	$\frac{2,7}{0,9}$	$\frac{59,3}{19,8}$	
2017	$\frac{-}{-}$	$\frac{-}{-}$	$\frac{36,7}{12,2}$	$\frac{11,6}{3,9}$	$\frac{74,9}{25,0}$	$\frac{1,6}{0,5}$	$\frac{51,1}{17,0}$	$\frac{86,1}{28,7}$	$\frac{24,9}{8,3}$	
2018	$\frac{-}{-}$	$\frac{40,7}{20,4}$	$\frac{1,3}{0,7}$	$\frac{11,9}{6,0}$	$\frac{-}{-}$	$\frac{3,3}{1,7}$	$\frac{32,2}{16,1}$	$\frac{15,1}{7,6}$	$\frac{39,5}{19,8}$	
2019	$\frac{8,3}{4,1}$	$\frac{8,1}{4,0}$	$\frac{45,8}{24,3}$	$\frac{70,5}{35,3}$	$\frac{37,3}{18,7}$	$\frac{12,0}{6,0}$	$\frac{10,4}{5,2}$	$\frac{-}{-}$	$\frac{0,3}{0,2}$	
2020	$\frac{7,4}{3,7}$	$\frac{15,0}{7,5}$	$\frac{47,5}{23,8}$	$\frac{37,0}{18,5}$	$\frac{20,5}{10,3}$	$\frac{17,1}{8,6}$	$\frac{-}{-}$	$\frac{0,1}{0,1}$	$\frac{22,2}{11,1}$	
2021	$\frac{7,4}{3,7}$	$\frac{12,7}{6,4}$	$\frac{47,5}{23,8}$	$\frac{37,5}{18,8}$	$\frac{20,5}{10,3}$	$\frac{17,1}{8,6}$	$\frac{-}{-}$	$\frac{0,1}{0,1}$	$\frac{41,8}{20,9}$	
2022	$\frac{-}{-}$	$\frac{118,5}{60,8}$	$\frac{19,5}{10,0}$	$\frac{11,0}{5,7}$	$\frac{8,8}{4,5}$	$\frac{0,5}{0,3}$	$\frac{13,3}{6,8}$	$\frac{9,8}{5,0}$	$\frac{-}{-}$	
2023	$\frac{43,0}{24,0}$	$\frac{2,2}{1,2}$	$\frac{35,3}{19,7}$	$\frac{32,4}{18,1}$	$\frac{24,0}{13,4}$	$\frac{3,8}{2,1}$	$\frac{12,6}{7,1}$	$\frac{20,4}{11,4}$	$\frac{-}{-}$	
2024	$\frac{43,9}{24,8}$	$\frac{31,4}{17,5}$	$\frac{-}{-}$	$\frac{62,9}{35,1}$	$\frac{9,0}{5,0}$	$\frac{-}{-}$	$\frac{-}{-}$	$\frac{29,2}{16,3}$	$\frac{-}{-}$	
2025	$\frac{-}{-}$	$\frac{74,2}{41,5}$	$\frac{8,4}{4,7}$	$\frac{1,3}{0,7}$	$\frac{46,9}{26,2}$	$\frac{32,4}{18,1}$	$\frac{-}{-}$	$\frac{-}{-}$	$\frac{11,1}{6,2}$	

в числителе – вылов (т), в знаменателе – освоение ОДУ (%)

Анализ данных промысла 2024-2025 гг. показал исторически высокие суточные уловы краба, что не может не вызывать определенные сомнения в их достоверности. Рекордные уловы фиксировались только у одного судна – СДС «Алдан» (ООО «Пацифик Краб»). В период с 24 по 26 апреля 2024 г. суточный вылов этого судна составлял, соответственно, 16,6 и 27,3 т

стригуна опилию, а в начале мая 2025 г. – 19,7 и 22,1 т. Примечательно, что лов краба этим судном в 2024-2025 гг. осуществлялся на одном и том участке моря, ограниченном координатами 58°06'-58°09' с.ш., 153°34'-153°41' в.д. Кроме того, в 2024 и 2025 гг. на промысле регистрировалось минимальное количество судов за последнее десятилетие, но среднесуточный вылов, по сравнению с истекшим годом, остался, практически, на прежнем уровне (табл. 5).

Таблица 5

Межгодовая динамика количества судов и промысловых усилий на добыче краба-стригуна опилию Западно-Камчатской подзоны

Годы	Месяцы									Кол-во с/с	Кол-во судов, ед.	Ср. сут улов, т
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
2016	-	1	2	8	8	2	4	1	2	136	16	2,03
2017	-	-	1	3	7	2	3	4	4	101	16	2,82
2018	-	2	1	2	-	1	1	2	2	76	13	1,88
2019	1	3	4	4	3	2	2	-	1	94	14	2,10
2020	1	2	2	4	2	2	-	1	1	75	13	2,49
2021	-	1	5	-	2	2	2	1	2	85	15	2,34
2022	-	8	3	2	2	1	2	1	-	82	12	2,21
2023	1	2	3	1	7	1	3	2	-	69	13	2,52
2024	1	2	-	3	2	-	-	1	-	56	8	3,15
2025	-	3	2	1	3	4	-	-	1	54	9	3,12

В настоящее время использование добытого краба-сырца идет по двум направлениям: производство готовой мороженой продукции и транспортировка в живом виде. В последние годы второй вид деятельности у промысловиков превалирует над первым. Если в 2016 г. транспортировкой краба в живом виде занималось 60% промысловых судов, то в 2024-2025 гг. уже 80-87,5%.

Напротив, суда производящие готовую мороженую продукцию, в 2016 г. составляли 40% от общего количества промысловых судов, а в 2024-2025 гг. – 12,5-20,0%. Вероятно, в ближайшие годы подобная практика использования краба-сырца сохранится.

Через 15 лет после первых данных о стригуне опилию из залива Шелихова, осенью 2014 г., по итогам учетных работ в заливе, были оконтурены скопления краба и оценена величина запаса. Высокая плотность распределения промысловых самцов стригуна опилию отмечена к северу от 59°30' с.ш., где показатели улова варьировали в пределах 10-18 экз./ловушку, оцененная численность составила около 35,0 млн экз., а биомасса – 21,0 тыс. т.

Наличие скоплений промысловых самцов в заливе Шелихова было подтверждено и данными исследований 2021-2022 гг. Несмотря на то, что схема контрольных станций в эти годы существенно отличалась от вышеуказанной, плотные скопления промысловых самцов встречались, как и прежде, к северу от 59°30' с.ш.: в 2021 г. – 6-17 экз./ловушку (в среднем – 11 экз./ловушку), в 2022 г. – 14-74 экз./ловушку (в среднем – 41 экз./ловушку).

В 2023 г. исследования крабов в северной части Западно-Камчатской подзоны были продолжены. Как и в предыдущие годы, учетная съемка была проведена в осенний период, но ориентирована она была, как и прежде, на исследования состояния запаса крабов-литотид и севернее $59^{\circ}15'$ с.ш. не проводилась, на участках, где локализованы скопления стригуна опилио.

Результаты учетной ловушечной съемки 2025 г. показали, что участки моря с повышенными концентрациями промысловых самцов стригуна опилио изменений не претерпели и отмечались к северу от $59^{\circ}15'$ с.ш. (рис. 4). Данный рисунок убедительно свидетельствует о том, что при ведении промысла севернее 59° с.ш. вероятность обнаружения плотных скоплений краба промыслового размера очень высока.



Рис. 4. Распределение скоплений промысловых самцов краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне в осенний период 2025 г. (по данным учетной ловушечной съемки).

В целом, за время, истекшее после учетной ловушечной съемки 2014 г., плотностные характеристики скоплений, обнаруженных в заливе Шелихова, существенных изменений не претерпели. Практически не изменилась и размерная структура сообщества самцов (рис. 5), что указывает на отсутствие антропогенного воздействия на популяцию.

Таким образом, в пределах Западно-Камчатской подзоны обитают две популяции краба-стригуна опилио: североохотоморская – на акватории к югу от $59^{\circ}15'$ с.ш. и западнокамчатская – в заливе Шелихова, на акватории к северу от $59^{\circ}15'$ с.ш. В настоящее время промыслом осваивается запас только первой популяции, тогда как запас второй не используется, и его можно считать резервом сырьевой базы в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне.

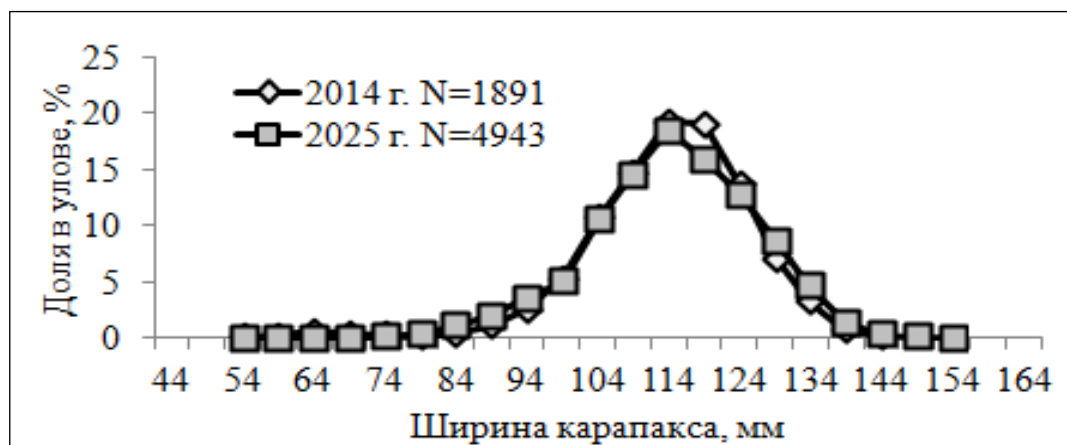


Рис. 5. Размерный состав самцов краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне (залив Шелихова).

Определение биологических ориентиров, обоснование правила регулирования промысла. Правилами регулирования промысла определены следующие биологические ориентиры управления:

- целевой ориентир по численности промыслового запаса $N_{tr} = 22,4$ млн экз.;
- граничный ориентир по численности промыслового запаса $N_{lim} = N_{loss} = 3,7$ млн экз.;
- целевой ориентир по коэффициенту эксплуатации $C_{tr} = 20\%$;
- коэффициент эксплуатации для проведения НИР $C_0 = 1\%$.

Прогнозирование состояния запаса. В границах Западно-Камчатской подзоны обитают две популяции краба-стригуна опилио: собственно западно-камчатская в заливе Шелихова к северу от $59^{\circ}15'$ с.ш. и периферийная часть североохотоморской популяции в районе соприкосновения двух промысловых подзон по меридиану $153^{\circ}30'$ в.д.

В настоящее время промыслом эксплуатируется запас только североохотоморской популяции, в то время как запас стригуна опилио из залива Шелихова не используется, и его можно считать своего рода резервом. По этой причине ожидать каких-либо значительных изменений состояния запаса этой популяции не приходится.

Что касается изъятия стригуна опилио североохотоморской популяции в границах Западно-Камчатской подзоны, необходимо иметь в виду, что предлагаемый к вылову объем краба в Западно-Камчатской подзоне составляет около 1% от объема вылова в Северо-Охотоморской подзоне, и эта величина не окажет в краткосрочной перспективе негативного влияния на состояние запаса популяции.

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Посредством пакета DLMtool оценили ОДУ краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне на 2027 г. методом СС1. При этом вылов в 2026 г. приняли равным ОДУ, т.е. 179 т. В графическом виде результаты расчетов представлены на рисунке 6.

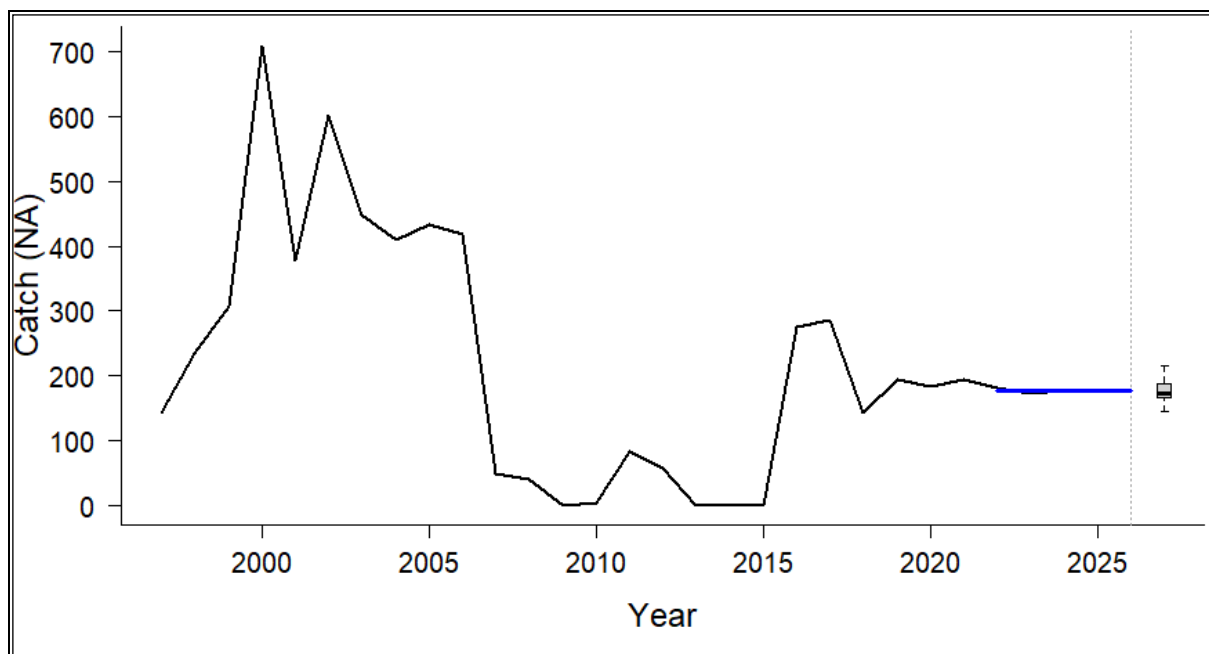


Рис. 6. Результаты расчета ОДУ краба-стригуна опилию в Западно-Камчатской подзоне методом СС1.

Полученная с помощью метода DLMtool медианная оценка возможной величины изъятия краба-стригуна опилию, с минимальным риском нанесения ущерба запасу, равна 179 т. Учитывая стабильное состояние запасов краба-стригуна опилию в Западно-Камчатской подзоне, целесообразно в 2027 г. ОДУ оставить на уровне 2023-2026 гг., в размере 0,179 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна опилию в Западно-Камчатской подзоне на 2027 г. в объеме 0,179 тыс. т.**

Краб-стригун опилио (*Chionoecetes opilio*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.3 – подзона Восточно-Сахалинская

Исполнитель: Г.В. Жуковская (СахНИРО)

Куратор: Д.О. Алексеев (ВНИРО)

Анализ информационного обеспечения. Для разработки прогноза состояния запаса и определения ОДУ краба-стригуна опилио в Восточно-Сахалинской подзоне на 2027 г. были использованы данные контрольного лова и НИР, собранные у северо-восточного и юго-восточного Сахалина в 1990-2008 гг. и 2015-2025 гг. (орудие лова – стандартные ловушки японского образца). Всего за указанный период у северо-востока Сахалина было выполнено порядка 7100 ловушечных станций, на биоанализ взято более 134 тыс. экз. краба обоих полов. Используются также данные ловушечной съемки 2018 г. (рис. 1).

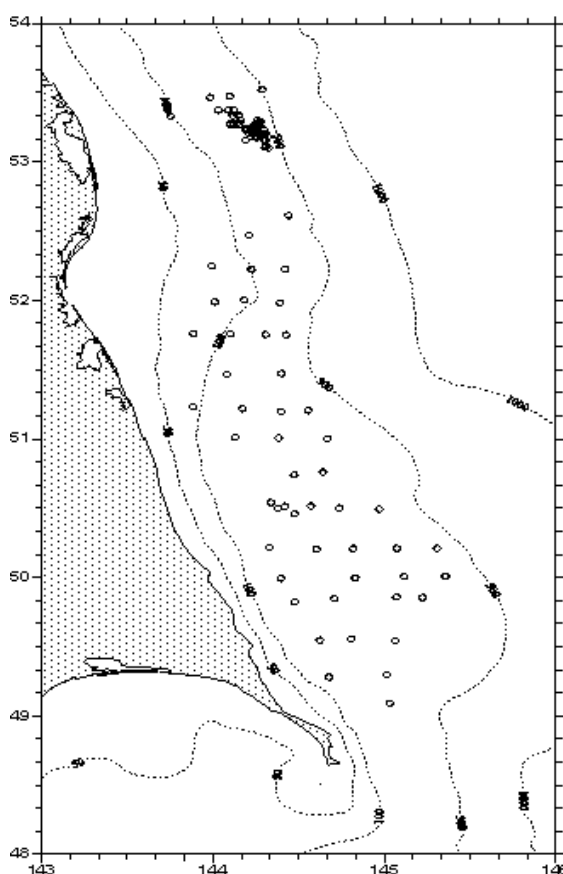


Рис. 1. Карта-схема ловушечных станций, выполненных в 2018 г. у северо-восточного Сахалина.

Для оценки многолетней динамики состояния запаса краба у северо-восточного Сахалина использованы так же данные траловых учетных съемок за период с начала эксплуатации запаса по 2021 г. Всего было выполнено более 4750 траловых станций, на промер и биоанализ было взято около 40

тыс. самцов и 2 тыс. самок краба. В сентябре-ноябре 2021 г. у северо-восточного Сахалина (севернее 49° с.ш.) была проведена траловая учетная съемка на НИС «Дмитрий Песков», выполнено 50 траловых станций (рис. 2).

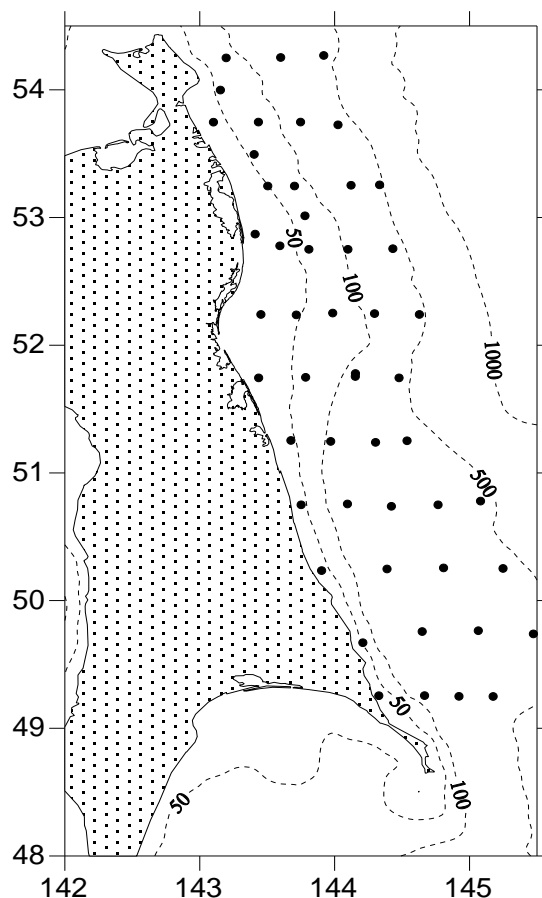


Рис. 2. Карта-схема траловых учетных станций, выполненных в 2021 г. у восточного Сахалина.

Для оценки состояния запаса краба-стригуна опилию у юго-восточного Сахалина использовались данные, собранные в ходе комплексных донных траловых съемок с 1997 по 2025 гг. Суммарно было выполнено 827 траловых станций, на промер и биоанализ было взято 24645 экз. самцов и самок краба (в 2025 г. – 96 станций, 1923 экз. на биоанализ).

За все время ловушечных исследований, включая 2016-2017 гг. и 2019 г., у юго-восточного Сахалина суммарно осуществлено около 3050 выборок порядков, на промер и биоанализ взято около 87,5 тыс. экз. самцов и самок краба. В 2014 г. была проведена наиболее полная траловая учетная съемка в координатах $46^\circ 52' - 48^\circ 30'$ с.ш., на глубинах от 37 до 350 м. Выполнено 30 станций, более 400 экз. самцов и самок взято на биоанализ. Схема выполненных в 2014 г. траловых станций у юго-восточного Сахалина показана на рисунке 3. В 2024 г. был собран материал на промысле краба-стригуна опилию в мае-июне. В ходе работ было выполнено 125 станций, промерено 1104 экз.

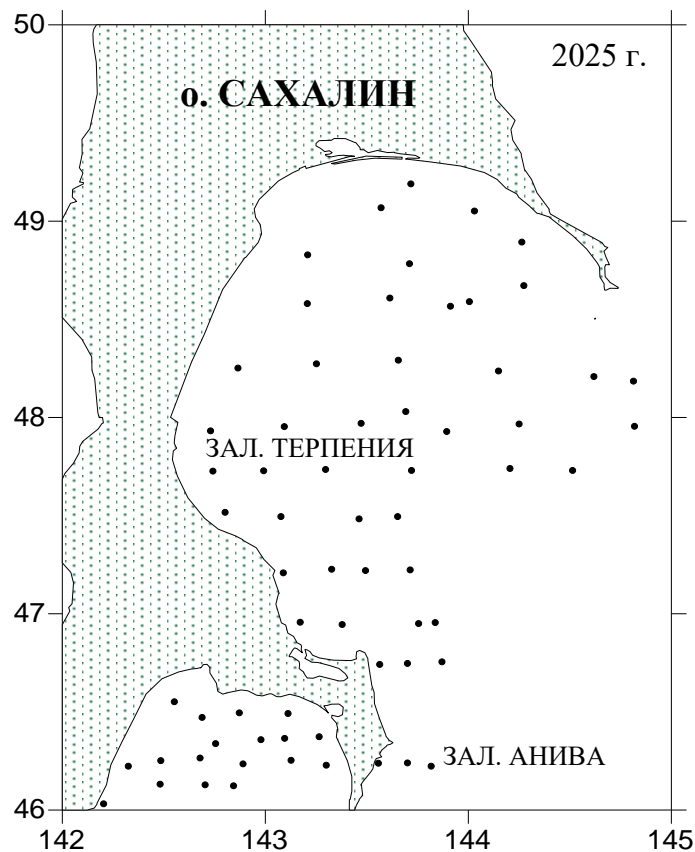


Рис. 3. Карта-схема траловых учетных станций, выполненных в 2025 г. у юго-восточного Сахалина.

Информация о величине промышленного освоения данной единицы запаса получена из базы ОСМ «Рыболовство».

Имеющиеся данные в настоящее время позволяют отнести запас к III уровню информационной обеспеченности, согласно приложению 1 к приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.

Обоснование выбора метода оценки запаса. Проведение учетных траловых съемок позволяет оценить численность и биомассу запаса краба-стригуна опилию Восточно-Сахалинской подзоны. По данным съемок, с помощью метода сплайн-аппроксимации и геостатистической интерполяции (*Kriging*) [Keckler, 1994; Wackernagel, 1995] был рассчитан запас традиционным методом страт (с выделением зон равновеликих уловов) [Аксютина, 1968].

Имеющиеся данные по численности запаса, данные промысловой статистики и биологии крабов позволяют определить промысловые ориентиры для формирования ПРП на основе «принципа предосторожности» [Бабаян, 2000].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. В Восточно-Сахалинской подзоне по результатам многолетних исследований выделяется две, сравнительно независимых, группировки краба-стригуна опилию: у северо-восточного Сахалина (севернее 49° с.ш.) и у юго-восточного Сахалина (южнее 49° с.ш.). Ретроспективный анализ биологического состояния, оценка и прогноз численности, определение ориентиров управления выполняются

отдельно для каждой из этих группировок в силу того, что северо-восточная и юго-восточная части популяции являются самодостаточными популяционными группировками [Первеева, 2019].

Отечественный флот приступил к освоению запасов краба-стригуна опилио у восточно-сахалинского побережья во второй половине 80-х гг. Вылов краба-стригуна опилио достигал наибольших значений в 1985-1995 гг. (2,4-5,2 тыс. т). В период с 1996 по 2001 гг. годовой вылов снизился с 1,9 до 2,5 тыс. т, и в 2002-2003 гг., из-за резкого снижения численности, уловы упали до минимальных значений за всю историю промысла и составили 686-776 т. С 2004 по 2015 гг. промышленный лов краба-стригуна опилио в подзоне не велся. Величина ОДУ определялась в объемах необходимых для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.

С начала возобновления промысла, в 2016 г., наблюдалось успешное освоение объекта. Так, с 2016 по 2021 гг. улов на судосутки варьировал от 3,584 до 6,140 т, улов на порядок составлял 404-761 т, годовой вылов – от 1411 до 3063 т. Освоение объемов ОДУ было более 95%.

В 2022 г. добыча краба осуществлялась силами четырех предприятий, одномоментно было задействовано до 9 судов, общее время промысла составило 1135 судосуток. Лов производили на глубинах от 100 до 550 м. Уловы в среднем составляли 3,604 т/сутки, что существенно ниже предшествующей величины 2021 года в 5,421т/сутки (табл. 1) Годовой вылов составил 4131 т (90% от годового ОДУ).

В 2023 г. годовой вылов составил 4659 тонн (94% ОДУ). Общее время промысла, при этом, увеличилось по сравнению с предыдущим годом (1292 суток). Улов на судосутки остался на уровне предыдущего года (табл. 1). В 2024 г. промысловые показатели были выше прошлогодних. Годовой вылов составил 4965 т (99,7% ОДУ).

Таблица 1

Промысловые параметры, полученные при добыче краба-стригуна опилио в Восточно-Сахалинской подзоне с начала возобновления промышленного лова (2016-2025 гг.)

Год	Улов/судосутки, тонн	Вылов, тыс. т	ОДУ, т	Освоение ОДУ, %	Судосуток
2016	4,937	1,411	1,41	99,9	274
2017	6,140	1,468	1,47	100	239
2018	4,414	1,568	1,57	99,8	356
2019	3,584	1,591	1,60	99,4	445
2020	4,386	2,188	2,27	96,3	510
2021	5,421	3,063	3,22	95,0	565
2022	3,604	4,131	4,58	90,2	1135
2023	3,606	4,659	4,59	93,5	1292
2024	5,332	4,965	4,98	99,7	931
2025	6,358	4,972	4,98	99,8	782

После возобновления промышленной добычи краба-стригуна опилио доля вылова на юго-востоке Сахалина составляла от 10 до 99% от годового ОДУ. При этом в 2020-2021 гг., на фоне стремительного роста запаса в северной части популяции, основной промысел приходится на северо-восточную часть Восточно-Сахалинской подзоны. Доля вылова краба на этом участке превышает 76% от годового ОДУ на подзону (рис. 4). В 2022-2025 гг. интенсивность промысла по районам начинает меняться, увеличиваясь в южной части. В 2025 г. практически весь промысел велся у юго-восточного Сахалина.

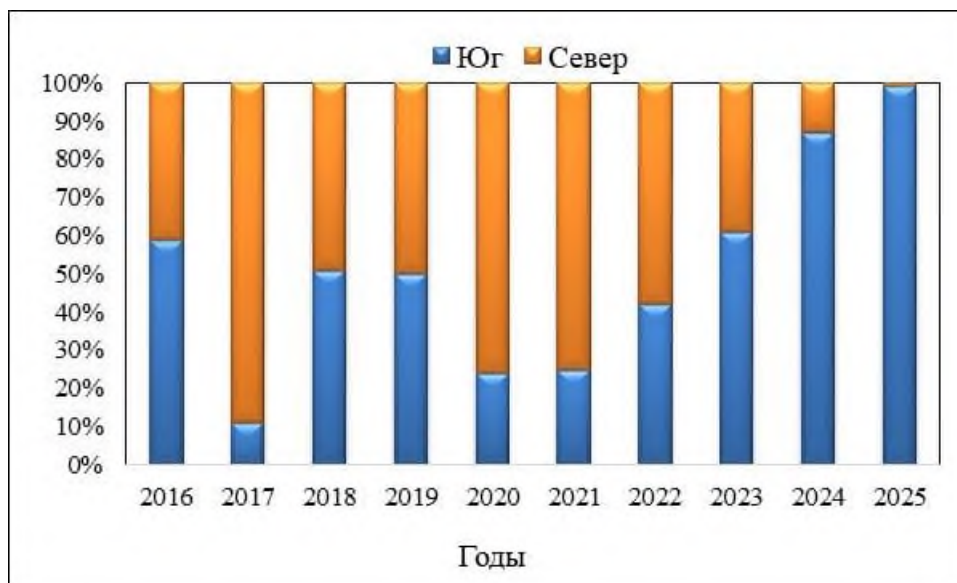


Рис. 4. Доля освоения краба-стригуна опилио у юго-восточного и северо-восточного Сахалина, в % от суммарного годового вылова.

Северо-восточный Сахалин.

За период с 1988 по 2007 гг. наблюдалось значительное сокращение промысловой биомассы краба-стригуна опилио у северо-восточного Сахалина. За этот период биомасса снизилась с 52 тыс. т до 0,7 тыс. т. Для сохранения запаса, с 2004 г. объем ОДУ краба-стригуна опилио определялся только для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.

При отсутствии промыслового пресса, запас краба-стригуна опилио у северо-восточного Сахалина начал постепенно восстанавливаться. Промысловая биомасса достигла значений, при которых вновь стала возможной промышленное освоение это запаса (рис. 5).



Рис. 5. Динамика биомассы промысловых самцов краба-стригуна опилио у северо-восточного Сахалина с 1988 по 2021 гг., по данным траловых съемок.

По данным съемок 2014, 2019 и 2021 гг., отмечался не только рост численности, но и увеличение плотности распределения промысловых самцов, а также площади их распространения в этой части подзоны.

В 2019 г. промысловая численность и биомасса краба-стригуна опилио у северо-восточного Сахалина, по сравнению с данными 2014 г., возросла до 47,8 млн экз. и 24,4 тыс. т, соответственно. В 2021 г. величина промыслового запаса краба-стригуна опилио составила 42,1 тыс. т (табл. 2).

Таблица 2

Промысловая численность и биомасса краба-стригуна опилио у северо-восточного Сахалина, по данным траловых учетных съемок 2014, 2019 и 2021 гг.

Год	Расчетная численность промысловых самцов, млн. экз.	Биомасса промысловых самцов, тыс. т	Средняя масса промысловых самцов, кг
2014	17,755	10,404	0,586
2019	47,828	24,392	0,510
2021	76,586	42,122	0,550

По данным съемки 2021 г. у северо-восточного Сахалина, краб-стригун опилио был отмечен на 45 траловых станциях (частота встречаемости 90%). Максимальный улов промысловых самцов (416 экз. на час траления), с плотностью более 10 тыс. экз./кв. милю, наблюдался на станции с координатами 53°15' с.ш., 144°20' в.д., на глубине 453 м (рис. 6). Наибольший улов непромысловых самцов (500 экз. на час траления), и плотность скоплений более 15 тыс. экз./кв. милю отмечены в районе с координатами 52°15' с.ш., 143°59' в.д., на глубине 116 м. Плотное скопление самок, в основном половозрелых, обнаружено на участке 51°15' с.ш., 143°58' в.д., на глубине 111 м, где их улов составил 392 экз./час траления, с плотностью распределения более 15 тыс. экз./кв. милю.

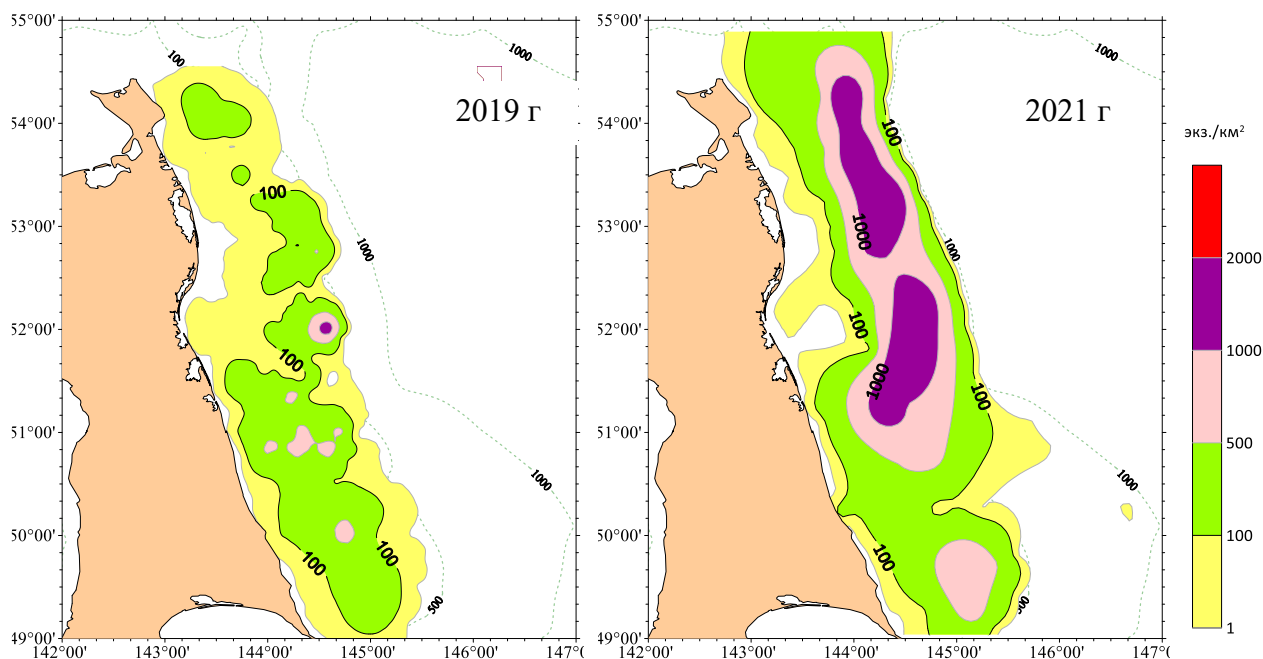


Рис. 6. Пространственное распределение промысловых самцов краба-стригуна опилио в 2019, 2021 гг. у северо-восточного Сахалина, по данным траловых учетных съемок.

В 1990-2008, 2015-2018, 2020, 2021, 2022 и 2023 гг. у северо-восточного Сахалина проводили исследования с помощью крабовых ловушек японского образца. Динамика средних уловов на усилие промысловых самцов за указанный период показана на *рисунке 7*. За период интенсивной эксплуатации уловы промысловых самцов краба-стригуна опилио уменьшились, в среднем, с 25,4 экз./ловушку в начале 1990-х гг. до 5,3 экз./ловушку в 2006 г. В 2016 г., при возобновлении промысла, средний улов на ловушку составлял 16,8 экз. промысловых самцов. В последующие годы средний улов увеличился и превысил 30 экз., это самые высокие показатели за всю историю промысла.

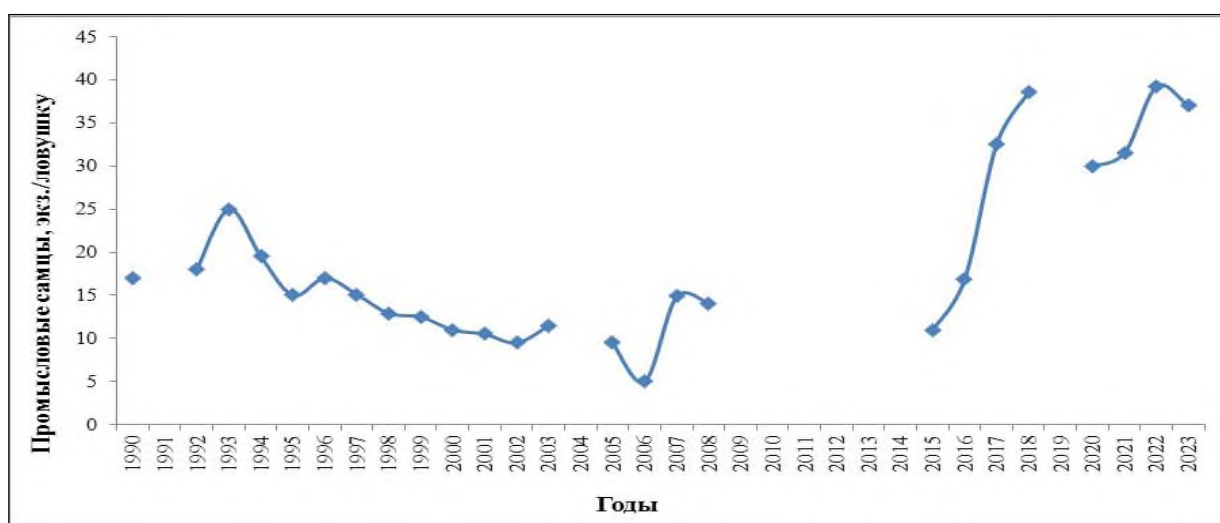


Рис. 7. Динамика уловов на ловушку самцов промыслового размера краба-стригуна опилио у северо-восточного Сахалина за 1990-2023 гг. (японские конические ловушки).

Некоторые параметры размерной структуры краба-стригуна опилио

в уловах ловушек у северо-востока Сахалина за ряд лет показаны в *таблице 3*. Средний размер самцов краба-стригуна опилио в уловах ловушек снизился с 11,3 (начало исследований) до 9,8-10,4 см (2005-2008 гг.). После увеличения доли промысловых самцов и средних размеров (2015-2022 гг.), в 2023 г. в уловах доля промысловых особей снизилась до 78,3%, средний размер – до 10,9 мм.

Таблица 3

Динамика среднего размера самцов и доли промысловых особей краба-стригуна опилио у северо-востока Сахалина за ряд лет, в ловушечных уловах

Год	Средний размер, см	Количество экз.	Доля пром. самцов, %
1990	11,3	8462	93,2
1993	11,1	5620	92,1
1994	10,8	1643	84,2
1995	10,7	7850	76,9
1996	10,7	2761	74,3
1997	10,6	7342	71,1
1998	10,6	8880	71,1
1999	10,4	2510	70,3
2000	10,0	4376	47,3
2001	10,2	30911	58,3
2002	10,2	7892	53,6
2003	10,3	10826	57,3
2005	9,8	11406	49,3
2006	10,2	10959	56,9
2007	10,4	5420	67,7
2008	10,3	3643	67,5
2015	11,2	1584	87,6
2016	11,4	2379	87,8
2017	11,1	6013	94,4
2018	11,3	4441	92,0
2021	11,0	2520	85,4
2022	11,1	1787	88,0
2023	10,9	801	78,3

Средняя ширина карапакса самцов краба в последние годы в уловах трала также была больше среднемноголетней – в среднем, более 9 см. Масса самцов составляла, в среднем, 311 г (промысловых – 586 г), самок – 52 г. Доля промысловых особей превышала четверть уловов, достигнув максимума в 40% в 2005 г., когда в уловах было мало молоди. Такие изменения в размерной структуре являются следствием накопления в популяции крупноразмерных самцов из-за отсутствия промышленного лова до 2016 г. В 2019 и 2021 гг. в траловых уловах отмечалась значительная доля молоди, при этом доля промысловых особей сократилась и составила 32 и 36%, соответственно. Размерная структура траловых уловов самцов краба, по данным 2019 и 2021 г., представлена на *рисунке 8*.

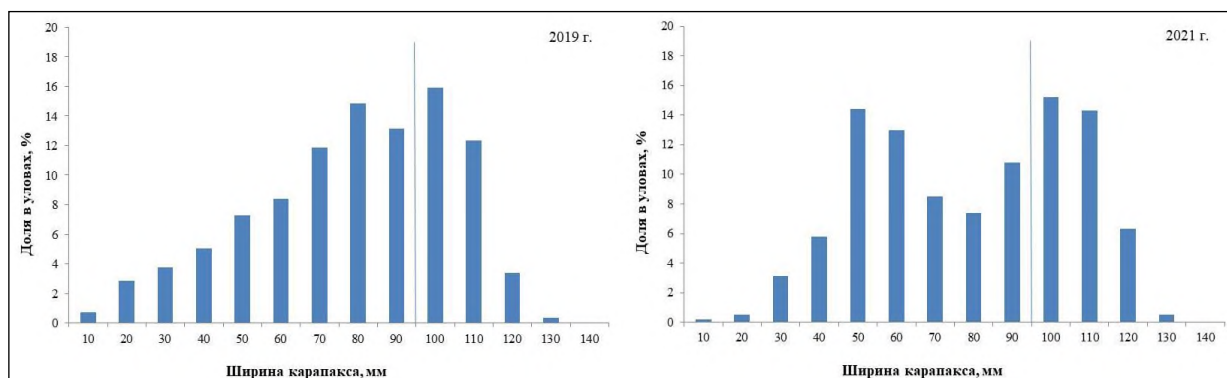


Рис. 8. Размерный состав самцов краба-стригуна опилю у северо-восточного Сахалина в 2019 и 2021 гг., по данным траловых учетных съемок.

Юго-восточный Сахалин.

Учетная численность и биомасса промысловых самцов у юго-восточного Сахалина к середине 2000-х гг., по траловым данным, снизились более чем на порядок, по сравнению с максимальными значениями, отмеченными в 1988-1989 гг. За период с 1988 по 2004 гг. численность промыслового запаса уменьшилась с 19,8 до 1,5 млн. экз. (рис. 9).



Рис. 9. Динамика численности промысловых самцов краба-стригуна опилю у юго-восточного Сахалина за период с 1988 по 2025 гг., по данным траловых учетных съемок.

У юго-восточного Сахалина увеличение численности промысловых самцов идет гораздо медленнее, чем в северо-восточной части подзоны. Так, у юго-восточного Сахалина текущая численность, по сравнению с минимальной наблюдаемой, увеличилась примерно в 5 раз.

По данным траловой съемки промысловые самцы в 2020 г. в наибольшем количестве (348 экз. на час траления) встречались в районе с координатами 48°11,4' с.ш., 145°05,4' в.д., на глубине порядка 140 м, на илисто-песчаном грунте. Наибольшая концентрация непромысловых самцов наблюдалась в заливе Терпения, на станции с координатами 48°50' с.ш., 143°18' в.д., на глубине 38 м. Улов непромысловых самцов на этом участке составил 3384 экз. час траления. Наибольшее скопление самок, в основном

половозрелых, обнаружено на участке с центром $48^{\circ}48'$ с.ш., $144^{\circ}48,4'$ в.д., на глубине 82 м, где их улов составил 3636 экз./час траления. Биомасса промысловых самцов по данным съемки 2020 года оценена в 3,915 тыс. т.

По данным траловой съемки, выполненной в 2025 г., краб-стригун опилио отмечался на 59 станциях (частота встречаемости – 70,2%), в диапазоне исследованных глубин от 26 до 306 м. Частота встречаемости промысловых самцов составила 45,2%, непромысловых самцов – 64,2%, самки отмечались на 65,4% станций. Промысловые самцы в максимальном количестве (6581 экз./км²) встречались в районе с координатами $47^{\circ}13,4'$ с.ш., $143^{\circ}42,8'$ в.д., на глубине 306 м. По всему району исследований в уловах отмечалась значительная доля молодежи, максимальный улов непромысловых самцов составил 38247 экз./км² на станции с координатами $45^{\circ}59,2'$ с.ш., $142^{\circ}47,0'$ в.д., на глубине 93 м. Наибольшее скопление самок было обнаружено в самой южной части акватории, на участке с центром $45^{\circ}43,9'$ с.ш., $143^{\circ}40,0'$ в.д., на глубине 186 м, где их улов составил 23336 экз./км² (рис. 10). Биомасса промысловых самцов составила 15358 тонн.

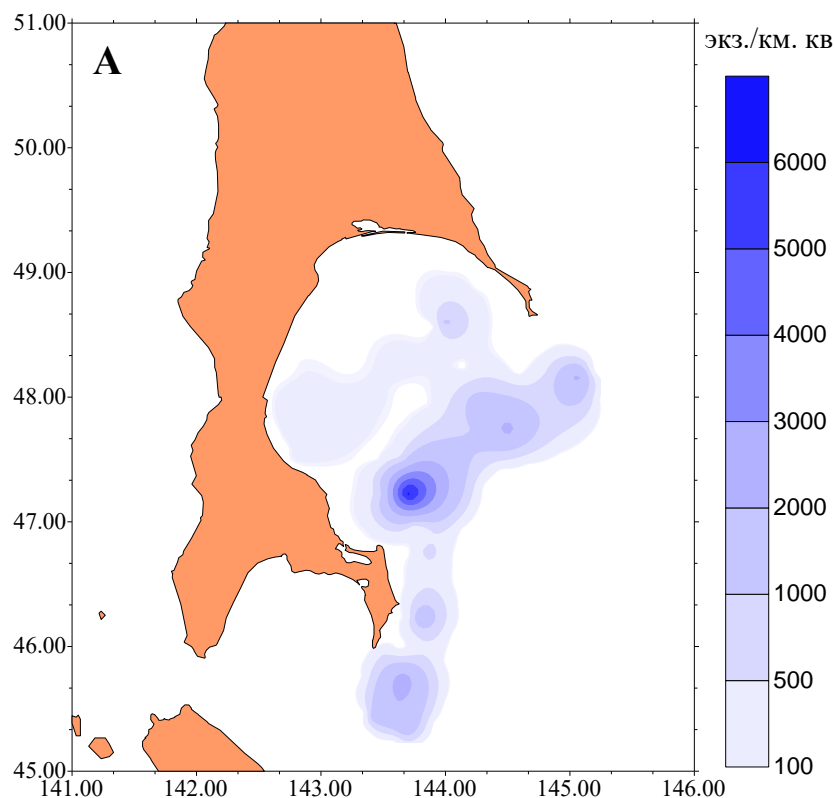


Рис. 10. Пространственное распределение промысловых самцов краба-стригуна опилио у юго-восточного Сахалина в 2025 г., по данным траловой учетной съемки.

Накопленный многолетний материал по динамике уловов на усилие показал, что с начала исследований до 2005 г. имелась устойчивая тенденция снижения ловушечных уловов самцов краба-стригуна опилио с 25 до 7 экз./ловушку (рис. 11).

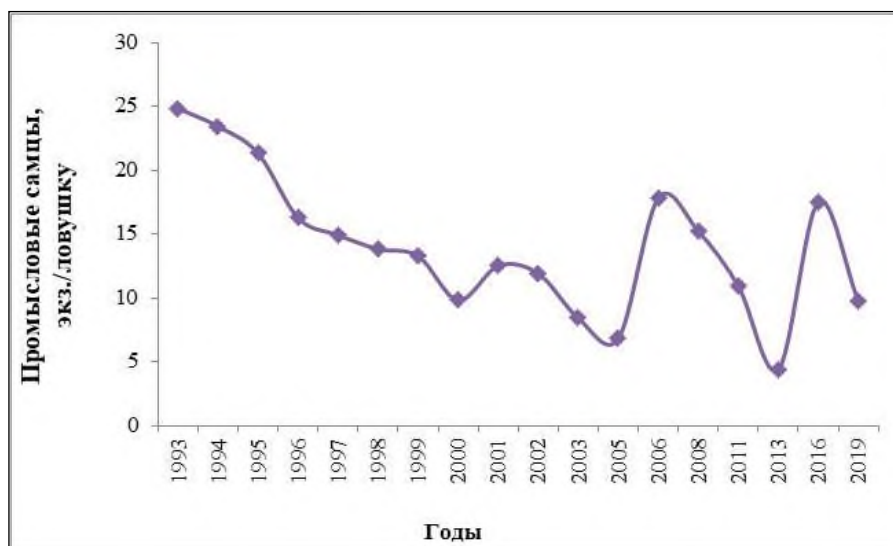


Рис. 11. Динамика уловов на усилие промысловых самцов краба-стригуна опилио у юго-восточного Сахалина, по данным контрольного лова и НИР за ряд лет (японские конические ловушки). Данные за 2011, 2013 и 2019 гг. – только юго-восточнее м. Анива.

К 2006 г. зафиксировано некоторое увеличение средних уловов промысловых самцов по сравнению с более ранним периодом. В пределах скопления краба юго-восточнее мыса Анива уловы, в среднем, достигали 15-18 экз./ловушку. В 2011, 2013 и 2019 гг. ловушечные исследования проводили на небольшом участке акватории в том же районе. Были обловлены не все глубины, где концентрируются промысловые скопления краба-стригуна опилио, а уловы промысловых самцов этого вида крабов, в среднем, составляли около 8-9,9 экз./ловушку.

Летом и осенью 2016 г. у юго-восточного Сахалина были проведены ловушечные работы. Исследования были выполнены на участках с координатами 45°00'-45°59' с.ш. и 48°02'-48°44' с.ш., на глубинах 18-217 м. Уловы промысловых самцов, в среднем, достигали 17,4 экз./лов., непромысловых – 4,4 экз./лов.

Средний размер самцов, по результатам исследований разных лет, изменялся довольно значительно – от 49,9 мм в 2002 г. до 89,1 мм в 2014 г. Доля промысловых особей варьировала от 2 до 20% и изменялась в зависимости от диапазона глубин и района охваченного съемкой.

В 2014 г. средний размер самцов в уловах трала у юго-восточного Сахалина составлял 89 мм, наибольший – 137 мм, самок – 57 и 70 мм, соответственно. Было отмечено большое количество молоди, поэтому доля промысловых самцов в уловах не превышала 20% (рис. 12).

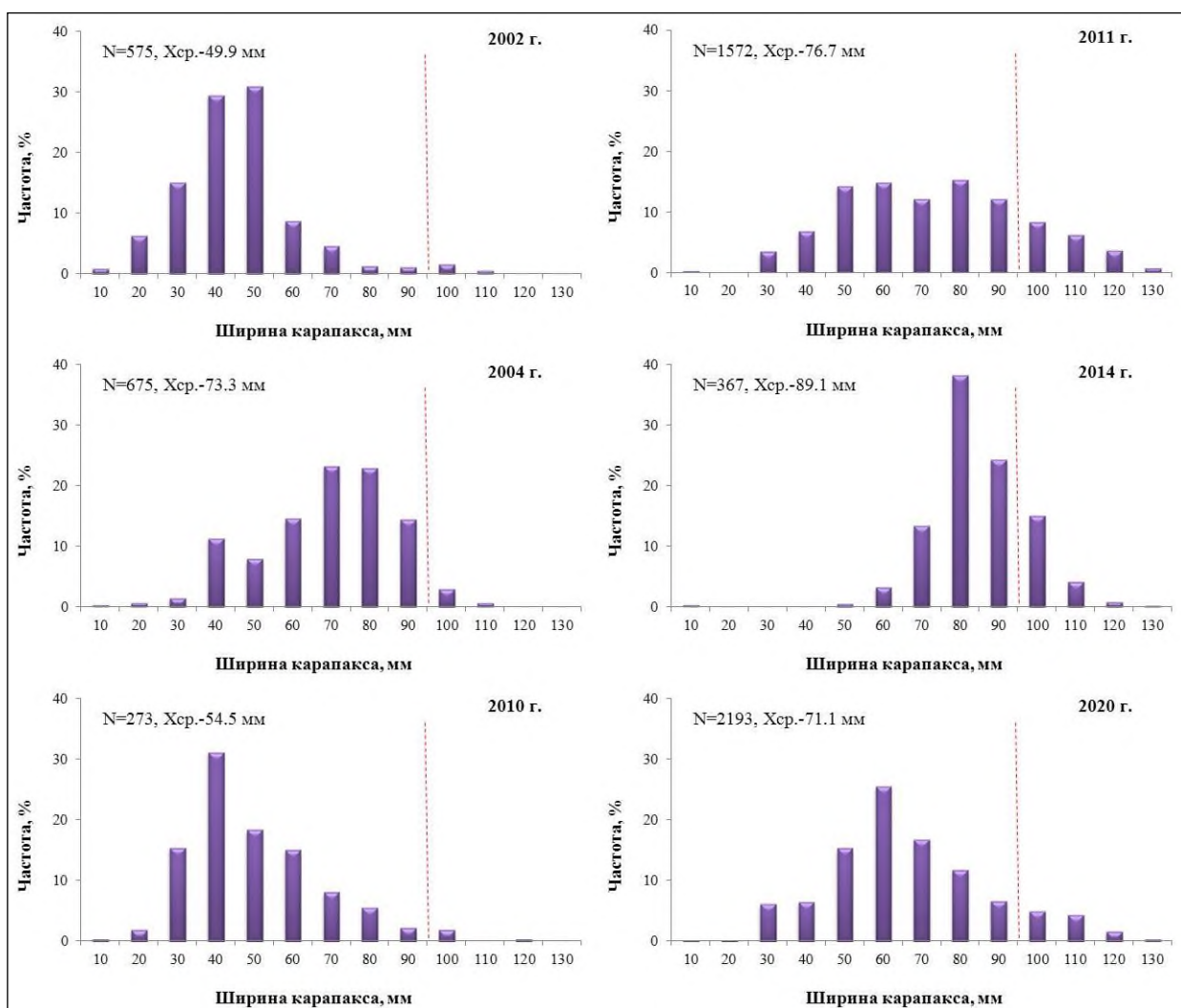


Рис. 12. Размерный состав самцов краба-стригуна опилио у юго-восточного Сахалина с 2002 по 2020 гг., по результатам научных траловых съемок.

По материалам 2020 г., доля промысловых самцов в траловых уловах составляла 11%, средняя ширина карапакса самцов – 71,1 мм (от 15 до 142 мм). Средняя масса тела промысловых самцов краба-стригуна опилио составляла 505 г.

В уловах донной-траловой съемки 2025 г. размеры самцов стригуна опилио изменялись от 11 до 141 мм, при среднем значении – 70 мм, средний размер промысловых самцов составил 113,1 мм, размеры самок – от 5 до 88 мм, в среднем – 52,6 мм (рис. 13). Масса самцов изменялась в пределах 1-1866 г, в среднем – 230,1 г, средняя масса промысловых самцов – 721,9 г, масса самок составляла от 8 до 184 г, при среднем значении – 66,5 г.

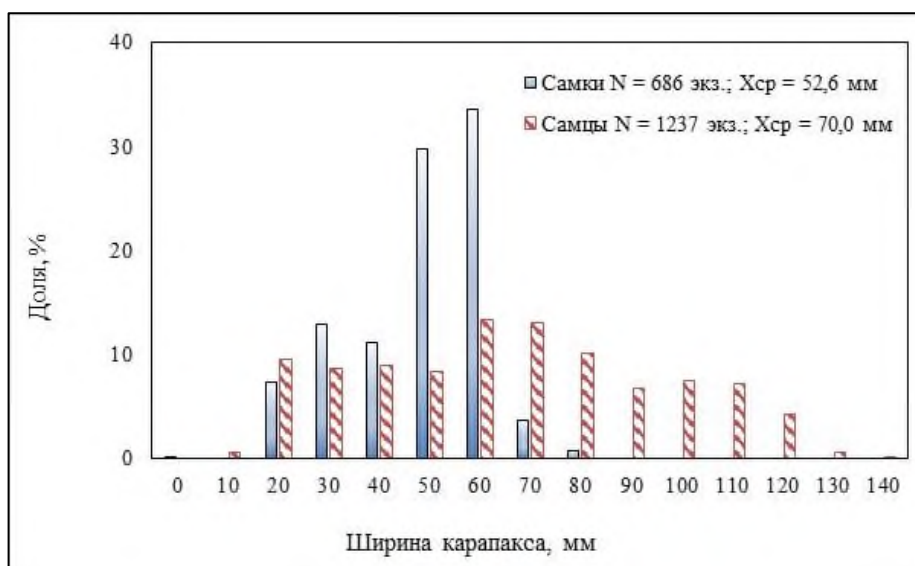


Рис. 13. Размерный состав самцов и самок краба-стригуна опилио у юго-восточного Сахалина в 2025 г., по результатам научных траловых съемок.

Снижение среднего размера самцов по ловушечным и траловым данным произошло почти одновременно. В ловушечных сборах с 1993 по 2003 гг. средний размер самцов краба снизился с 114 до 92 мм. Начиная с 2005 г., средний размер крабов в ловушечных уловах возрастал, стабилизируясь, как и в северо-восточной части подзоны, в последние годы на уровне около 110 мм (табл. 4). По данным, собранным в ходе промысла краба-стригуна опилио в 2024 г., средний размер самцов составил 11,2 см, доля самцов промыслового размера была почти 100%.

Таблица 4

Динамика среднего размера самцов и доли промысловых краба-стригуна опилио у юго-востока Сахалина за ряд лет в ловушечных сборах (НИР и контрольный лов)

Год	Средний размер, см	Стандартная ошибка, см	Объем выборки, экз.	Доля пром. самцов, %
1993	11,4	0,01	3803	98,4
1994	11,1	0,03	3789	92,2
1995	10,8	0,01	13258	82,3
1996	10,8	0,03	16173	76,0
1997	10,5	0,01	16407	64,7
1998	10,2	0,03	1492	55,2
1999	10,1	0,02	5098	51,0
2000	10,0	0,02	4068	50,9
2001	10,4	0,01	8670	57,9
2002	10,2	0,02	2767	59,8
2003	9,2	0,04	1646	32,0
2005	10,2	0,03	1310	60,5
2006	10,2	0,03	3364	56,9
2008	10,6	0,02	3056	71,0
2011	10,9	0,03	2510	70,0
2012	11,0	0,02	5266	72,0
2013	10,7	0,03	2808	62,7
2016	11,1	0,02	2583	70,1
2024	11,2	0,25	1101	99,1

Определение биологических ориентиров. Оценки ориентиров управления для рассматриваемых группировок краба-стригуна опилио были определены на основе ретроспективной динамики запаса. По промысловой биомассе целевой ориентир управления для краба-стригуна опилио у северо-восточного Сахалина представляет собой нижнюю границу 95%-го доверительного интервала исторически наибольших значений биомассы.

В качестве граничного ориентира по биомассе принята величина промысловой биомассы за год до введения запрета на промысел. Буферный ориентир был выбран как верхняя граница 95%-го доверительного интервала для средней биомассы с 1997 по 2007 гг., когда наблюдалась наиболее низкая численность, по сравнению с рядом лет исследований.

Целевой ориентир по индексу запаса для северо-восточного Сахалина взят как наибольшее значение для сглаженного ряда данных, граничный – как исторический минимум, буферный – как верхняя граница 95%-ного доверительного интервала, вычисленного для ряда от 1993 г. до 2003 г., относительно средней величины (табл. 5).

Таблица 5

Биологические ориентиры управления для краба-стригуна опилио в Восточно-Сахалинской подзоне

Восточно-Сахалинская подзона	По индексу запаса, экз./ловушку			По промысловой биомассе, тыс. т			По коэффициенту изъятия, %	
	I_{tg}^*	I_{buf}	I_{lim}	B_{tg}	B_{buf}	B_{lim}	u_{tg}	u_{lim}
Северо-восток Сахалина (южнее 49° с.ш.)	17,3	12,1	10,4	23,40	9,36	2,47	22	27
Юго-восток Сахалина (севернее 49 с.ш.)	20,3	10,2	8,4	8,56	2,55	0,89	22	25

* tg – целевой ориентир, buf – буферный ориентир, lim – граничный ориентир.

Целевой ориентир по индексу запаса краба-стригуна опилио для юго-восточного Сахалина был взят как максимальное значение для сглаженного ряда фактических уловов на ловушку, граничный – как величина уловов в год, предшествующий введению запрета на промысел, а буферный – как нижняя граница 95%-ного доверительного интервала, вычисленного относительно ряда средней величины с 1997 г. по 2008 г.

По промысловой биомассе целевой ориентир управления представляет собой нижнюю границу 95%-го доверительного интервала наибольших значений. В качестве граничного ориентира принята величина промысловой биомассы за год до введения запрета на промысел, буферный был выбран как верхняя граница 95%-го доверительного интервала для средней биомассы с 1999 по 2003 гг., когда было отмечено снижение промысловой численности впятеро. Для северо-восточного Сахалина целевой ориентир по доле изъятия оценен в 22%, граничный – в 27% промысловой биомассы, для юго-восточного – 22 и 25%, соответственно.

Обоснование правила регулирования промысла. Правила регулирования промысла (ПРП) 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, $B_t > B_{tr}$: $u_{rec} = const = u_{tr}$.

Поскольку запас в подзоне в целом имеет статус «растущий», в соответствии с ПРП, разработанными для данных запасов, величина изъятия для краба-стригуна опилию северо-восточного Сахалина составит 22% от величины промыслового запаса, для юго-восточного Сахалина – 10% (рис. 14, рис. 15).

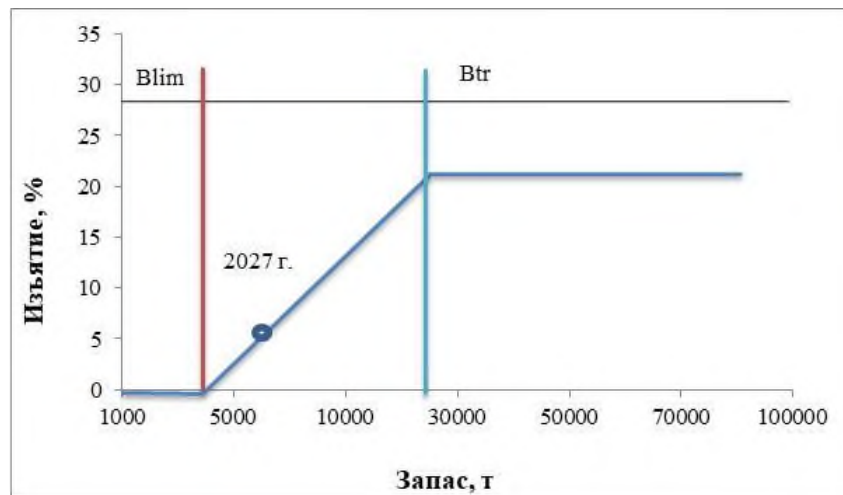


Рис. 14. Графическое представление ПРП для краба-стригуна опилию у северо-восточного Сахалина на 2027 г.

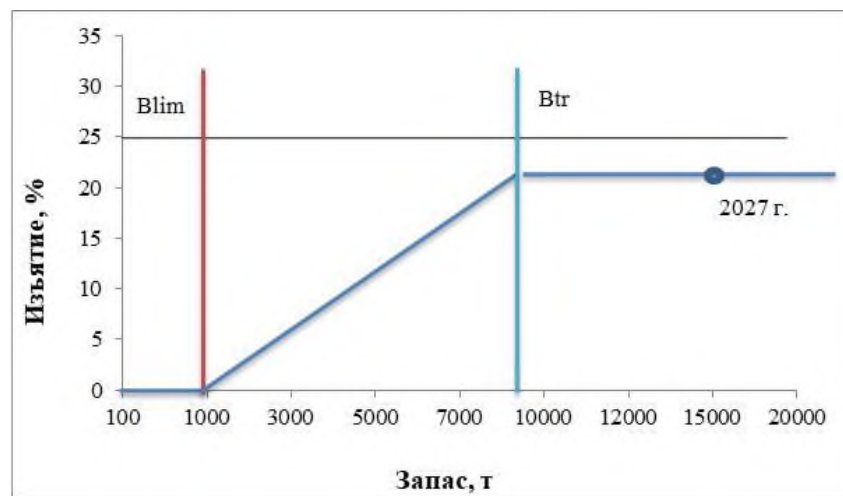


Рис. 15. Графическое представление ПРП краба-стригуна опилию у юго-восточного Сахалина на 2027 г.

Статус запаса краба-стригуна опилию в юго-восточной части Восточно-

Сахалинской подзоны, учитывая современные данные, оценивается как «восстанавливающийся». В северо-восточной части подзоны имеющиеся данные указывают на продолжающееся увеличение запаса, что подтверждает «растущий» статус данной единицы запаса.

Долговременной целью эксплуатации запаса краба-стригуна опилио в Восточно-Сахалинской подзоне, после значительного снижения его численности в конце 90-х гг., должно являться обеспечение сохранения устойчивой тенденции к восстановлению ресурсов.

Прогнозирование состояния запаса. Результаты учетных донных траловых съемок, выполненных в 2019 и 2021 гг., демонстрируют значительный рост запаса популяции краба-стригуна опилио у северо-восточного Сахалина. Оценки промысловой численности и биомассы достигли уровня начала 1990-х гг. Промысловая биомасса у северо-восточного Сахалина увеличилась с 10,404 тыс. т в 2014 г. до 42,122 тыс. т в 2021 г. Кроме того, результаты наблюдений на промысле краба-стригуна опилио, выполненные в последние годы у северо-востока Сахалина, показали довольно высокую величину уловов, что также свидетельствует о росте запаса в этой части подзоны. В тоже время, нужно заметить, что увеличение вылова в 2022 году на 35% относительно 2021 года повлекло за собой снижение среднесуточного вылова на 34% и, в конечном итоге, привело к почти двукратному увеличению усилий. Эти сигналы требуют тщательной проверки, как корректности оценки запаса, так и промысловых параметров. Смещение промысла с северного скопления на южное скопление в большей степени обусловлено ростом численности краба-стригуна опилио на юге, что обеспечивает устойчивый промысел. При этом надо отметить, что увеличение численности стригуна опилио в последние годы в Восточно-Сахалинской подзоне проходило исключительно за счет северо-восточного Сахалина. При отсутствии съёмки, подтверждающей изменения численности северного скопления краба в ту или иную сторону, необходимо считать состояние северного скопления краба-стригуна опилио неопределённым. У юго-восточного Сахалина продолжается восстановление промыслового запаса краба-стригуна опилио.

При этом, можно ожидать, что в 2027 г. биомасса промыслового запаса не опустится ниже средних значений, полученных по результатам последней учетной съемки у юго-восточного Сахалина, и составит 15,358 тыс. т, и уровня оценки запаса съемок 2011-2020 гг. (запас представлен мало- и среднечисленными поколениями) для северо-восточного Сахалина – 7,250 тыс. т. До проведения комплексной донной траловой съемки или ловушечной съемки, в рамках сохранения ВБР, наиболее рационально ориентироваться на минимальное значение промысловой численности самцов для данного района.

Обоснование объема ОДУ. Величина запаса краба-стригуна опилио у северо-восточного Сахалина, согласно модельным расчетам, в 2027 г. будет находиться ниже значения целевого ориентира управления по численности (биомассе) промыслового запаса. В дополнение к этому, последовательное

снижение величины изъятия краба-стригуна опилио и снижение показателей улова на усилии также указывает на то, что началось снижение промыслового запаса у северо-восточного Сахалина. Хотя запас у юго-западного Сахалина демонстрирует уверенный рост, в целом по подзоне тенденции динамики запаса разнонаправленные. С учетом «предосторожного» подхода, рекомендуется снизить величину промыслового изъятия на 2027 г. В соответствии с правилами регулирования промысла для краба-стригуна опилио Восточно-Сахалинской подзоны допускается снижение, по сравнению с предшествующим годом (на 2026 г. рекомендован ОДУ в размере 4,981 тыс. т), на 20%. В этом случае рекомендуемая величина изъятия в 2027 г. может составить 3,985 тыс. т.

Таким образом, рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна опилио в Восточно-Сахалинской подзоне в 2027 г. в объеме 3,985 тыс. т.

Краб-стригун опилио (*Chionoecetes opilio*)

61.05 – зона Охотское море

61.52 – подрайон Центральная часть Охотского моря

Исполнитель: С.М. Русяев (МагаданНИРО)

Куратор: Д.О. Алексеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Прогноз ОДУ краба-стригуна опилио на 2027 г. в подрайоне Центральная часть Охотского моря подготовлен на основе данных учётно-ловушечных съёмок, выполненных с борта НИС «Зодиак» в сентябре 2015 г., в июне 2018 г., в августе 2025 г. В 2015 г. учётно-ловушечная съёмка выполнена на акватории площадью 42,6 тыс. км² от 51°30' до 55°36' с.ш., между 148°41' и 150°30' в.д., с глубинами от 297 до 1334 м (27 учётных станций, 219 экз. самцов). Расчётная площадь для оценки промыслового запаса стригуна опилио составила 7,0 тыс. км². В 2018 г. исследованиями была охвачена акватория с глубинами от 304 до 570 м (20 учётных станций, поймано 63 самца краба-стригуна опилио). Расчётная площадь для оценки промыслового запаса краба-стригуна опилио составила 1 тыс. км². В 2025 г. исследованиями была охвачена акватория с глубинами от 304 до 570 м (14 учётных станций, ни одного самца краба-стригуна опилио поймано не было). Расчётная площадь для предполагаемой оценки промыслового запаса краба-стригуна опилио составила 13,3 тыс. км².

Информационное обеспечение прогноза соответствует III уровню, согласно приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Расчёт запасов проводился методом сплайн-аппроксимации, алгоритм которого описан Д.А. Столяренко [Stolyarenko, 1986, 1987], с помощью программы «КартМастер v. 4.1» [Поляков, ВНИРО, 2003–2008]. В расчётах применялся средний показатель влияния глубины – 500, параметр сглаживания – 0,032. Эффективная площадь облова конусовидной ловушки была принята равной 3300 м² [Михайлов и др., 2003; Мельник и др., 2014].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Решением 33 сессии Комиссии ООН, анклав срединной части Охотского моря был признан частью российского континентального шельфа, что позволило в 2015 г. провести на этой акватории Охотского моря комплекс работ по оценке запасов промысловых видов крабов, в том числе, и краба-стригуна опилио [Метелёв и др., 2017].

Состояние запаса стригуна опилио в центральной части Охотского моря, являющейся периферийной частью его ареала, оценить сложно. Есть основания предполагать, что распределение и численность поселений опилио на краю его ареала подвержено воздействию сезонных и межгодовых изменений температуры придонного слоя вод [Фигуркин, 2014]. Такая особенность распределения запаса может проявляться в повышенной

миграционной активности взрослых особей опилио и, следовательно, снижать объективность оценки их численности при нерегулярных исследованиях. Наибольшие плотности промысловых крабов (особей более 100 мм по ширине карапакса) в 2015 г. были смещены на северо-запад исследованного участка. Данные съёмки отражают низкую сезонную плотность краба-стригуна опилио (табл. 1).

Таблица 1

Результаты исследований самцов краба-стригуна опилио
в подрайоне 61.52 Центральная часть Охотского моря

Год проведения учетной съёмки	Диапазон глубин, м	Диапазон уловов, экз./км ²	Плотность скоплений, экз./км ²
2015	297-325	2,2-7,7	652-2330
2018	304-496	0,2-1,2	≤ 60

Узкопалые (морфометрически неполовозрелые) самцы в ходе съёмок 2015 и 2018 гг. регистрировались единично, составив в целом 2,3% от общего количества самцов в пробах. Структуру поселений в данном районе формируют, как правило, только промысловые самцы модальной группы 100-109 мм (табл. 2).

Таблица 2

Биологические показатели самцов краба-стригуна опилио
в подрайоне 61.52 Центральная часть Охотского моря

Годы	Средняя ширина карапакса ± ошибка, мм		Средняя масса промысловых самцов ± ошибка, г	Доля промысловых самцов, %	N, экз.
	самцов	промысловых самцов			
2015	118,0±0,6	118,8±0,6	723±13	97	219
2018	111,4±1,3	113,3±1,1	623±24	91	63

Действующими Правилами рыболовства (Приказ Минсельхоза России от 06.05.2022 г. № 285, с изменениями и дополнениями) установлена мера ограничения для промысла краба-стригуна опилио в подрайоне Центральная часть Охотского моря, в части минимального размера добываемых ресурсов. Согласно пункту 36 Правил, промысловый размер опилио, по ширине карапакса, составляет 100 мм.

Промышленный лов стригуна опилио в подрайоне 61.52 Центральная часть Охотского моря из-за низкой плотности скоплений и удалённости района от основных промысловых участков – не ведётся.

Обоснование правила регулирования промысла (ПРП). В формализованном виде статус запаса установлен как «неопределенный», так как информационное обеспечение недостаточно для приемлемой достоверности результатов [Алексеев и др., 2017].

Оценка состояния и прогноз промыслового запаса. Краб-стригун опилио центральной части Охотского моря – часть единой популяции, обитающей в северной части Охотского моря (территориально находящейся

в пределах Северо-Охотоморской рыбопромысловой подзоны). На участке акватории исследованного района проходит граница периферийной зоны нагула терминальных самцов, основные скопления которых располагаются на шельфе северной части Охотского моря [Карасёв, 2014]. Скопления взрослых самцов здесь образуются за счёт миграции крабов с северного шельфа и, частично, из крабов, обитающих на материковом склоне. По данным учётно-ловушечной съёмки 2015 г. численность промысловых самцов, в период их миграции с шельфа на материковый склон, составила 1,379 млн экз., что по массе соответствует 0,99 тыс. т. Несмотря на более частые поимки крабов в летний период 2018 г. и большую расчётную площадь, численность промысловых самцов составила всего 0,277 млн экз. (0,241 тыс. т).

Обоснование объёма ОДУ. Учитывая недостаточную информационную обеспеченность для определения возможности организации специализированного промысла краба-стригуна опилио, предлагается установить ОДУ исключительно для обеспечения ресурсных исследований, в объёме 0,003 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна опилио в подрайоне Центральная часть Охотского моря на 2027 г. в объёме 0,003 тыс. т исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.**

Краб-стригун опилио (*Chionoecetes opilio*)

61.06 – зона Японское море

61.06.1 – подзона Приморье

Исполнители: А.Г. Слизкин, И.С. Черниенко (ТИНРО),
В.Н. Шаленко (ХабаровскНИРО)

Куратор: Д.О. Алексеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Ретроспективный анализ биологического состояния, оценка и прогноз численности, определение ориентиров управления выполнены для подзоны Приморье южнее м. Золотой. Материалом для подготовки прогноза послужили ретроспективные данные траловых и ловушечных учетных съемок, проведенных в 2014-2024 гг. Для оценки промыслового запаса краба-стригуна опилио использованы данные ловушечных крабовых съемок, проведенных на НИС «Зодиак» и НИС «Дмитрий Песков» (БИФ «ВНИРО») в 2018, 2020, 2022 и 2023-2025 гг. (табл. 1).

Таблица 1

Траловые и ловушечные съемки, выполненные в зал. Петра Великого (А), на участке между мысами Поворотный-Золотой (Б) и севернее мыса Золотого (В) в 2014-2025 гг.

Районы	Период работ	Вид съемки	Число станций
Б В	15 апреля-06 июня 2025	Ловушечная	114
А	Декабрь 2024	Ловушечная	88
А Б В	март-апрель 2023	Траловая	83
А	Май-июнь 2022	Траловая	173
Б		Траловая	64
В	Май-июнь 2022	Ловушечная	113
Б	Апрель 2021	Ловушечная	61
А, В	01.04-25.04.2020	Ловушечная	79
	29.04-23.05.2020		115
Б	27.04-09.06.2020	Траловая	114
А, Б	Апрель-июнь 2019	Траловая	212
Б, В	Март-май 2019	Ловушечная	170
А	Май-июнь 2019	Ловушечная	33
А	20.04-02.06.2018	Траловая	163
Б, В	08-09.2018	Ловушечная	72
Б	11.2017	Ловушечная	26
А	10.05-23.05.2016	Траловая	74
Б	03.04-18.05.2016	Траловая	208
А Б В	01.04-13.05.2015	Траловая	224
А	17.03-05.05.2015	Ловушечная	83
Б	03-04.2014	Траловая	172
А	07.08.2014	Траловая	123
Б	04.2014	Ловушечная	91
А	10-11.2014	Ловушечная	41

В 2025 г. ловушечная съемка проводилась на НИС «Зодиак», выполнено 114 ловушечных станций, обследовано около 26073 км² (рис. 1).



Рис. 1. Район постановки ловушечных порядков НИС «Зодиак» в подзоне Приморье в апреле-июне 2025 г.

Для описания особенностей пространственного распределения крабов строились карты распределения плотности (экз./км² и кг/км²). Построение карт пространственного распределения и расчеты биомассы осуществляли методом полигонов (диаграмм) Вороного [Борисовец, Надточий, 2003; Препарата, Шеймос, 1989], с учетом батиметрии в QGIS ver. 3.22, и методом сплайн-аппроксимации в ГИС «КартМастер» ver. 4.1 [Бизиков, Поляков, 2004; Столяренко, Иванов, 1988].

Частота встречаемости самого массового вида – краба-стригуна опилио составила 61,4%. Краба опилио отмечали в уловах 70 станций из 114, его доля составила 74,2%. Средняя плотность распределения промысловых самцов за период работ составила 449 экз./км², при этом наибольшая плотность (> 3 тыс. экз./км²) отмечена севернее мыса Сюркум. Результаты работ по крабу-стригуну опилио показали двукратное снижение численности и плотности скоплений по всему району исследований.

В целом, информационное обеспечение соответствует II уровню, согласно Приложению 1 к приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.

Обоснование выбора методов оценки запаса. За период промысла район обитания краба-стригуна опилио в подзоне Приморье в разные годы был охвачен неравномерно (рис. 2, 3).

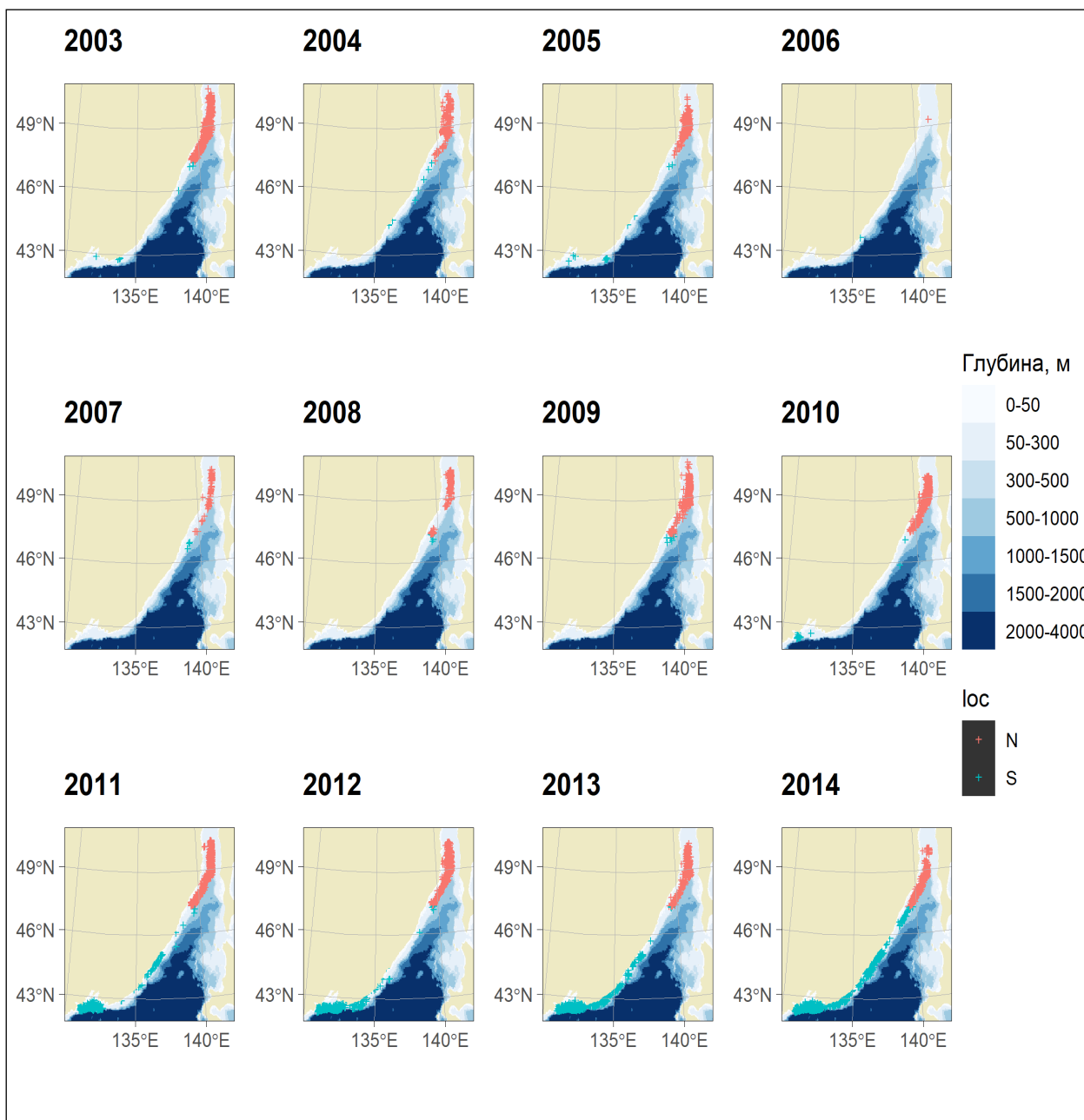


Рис. 2. Распределение промыслового усилия на промысле краба-стригуна опилио в подзоне Приморье в 2003-2014 гг.

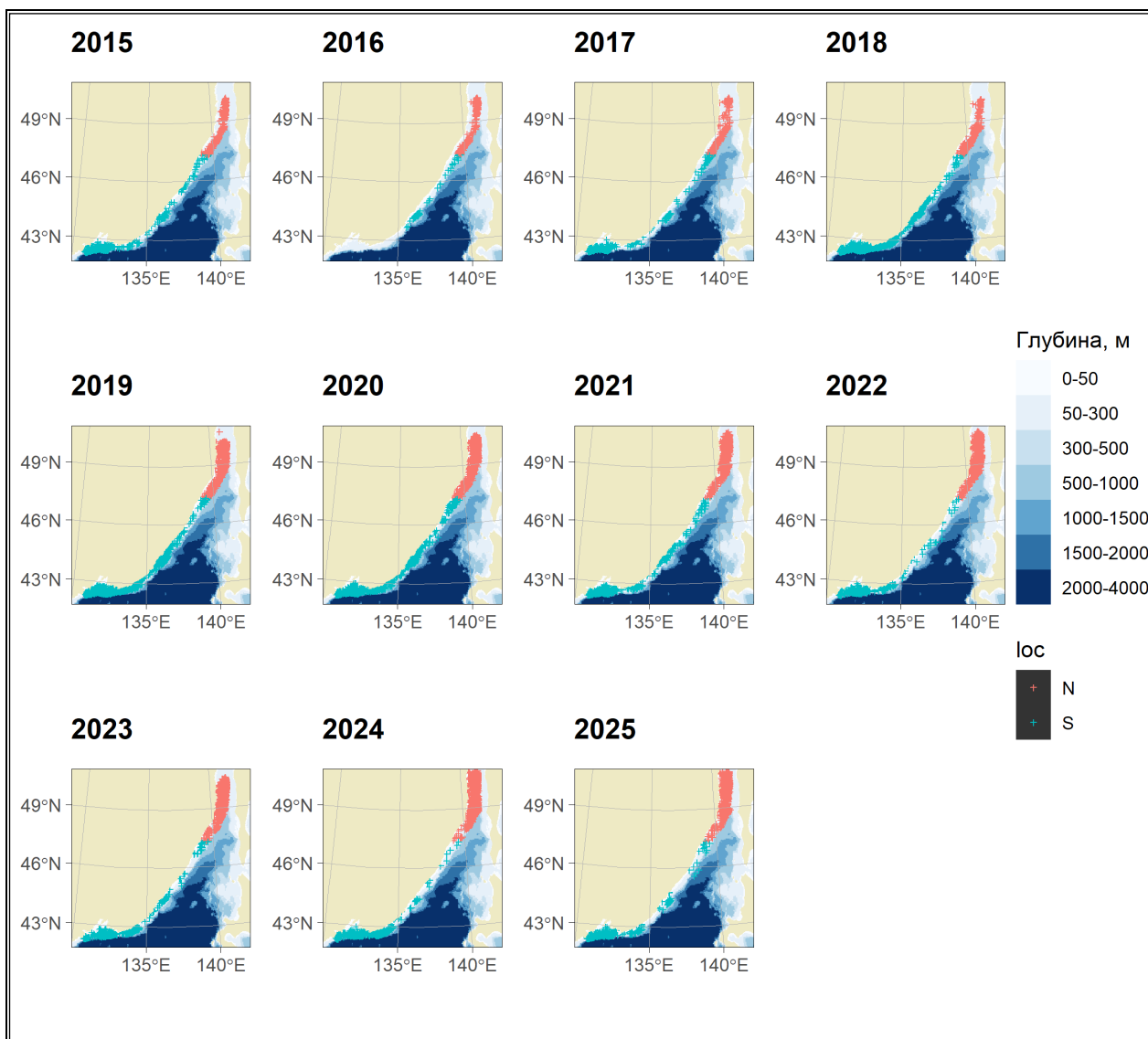


Рис. 3. Распределение промыслового усилия на промысле краба-стригуна опилио в подзоне Приморье в 2015-2025 гг.

На *рисунках 4-5* 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.

Такой разброс факторов вносит дополнительную вариабельность в индекс обилия, поэтому необходимо применять процедуру стандартизации промыслового усилия [Баканев, 2019; Буяновский, 2019; Кулик, Варкентин, Ильин, 2020; Черниенко, 2021; Приказ Росрыболовства от 06.02.2015 N 104 (ред. от 04.04.2016)].

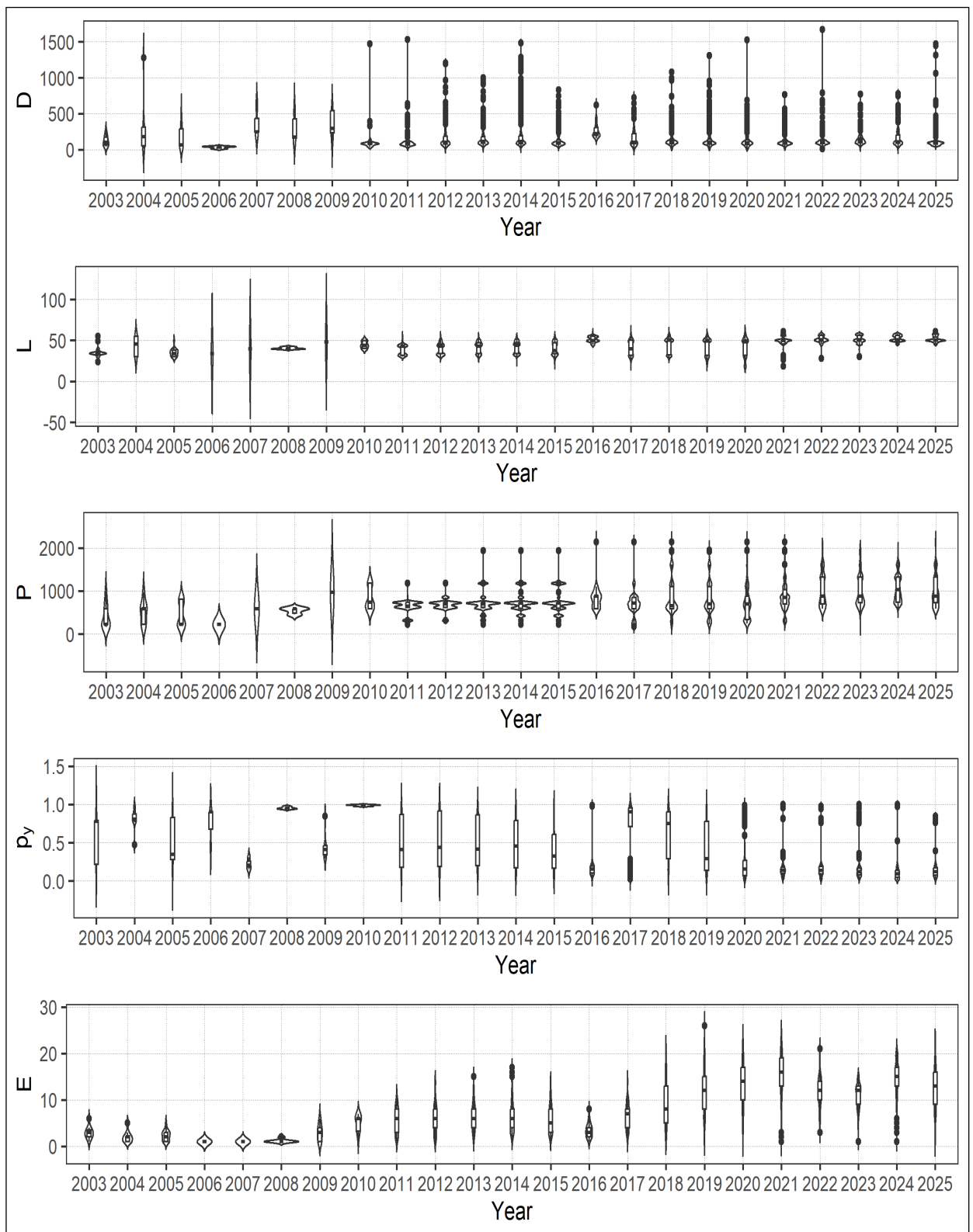


Рис. 4. Динамика значений природных и производственных факторов в 2003-2025 гг. в районе южнее 47°20' с.ш.

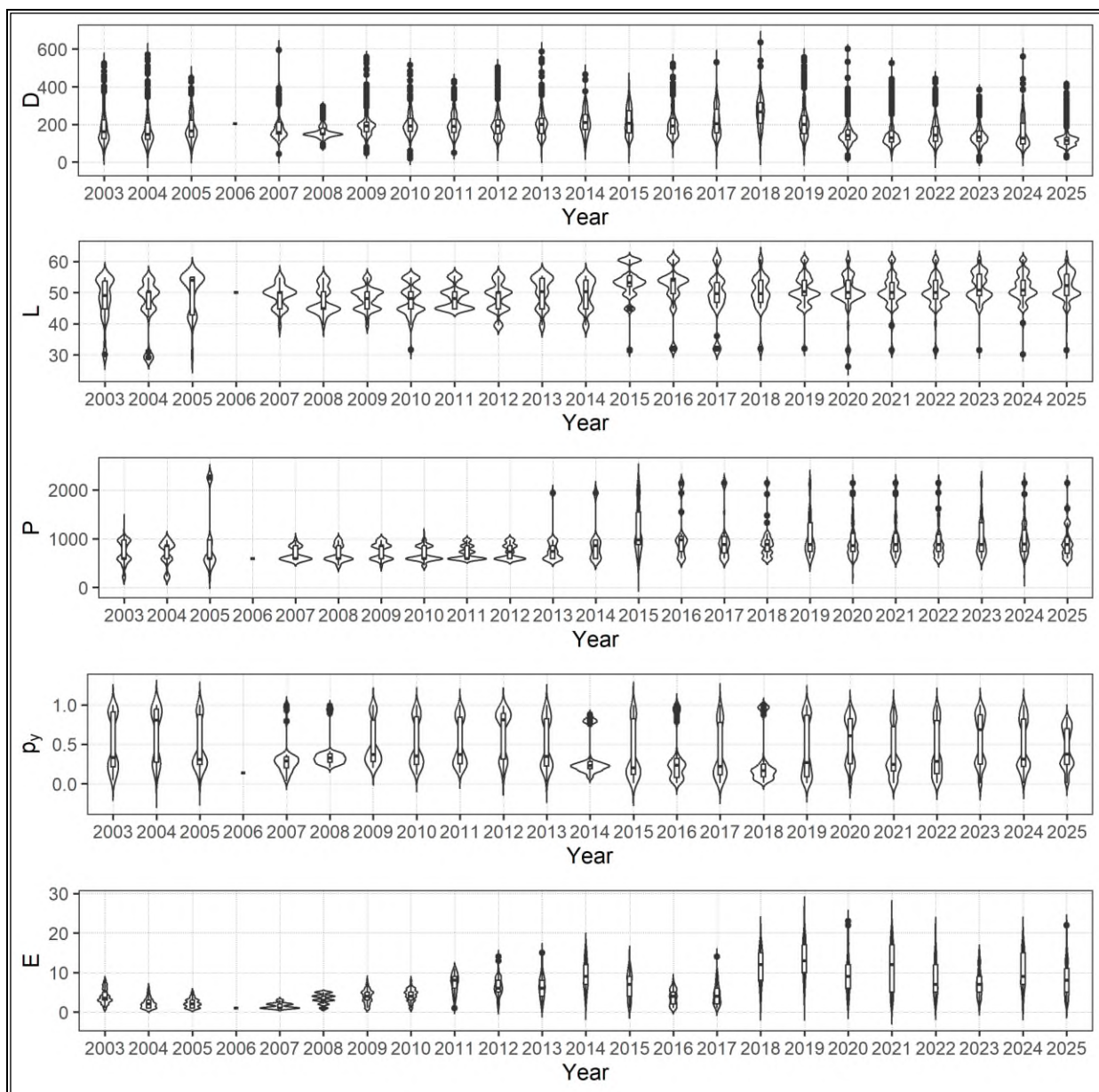


Рис. 5. Динамика значений природных и производственных факторов в 2003-2025 гг. в районе севернее 47°20' с.ш.

CPUE, catch per unit effort, рассматривался как один из индексов запаса. Рассмотрено влияние на этот показатель различных факторов (табл. 2). В ряде случаев, при использовании переменных связанных со временем, можно достичь лучших результатов используя циклическое преобразование дат [Müller, Guido, 2016]. Циклическое преобразование дат выполнялось 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 присоединялись данные о

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

Таблица 2

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 использовались 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:

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

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

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

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

$$д \quad CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_Y) + s(E) \quad (8)$$

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

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

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

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

$$к \quad CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + s(L) + s(E) \quad (13)$$

где $CPUE$ – математическое ожидание интенсивности промысла, s – тонкоплечный регрессионный сплайн (TPC) [Wood, 2003], te – тензорное произведение, f^Y – коэффициент для фактора года. 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 для обоих районов показала модель (13) (табл. 3, 4).

Таблица 3

Информационные критерии и объясненная дисперсия для моделей-кандидатов, район южнее 47°20' с.ш.

		AIC	BIC	Var _{expl}
<i>a</i>	(4)	44711	44897	28,7%
<i>б</i>	(5)	44595	44811	29,3%
<i>в</i>	(6)	44063	44386	32,2%
<i>г</i>	(7)	43413	43752	35,5%
<i>д</i>	(8)	43383	43743	35,6%
<i>е</i>	(9)	43206	43557	36,4%
<i>ж</i>	(10)	43355	43735	35,8%
<i>з</i>	(11)	43186	43578	36,5%
<i>и</i>	(12)	43177	43559	36,5%
<i>к</i>	(13)	42878	43235	37,8%

Таблица 4

Информационные критерии и объясненная дисперсия для моделей-кандидатов, район севернее 47°20' с.ш.

		AIC	BIC	Var _{expl}
<i>a</i>	(4)	55768	55959	25,1%
<i>б</i>	(5)	55594	55816	26,0%
<i>в</i>	(6)	55039	55348	28,5%
<i>г</i>	(7)	54573	54904	30,4%
<i>д</i>	(8)	54564	54918	30,5%
<i>е</i>	(9)	54312	54688	31,5%
<i>ж</i>	(10)	54564	54930	30,5%
<i>з</i>	(11)	54316	54705	31,5%
<i>и</i>	(12)	54318	54715	31,5%
<i>к</i>	(13)	54300	54672	31,6%

Для стандартизации интенсивности промысла вычислялись ее значения для каждого года, фиксируя значения факторов на медианах. Значения факторов, использованные для стандартизации, приведены в *таблицах 5-6*.

Таблица 5

Значения факторов, использованные для стандартизации индексов
в районе южнее $47^{\circ}20'$ с.ш.

Фактор	Значение
φ	132,35
λ	42,56
D	102
d_{sin}	0,0172
d_{cos}	0,9999
L	47,5
E	9

Таблица 6

Значения факторов, использованные для стандартизации индексов
в районе севернее $47^{\circ}20'$ с.ш.

Фактор	Значение
φ	141,04
λ	49,22
D	159
d_{sin}	0,0172
d_{cos}	0,9999
L	50,3
E	7

Номинальные и стандартизованные значения индексов, приведены на
рисунках 6 и 7.

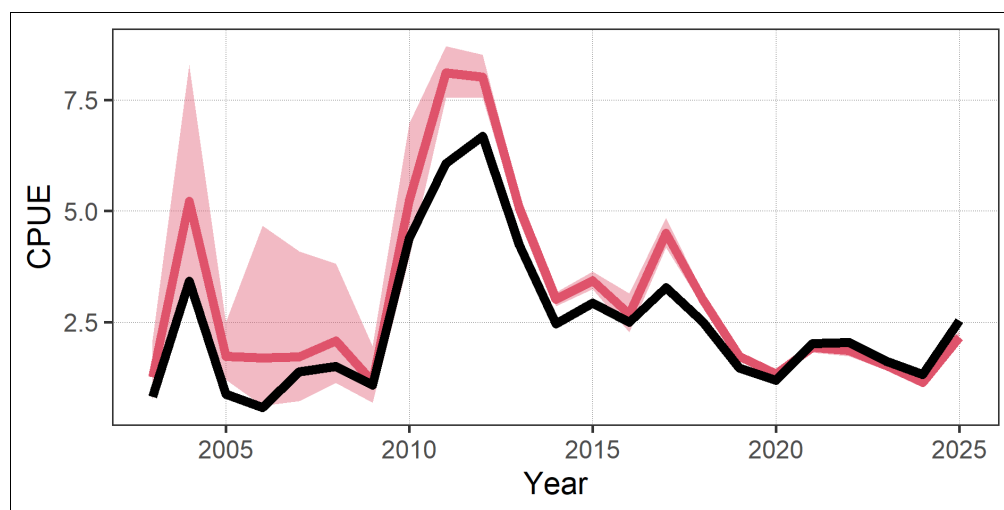


Рис. 6. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов с доверительными интервалами (красная область), в районе южнее $47^{\circ}20'$ с.ш.

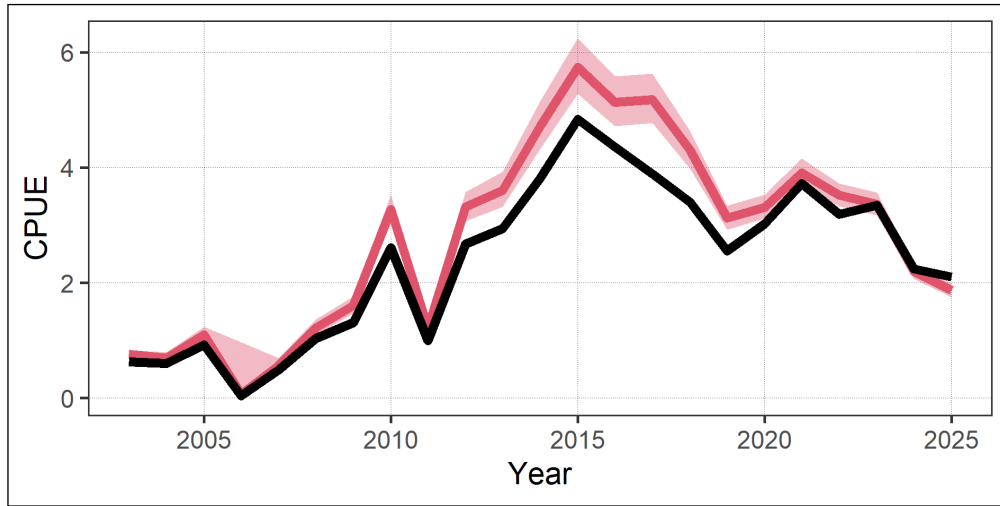


Рис. 7. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов с доверительными интервалами (красная область), в районе севернее 47°20' с.ш.

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 Бродди 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 и численности рекрутов по материалам учетных траловых и ловушечных съемок, полученные методом площадей, уловы на ловушку промысловых самцов и рекрутов, соответственно, в килограммах и экземплярах, по данным ловушечных съемок и наблюдений на промысле.

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. В апреле-июне 2025 г. на НИС «Зодиак» была выполнена ловушечная съемка акватории северо-западной части Японского моря. Рассмотрены основные биологические характеристики ракообразных.

Полученные в ходе ловушечной съемки данные позволяют проанализировать распределение, численность, биомассу промысловых крабов Приморья и дать оценку современного состояния их запасов для формирования прогнозов ОДУ на 2027 г.

Краб-стригун опилио традиционно образовывал наиболее протяженные и плотные скопления в широком диапазоне глубин – от 25 до 207 м, при этом его частота встречаемости составляла 47,5%.

Максимальные уловы промысловых самцов пришлись на южную часть участка м. Поворотный - м. Золотой, на, так называемые, «Преображенские свалы» (42°55' с.ш., 134°20' в.д., глубина 130 м). Их плотность достигала 4241 экз./км², при среднем значении – 698 экз./км². В данном промысловом районе уловы на усилие достигали 14 экз./лов., в среднем по результативным станциям – 3,77 экз./лов.

Севернее, на «Пластунских свалах» (44°20' -45°00' с.ш.), на глубинах 44-167 м, уловы были ниже – 0,99 экз./лов., при максимальных – 3,5 экз./лов.,

средняя плотность промысловых самцов на скоплении достигала 300 экз./км², при максимальной – 1061 экз./км² (рис. 8).

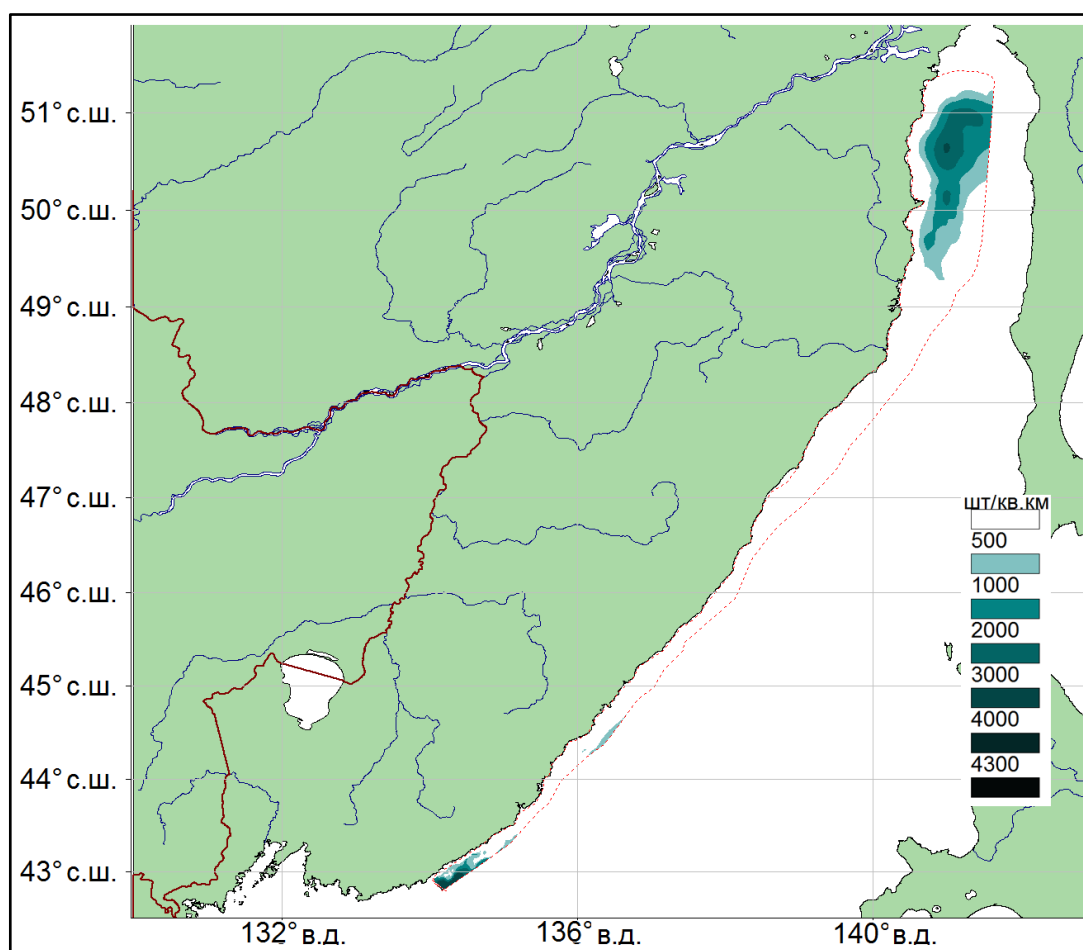


Рис. 8. Распределение (экз./км²) промысловых самцов краба-стригуна опилио в подзоне Приморье в весенне-летний период 2025 г.

Краб опилио встречался на участке северо-западной части Татарского пролива, где его уловы в среднем составляли 3,5 экз./лов., при максимальных – 11 экз./лов. На участке 49°30'–51°00' с.ш. (глубины 25–198 м) средняя плотность самцов достигала 1063 экз./км², при максимальной – 3333 экз./км².

В Приморье (к югу от м. Золотой) краб-стригун опилио встречался на площади 14220 км², в диапазоне глубин – от 37 до 167 м, наиболее крупные скопления промысловых самцов приходились на диапазон изобат от 120 до 140 м – около 4200 экз./км², непромысловые самцы концентрировались на изобатах от 160 до 167 м – около 4400 экз./км² и на изобатах 120–140 м – около 4200 экз./км². Расчетные значения численности (млн экз.) и биомассы (т) краба-стригуна опилио в подзоне Приморье в 2025 г. представлены в таблице 7.

Таблица 7

Оценки численности (млн экз.) и биомассы (тыс. т) краба-стригуна опилио по материалам ловушечной съемки НИС «Зодиак» в апреле-июне 2025 г. (КУ=1,0)

	Биомасса, т			Численность, тыс. экз.			Масса особи, г		
	Пром.	Непром.	Самки	Пром.	Непром.	Самки	W пр.	W непр.	W самки
Приморье. 38620 км ²	13795	2591	159	17450	9981	851	791	260	187
Севернее 47°20 с.ш. 24400 км ²	11738	1616	116	14243	5900	603	824	274	192
Южнее 47°20 с.ш. 14220 км ²	2057	975	44	3207	4081	248	566	239	171
Севернее 47°20	7,3			2,4					
Южнее 47°20	2,1			0,8					

Установлено, что в ловушечных уловах 2025 г. у краба-стригуна опилио в подзоне Приморье на обследованной акватории и по биомассе, и по численности доминировали промысловые самцы, а именно: севернее мыса Золотой в 7,3 и 2,4 раза, а южнее мыса Золотой – в 2,1 и 0,8 раз, соответственно. При этом севернее мыса Золотой средняя масса промыслового самца равнялась 0,824 кг, а южнее – 0,566 кг.

В целях изучения особенностей воспроизводства, морфометрической и функциональной зрелости у самцов крабов-стригунов, а также учета их обилия, проводились измерения (± 1 мм) ширины карапакса (ШК) и длины клешни. В 2019 и 2020 гг., а также в 2022 и 2023 гг., в подзоне Приморье материал был собран при выполнении траловых съемок. В 2019-2022 гг., а также в 2024 и 2025 гг. были выполнены ловушечные съемки.

На *рисунке 9* представлен размерный состав краба опилио из района южнее м. Золотой (*рис. 9А*) и из района севернее мыса Золотой (*рис. 9Б*).

УПС предельных размеров 2019 и 2020 гг. аллометрически полиняли, пополнив в 2022 г. группировку ШПС (*рис. 9А*). Соответственно, в 2022 г. размеры ШПС увеличились до 130,6 мм. Вместе с тем, нужно иметь в виду, что в 2022 г. материалы собраны при выполнении ловушечной съемки. Ловушки предпочтительно улавливают широкопалых самцов, в этом случае доля ШПС менее промысловой меры и УПС существенно меньше, чем по данным траловых уловов. Это хорошо видно на графиках размерного состава самцов из района севернее мыса Золотой (*рис. 9А и 9Б*), где материалы получены только из ловушечных уловов, и где графики размерного состава по годам разнятся незначительно.

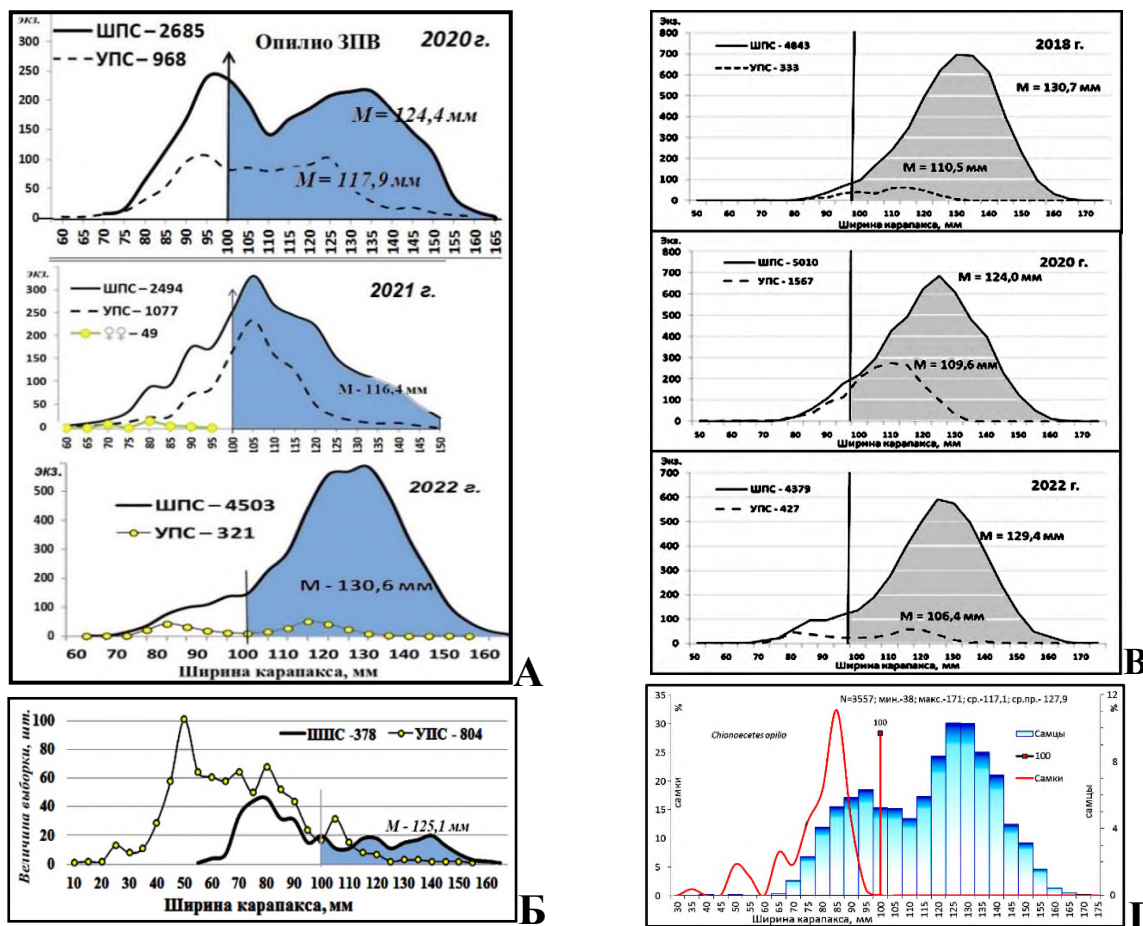


Рис. 9. А – динамика размеров ШПС и УПС краба-стригуна опилио в подзоне Приморье по данным траловой съемки 2020 г. и ловушечных съемок в 2021-2022 гг. Б – размеры по данным траловой съемки 2023 г. южнее м. Золотой; В – динамика размеров ШПС и УПС краба-стригуна опилио по данным ловушечных уловов в 2018-2022 гг. Г – размеры самцов и самок опилио по данным ловушечной съемки 2025 г. севернее мыса Золотой.

По материалам ловушечной съёмки НИС «Зодиак» 2025 г. размерный состав краба-стригуна опилио в подзоне Приморье представлен размерами от 38 до 171 мм, двумя модальными группировками менее и более промысловой меры. Средний размер промысловых самцов составил 127,9 мм (см. рис. 9Г).

Размеры опилио из двух участков подзоны Приморье, как видно на рисунке 10, заметно различаются по соотношению функциональных групп – южнее мыса Золотой в уловах преобладают непромысловые самцы (рис. 10А), а севернее м. Золотой – промысловые (рис. 10Б), при этом средние размеры промысловых самцов южной группировки равны 113,4 мм, а северной – 127,9 мм.

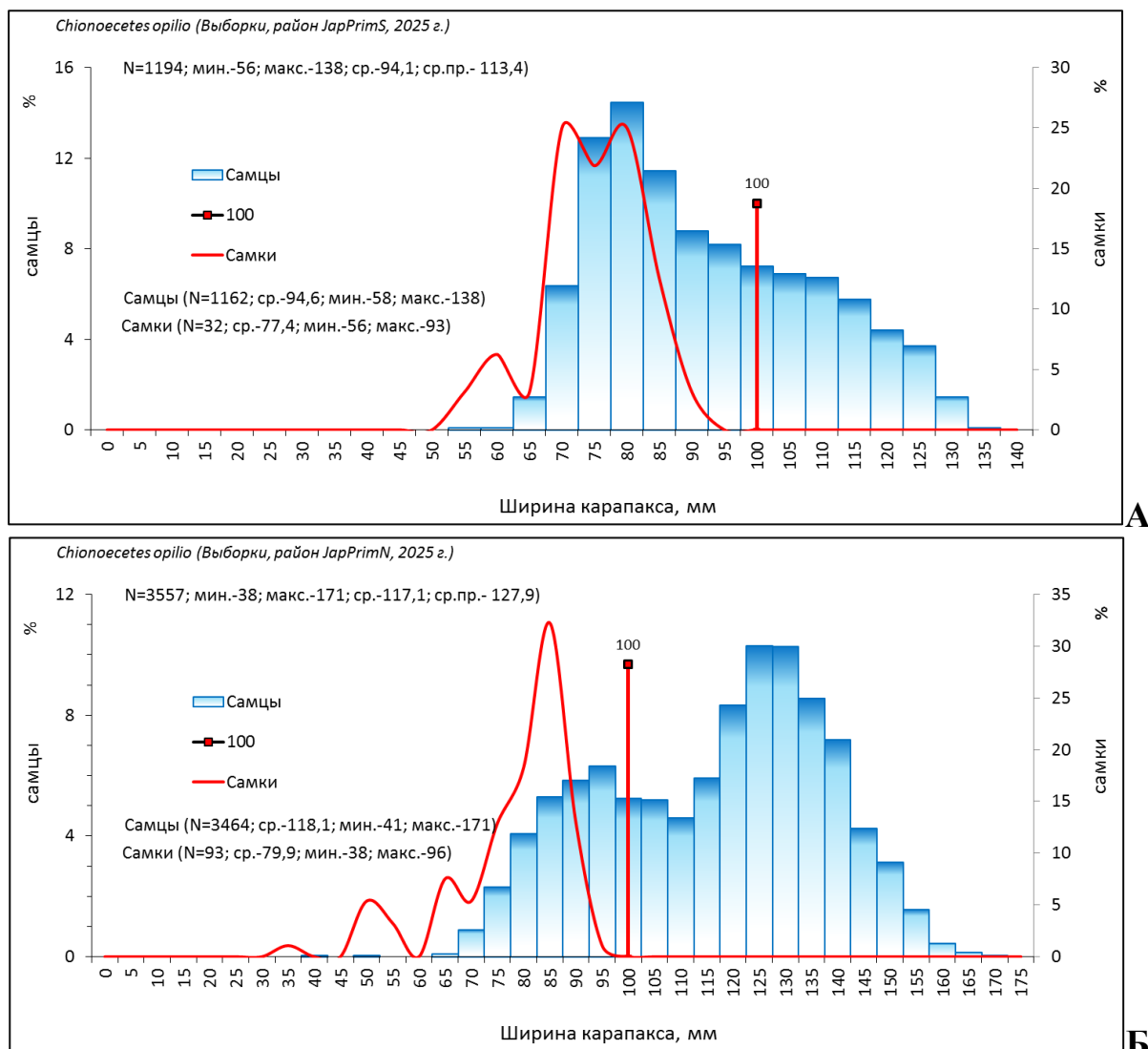


Рис. 10. Размерный состав краба-стригуна опилио в подзоне Приморье в 2025 г. из района южнее м. Золотой – А и севернее мыса Золотой – Б.

По данным промышленной статистики из отраслевой системы мониторинга Росрыболовства (ОСМ), в подзоне Приморье в последние четыре года краб-стригун опилио облавливался промышленными судами весьма неоднозначно (рис. 11). После 2019 г., когда промышленный лов преобладал в зал. Петра Великого и на преображенском шельфе, в 2022 г. промысел переместился в северо-западную часть Татарского пролива, где доля вылова опилио составляла около 80%.

В 2024 и 2025 гг. промысел сосредоточился преимущественно в двух районах – в Татарском проливе и в южном Приморье, включая зал. Петра Великого (рис. 11Д, 11Е).

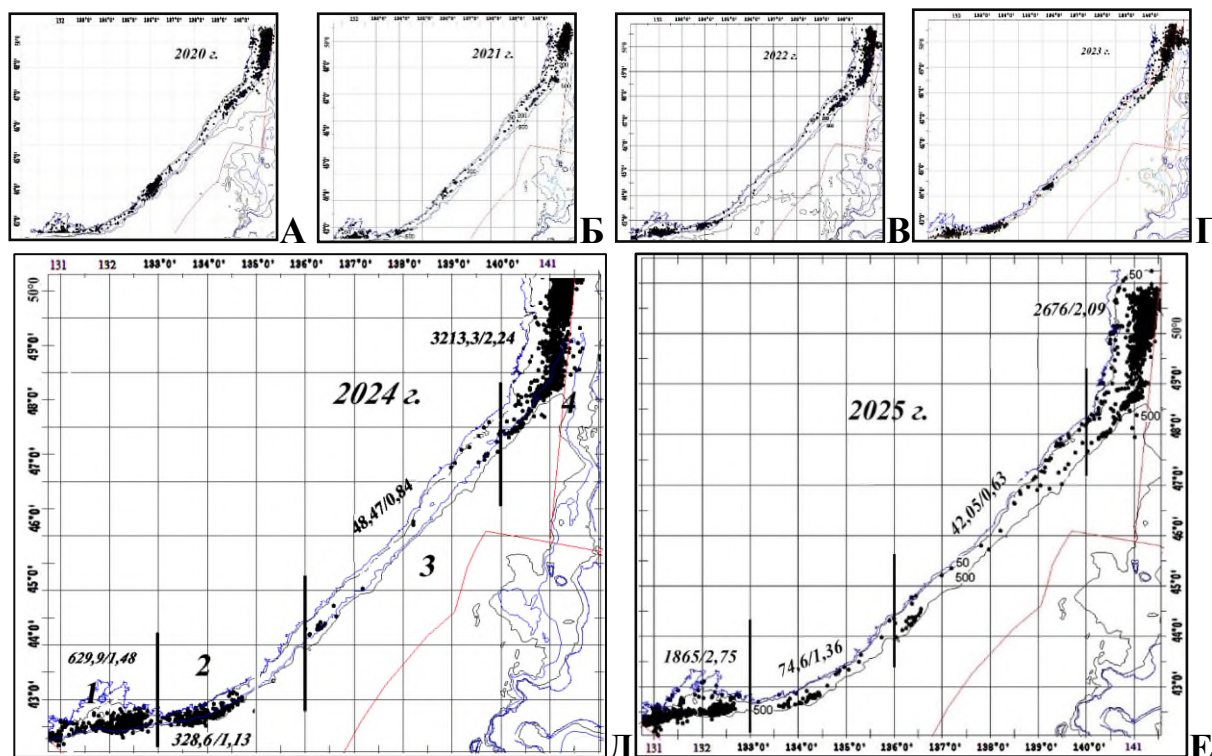


Рис. 11. Распределение полей промысла краба-стригуна опилио в подзоне Приморье в 2020-2025 гг. (А-Е) по данным ИС «Рыболовство». Условные участки: 1 – залив Петра Великого; 2 – Преображенский; 3 – Центральный; 4 – Северный (севернее мыса Золотой). Подписи под участками – общий вылов/вылов за судосутки.

О динамике промысла краба-стригуна опилио в 2024 и 2025 гг. можно судить по *рисунку 11*, из которого видно, что наилучшая промысловая обстановка наблюдалась севернее мыса Золотой, на участке 4, где добыто 3,213 и 2,676 тыс. т, соответственно, а вылов за судосутки составлял 2,24 и 2,09 т, соответственно (*рис. 11Д, 11Е*). В районе южнее м. Золотой краба добывали на участках Преображенском и в заливе Петра Великого по 1,008 т и 1,988 т за судосутки в 2024 и 2025 гг., соответственно.

В подзоне Приморье выпуск продукции краба-стригуна опилио в виде «живого краба» существенно повысился с 2021 г., а с 2023 г. краболовные суда прекратили заготовку мороженых конечностей. Согласно данным ОСМ «Рыболовство», выпуск продукции «живой краб» с 2023 г. возрастал с 1400,4 т до 4856,1 т в 2025 г. (*табл. 8*).

Таблица 8

Динамика выпуска продукции (тонн) из краба-стригуна опилио в подзоне Приморье в 2021-2025 гг., по данным ОСМ «Рыболовство»

Вид продукции	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
Конечности, т	63,7	68,8	0	0	0
Живой, т	78,2	122,7	1400,4	4039,1	4856,1
% живого	55,1	64,1	100	100	100

Определение биологических ориентиров. В соответствии с «Правилами регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов», в

качестве граничного ориентира для краба-стригуна опилио к югу от мыса Золотой (47°20' с.ш.) предложена величина 7,55 тыс. т. В качестве целевого ориентира принято значение 17,1 тыс. т.

Целевой ориентир по промысловому изъятию, по результатам обсуждения на НКС по промысловым беспозвоночным, был определен величиной 21,5%. Биологические ориентиры для краба-стригуна опилио подзоны Приморье южнее м. Золотой представлены в таблице 9, севернее м. Золотой – в таблице 10.

Таблица 9

Биологические ориентиры для краба-стригуна опилио подзоны Приморье южнее м. Золотой (биомасса в тыс. т)

B_{lim}	B_{tr}	u_0	u_{tr}	u_{lim}
7,55	17,1	0%	21,5%	40%

Таблица 10

Биологические ориентиры для краба-стригуна опилио подзоны Приморье севернее м. Золотой (биомасса в тыс. т)

B_{lim}	B_{tr}	u_0	u_{tr}	u_{lim}
8,39	19,33	0%	21,5%	40%

Прогнозирование состояния запаса. Оценка величины запаса в 2025 г., полученная по результатам моделирования, в районе южнее 47°20' с.ш. находится в 95% доверительном интервале 6,27-10,66 тыс. т (9,95-16,61 млн. экз.), в среднем – 8,46 тыс. т (13,43 млн. экз.). Оценка ожидаемой в 2027 г. величины запаса находится в 95% доверительном интервале 8,22-17,61 тыс. т (13,05-27,95 млн. экз.), в среднем – 12,91 тыс. т (20,50 млн. экз.), что подтверждает рост запаса к югу от м. Золотой (рис. 12).

Оценка запаса в 2025 г., полученная по результатам моделирования, в районе севернее 47°20' с.ш. находится в 95% доверительном интервале 17,10-22,95 тыс. т (28,04-37,62 млн. экз.), в среднем – 20,03 тыс. т (32,83 млн. экз.). Оценка ожидаемой в 2027 г. величины запаса находится в 95% доверительном интервале 14,81-22,94 тыс. т (24,86-37,61 млн. экз.), в среднем – 18,88 тыс. т (30,95 млн. экз.), что указывает на ожидаемую стабилизацию запаса к северу от м. Золотой (рис. 13).

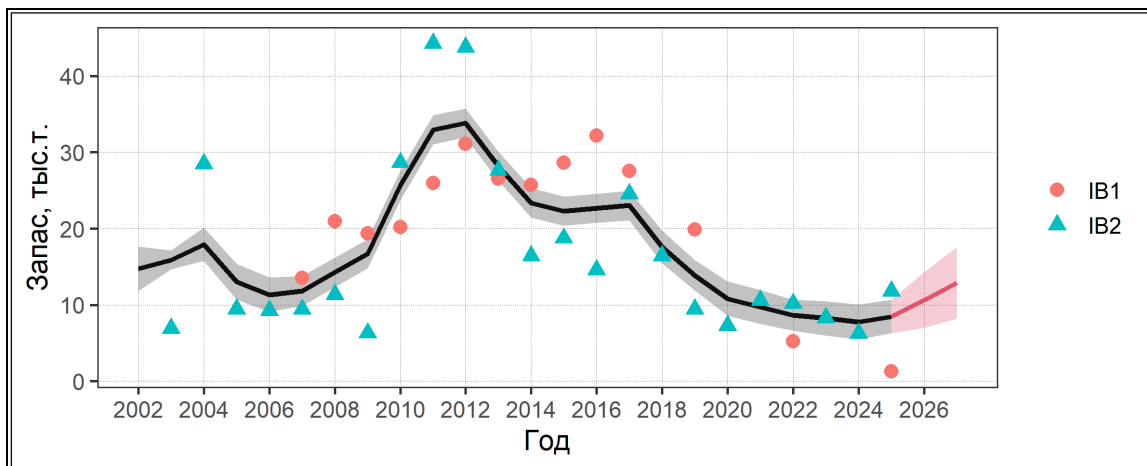


Рис. 12. Динамика промысловой биомассы в районе южнее 47°20' с.ш. IB1 – оценки запаса по данным съемок, IB2 – интенсивность промысла по материалам промысловой статистики.

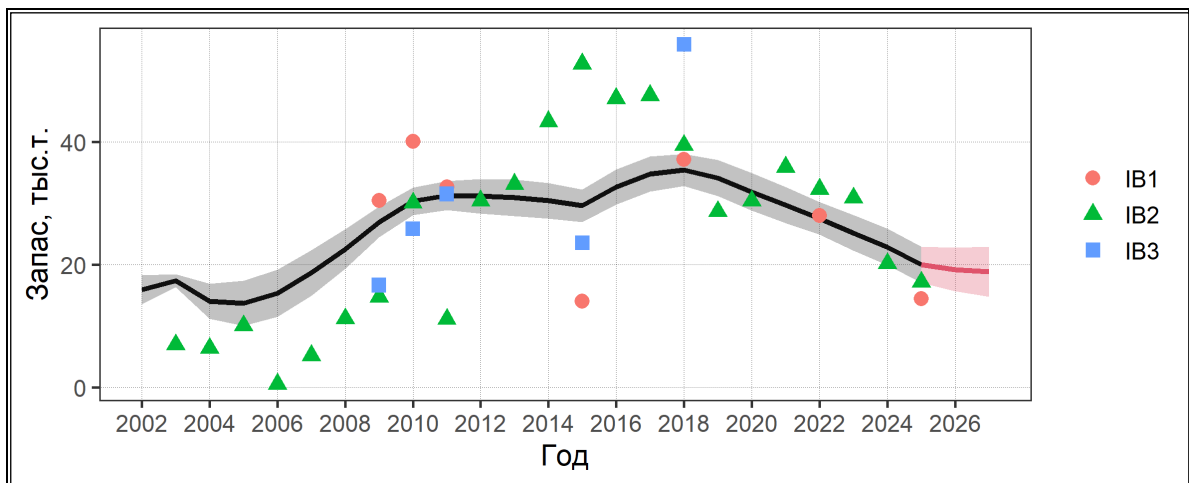


Рис. 13. Динамика промысловой биомассы в районе севернее 47°20' с.ш. IB1 – оценки запаса по данным съемок, IB2 – интенсивность промысла по материалам промысловой статистики, IB3 – удельный улов, кг/лов., по данным наблюдателей.

Согласно действующих ПРП, рекомендуемая доля изъятия в подзоне Приморье (в районе южнее 47°20' с.ш.) может составить 12,07%, что, при ожидаемой в 2027 г. величине промыслового запаса 12,91 тыс. т (20,50 млн. экз.), составит 1,56 тыс. т (2,47 млн экз.) (рис. 14). Рекомендуемая доля изъятия в подзоне Приморье (в районе севернее 47°20' с.ш.) составит 20,61% от величины промыслового запаса, прогнозируемой на 2027 г. в размере 18,88 тыс. т (30,95 млн. экз.), то есть, составит 3,89 тыс. т (6,38 млн экз.) (рис. 15).

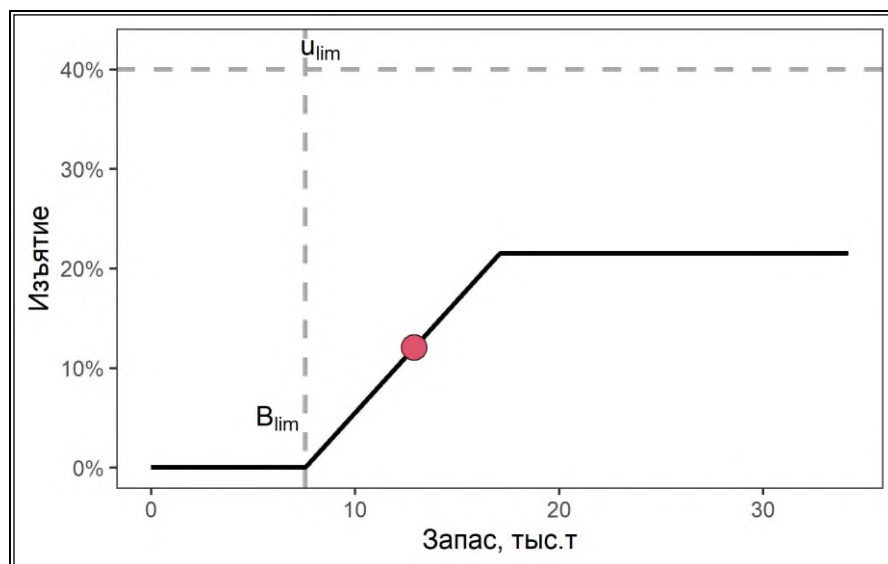


Рис. 14. Графическое представление ПРП в районе подзоны Приморье южнее $47^{\circ}20'$ с.ш.

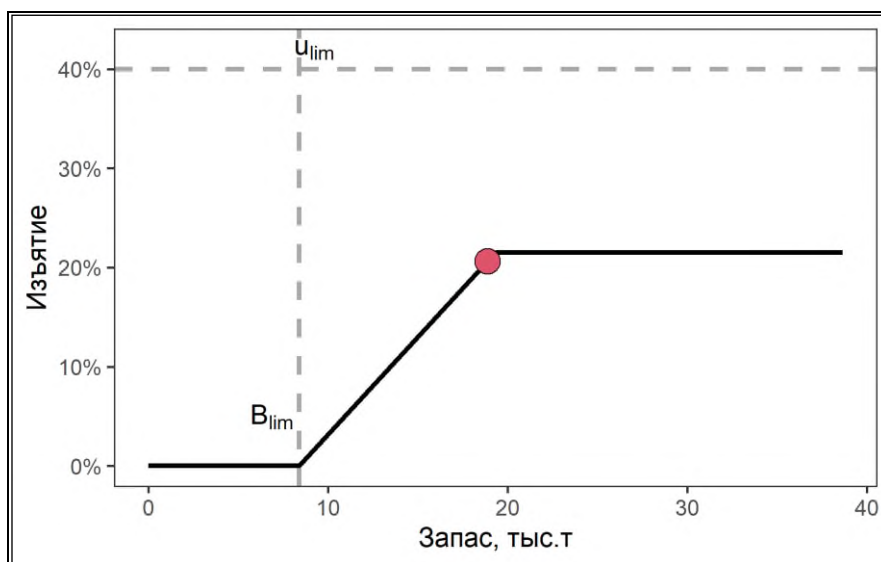


Рис. 15. Графическое представление ПРП в районе подзоны Приморье севернее $47^{\circ}20'$ с.ш.

При прогнозируемой на 2027 г. величине изъятия в подзоне Приморье: к югу от м. Золотой в размере 1,56 тыс. т и к северу от м Золотой – 3,89 тыс. т, суммарная величина изъятия краба-стригуна опилию в подзоне Приморье в 2027 г. может составить 5,450 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна опилию в подзоне Приморье на 2027 г. в объеме 5,450 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов. Оценка запаса в районе южнее $47^{\circ}20'$ с.ш. демонстрирует некоторую неопределенность. Тем не менее, риск пересечения граничного ориентира отсутствует (рис. 16). То же самое справедливо и для района севернее $47^{\circ}20'$ с.ш. (рис. 17).

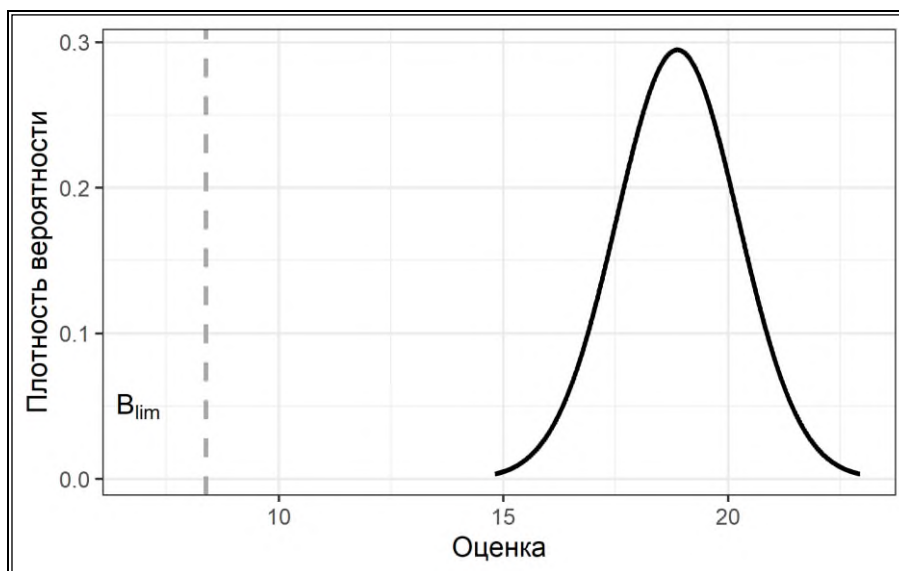


Рис. 16. Распределение вероятности для ожидаемой биомассы запаса в 2027 г в районе южнее $47^{\circ}20'$ с.ш.

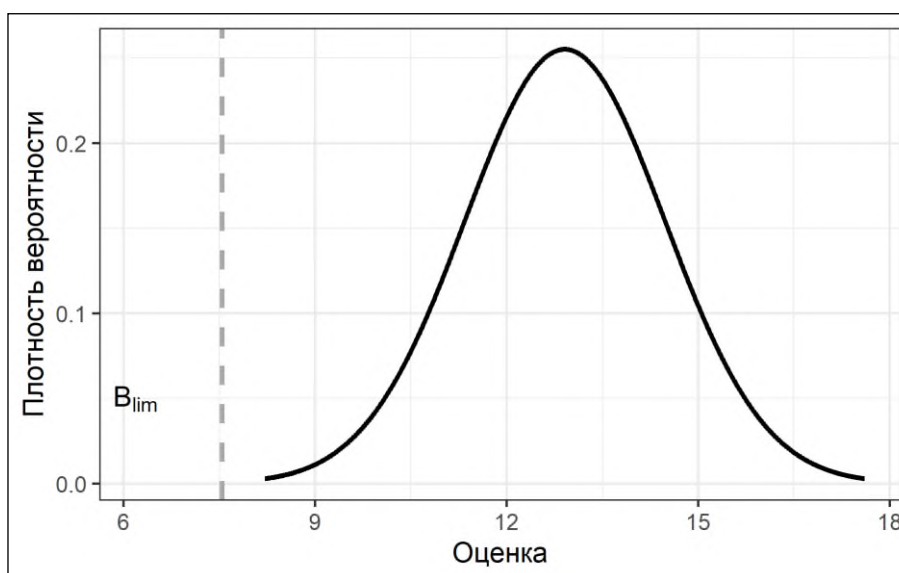


Рис. 17. Распределение вероятности для ожидаемой биомассы запаса в 2027 г в районе севернее $47^{\circ}20'$ с.ш.

Система запас-промысел в районе южнее $47^{\circ}20'$ с.ш. находится в несколько напряженном состоянии, однако, риск перелома при существующей оценке и прогнозируемом изъятии отсутствует (рис. 18). В районе севернее $47^{\circ}20'$ с.ш., несмотря на некоторое снижение промысловых показателей и прогнозируемой величины запаса, ситуация, в целом, благоприятна (рис. 19).

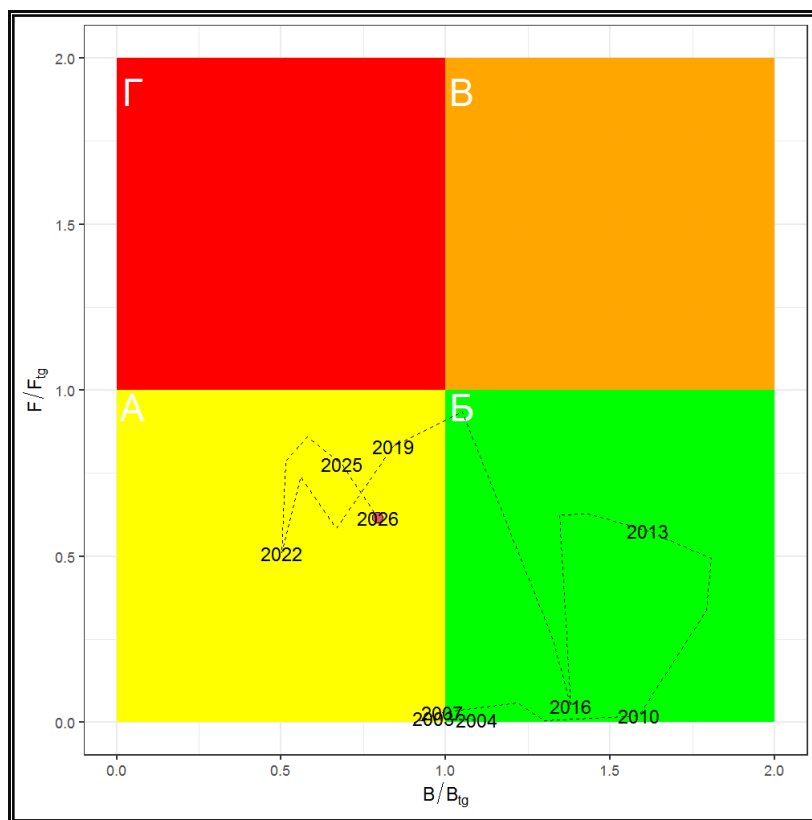


Рис. 18. Диаграмма Кобе для района подзоны Приморье южнее $47^{\circ}20'$ с.ш.

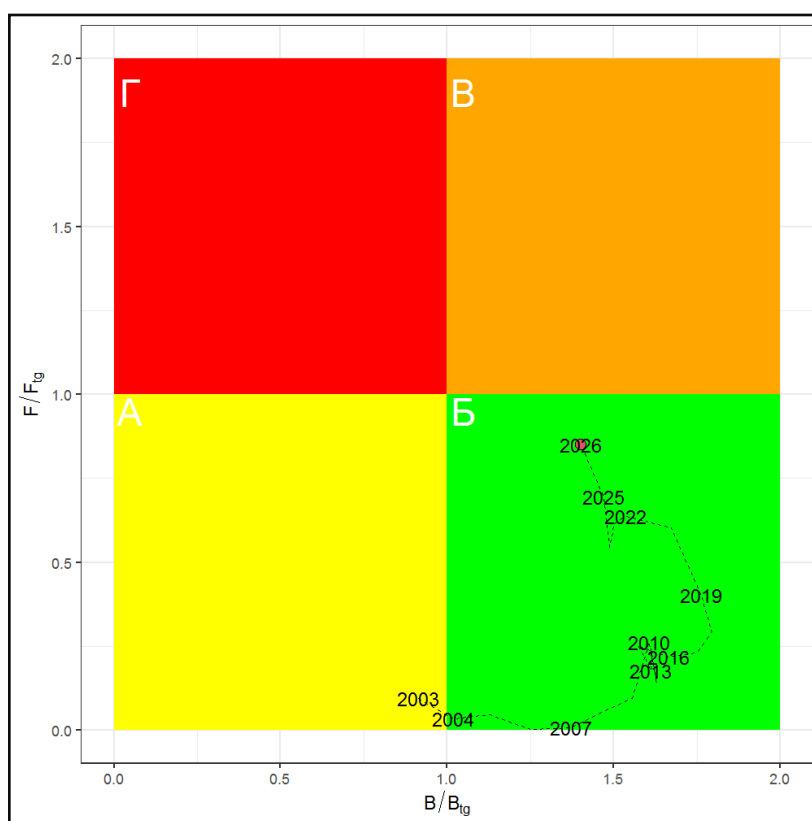


Рис. 19. Диаграмма Кобе для района подзоны Приморье севернее $47^{\circ}20'$ с.ш.

Краб-стригун опилио (*Chionoecetes opilio*)

61.06 – зона Японское море

61.06.2 – подзона Западно-Сахалинская

Исполнитель: Г.В. Жуковская (СахНИРО)

Куратор: Д.О. Алексеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. При подготовке прогноза вылова и расчетах величины запаса краба-стригуна опилио на 2027 г. в Западно-Сахалинской подзоне были использованы материалы, полученные при проведении учётных траловых съемок за многолетний период с 1989 по 2025 гг. (в 2025 г. – 81 станция) (рис. 1), а так же данные мониторинга на промысле и НИР за 1995-2008 гг., 2011-2013 гг., 2017-2020 гг. Всего за период исследований выполнено 923 траловых станций, взято на биоанализ 8138 экз. самцов и самок краба. Суммарно при проведении ловушечных исследований в подзоне выполнено 1817 ловушечных станций, 4000 экз. краба взято на промер и биоанализ.

Информация о величине промышленного освоения данной единицы запаса получена из базы ОСМ «Росрыболовство».

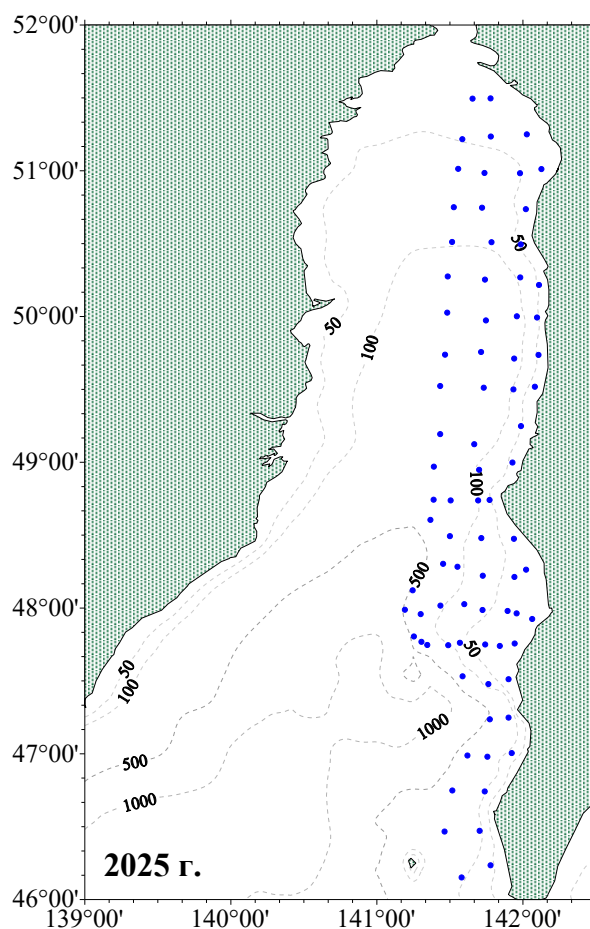


Рис. 1. Карта-схема комплексной траловой съемки на НИС «Владимир Сафонов» в районе западного Сахалина в 2025 г.

В целом, информационную обеспеченность прогноза можно признать удовлетворительной. Согласно приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, по характеру имеющейся первичной информации прогноз ОДУ краба-стригуна опилио у западного Сахалина можно отнести к III уровню информационной обеспеченности.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Для оценки численности и прогнозирования ОДУ возможно использование различных методов, но для краба-стригуна опилио имеющиеся данные для западного Сахалина могут налагать некоторые ограничения. Использован метод изолиний (площадей) [Аксютин, 1968]. Запас рассчитывается традиционным методом страт (с выделением зон равновеликих уловов). При расчетах использовали методы сплайн-аппроксимации и геостатистической интерполяции (*Kriging*) [Wackernagel, 1995; Keckler, 1994].

По динамике величины некоторых индикаторов (промысловая численность, биомасса, уловы на усилие, промысловые усилия) можно оценить состояние запаса промысловых видов. С помощью вспомогательных индексов (средний размер промысловых самцов, их доля в уловах, плодовитость, доля «широкопалых» самцов и т. п.) можно оценить величину биологических ориентиров для построения ПРП [Бабаян, 2000].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Промысловая численность краба-стригуна опилио за период интенсивной промысловой эксплуатации уменьшилась с 1989 г. к 2006 г. почти на порядок, достигнув минимума за все время исследований. По причине низкой численности, промышленный лов краба в 2008 г. в подзоне был запрещен. Благополучное состояние запаса краба наблюдалось в начале периода наблюдений (1989-1995 гг.), когда промысловая численность достигала максимума из наблюдаемых величин – от 8,4 до 9,4 тыс. т, позднее она снизилась до минимума – до 1,2 тыс. т (2006 г.). До 2013 г. по величине биомассы состояние запаса можно характеризовать как неблагоприятное. Начиная с 2015 г. отмечен рост промысловой биомассы, которая достигла максимума в 2018 г. и далее, включая 2022 год, показывала ощутимое снижение.

Результаты траловых съемок на НИС «Песков», «Бухоро», «Вл. Сафонов» в 2015, 2017, 2018, 2020 гг. показали увеличение промысловой численности и биомассы краба-стригуна опилио в Западно-Сахалинской подзоне. Существенный рост численности промысловых самцов краба-стригуна опилио в 2015 г. связан, по-видимому, со вступлением в промысловую часть популяции многочисленного пополнения, отмеченного по результатам исследований 2013 г.

В 2020 г. промысловая биомасса составила 3,998 тыс. т, а в 2022 г. – 2,602 тыс. т, что показывает снижение по сравнению с 2018 г. В 2017 и 2018 гг. плотность скоплений промысловых самцов была сравнимой на юге и севере подзоны. Частота встречаемости была наибольшей в 2018 г. для самцов промыслового размера, доля самок была близка к доле самцов или чуть превышала ее. В 2020 г. плотность распределения промысловых самцов была несколько ниже, чем в 2018 г. При этом, в 2018 г. было выполнено

100 траловых станций, в 2020 г. – 42.

В 2022 г. промысловый запас был еще ниже, чем в 2020 г., что приобретает вид нисходящего тренда. Для прояснения ситуации требуется выполнение более подробной съемки в летние месяцы и проверка возникшей тенденции по данным наблюдения на промысле. Возможно, что снижение запаса вызвано частичной миграцией промыслового стада в подзону Приморье. Динамика промысловой численности краба-стригуна опилю у западного Сахалина показана на *рисунке 2*.

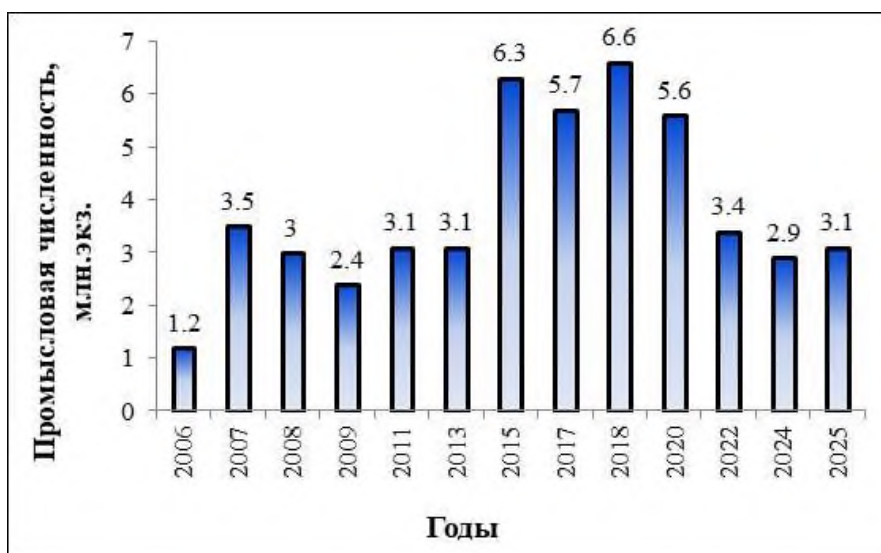


Рис. 2. Промысловая численность самцов краба-стригуна опилю у западного Сахалина, по данным траловых съемок, выполненных с 2006 по 2025 гг.

Съемка 2024 г. подтвердила ранее отмечаемые тенденции. Промысловая численность снизилась, по сравнению с 2022 г., и составила 2,9 млн экз. (*рис. 2*). При средней массе промысловых самцов в 1010 г, промысловая биомасса краба-стригуна опилю составила 2,925 тыс. т. В районе исследования отмечались несколько зон с повышенной концентрацией промысловых самцов, позволяющих успешно вести промысел. Съемка, выполненная в 2025 г., показала наличие одного основного скопления краба-стригуна опилю в северной части Западно-Сахалинской подзоны (*рис. 3*). Численность промысловых самцов краба-стригуна опилю составила 3098,9 тыс. экз., биомасса – 2963 т.

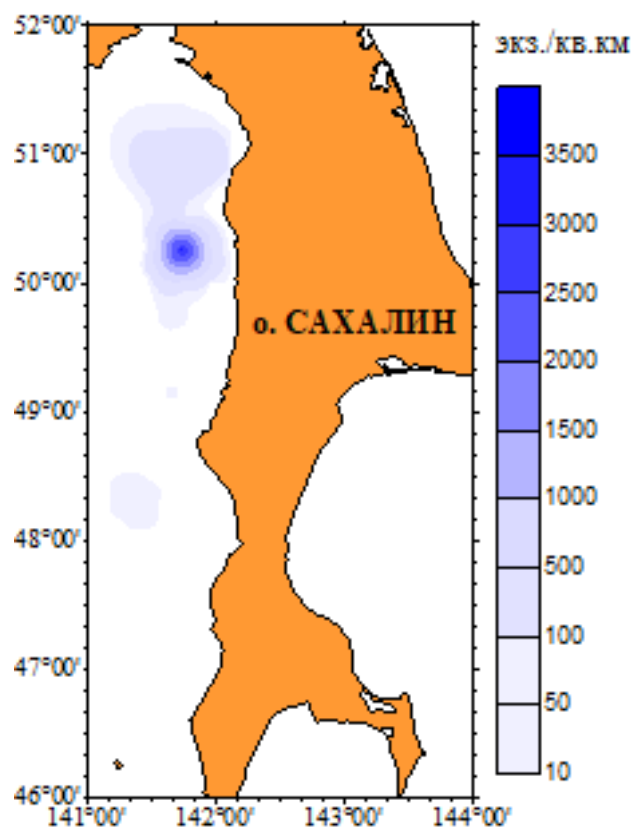


Рис. 3. Пространственное распределение промысловых скоплений краба-стригуна опилио в Западно-Сахалинской подзоне по данным траловой съемки 2025 года.

По материалам мониторинга промысла и НИР, уловы на усилие промысловых крабов за годы исследований изменялись от 4,0 (2006 г.) до 10,2 экз./ловушку (2008 г.). В 2011-2020 гг. на участке севернее 49° с.ш., где локализуются скопления промысловых самцов, их уловы, в среднем, были стабильны. В последние годы уловы промысловых самцов, по материалам контрольного лова и НИР, составляли порядка 7-9 экз./ловушку (рис. 4).

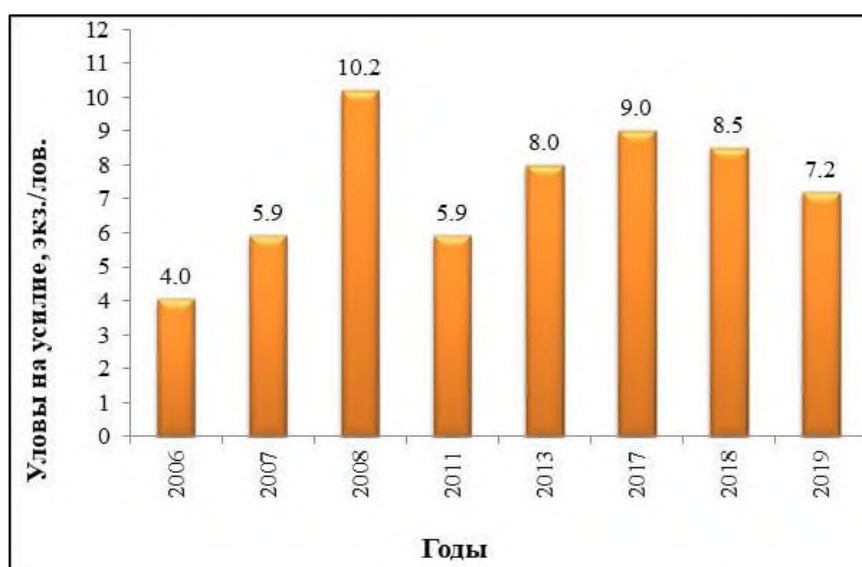


Рис. 4. Динамика уловов на усилие промысловых самцов краба-стригуна опилио у западного Сахалина за ряд лет, по данным НИР и мониторинга промысла (японские конические ловушки).

Наибольшие уловы промысловых самцов были отмечены в 2017 г., на глубинах от 150 до 200 м. На *рисунке 4* представлена динамика уловов на усилии промысловых самцов краба-стригуна. В осенний период 2017 г. величина среднего улова на ловушку составляла около 9 экз./лов. В ноябре-декабре 2019 г. средний улов был самым низким со времени открытия промысла, наибольшие уловы промысловых самцов краба (до 17 экз./лов.) наблюдались в том же диапазоне глубин, что и в 2017 г. Пространственное распределение ловушечных уловов краба-стригуна опилио у западного Сахалина зимой 2019 г. показано на *рисунке 5*.

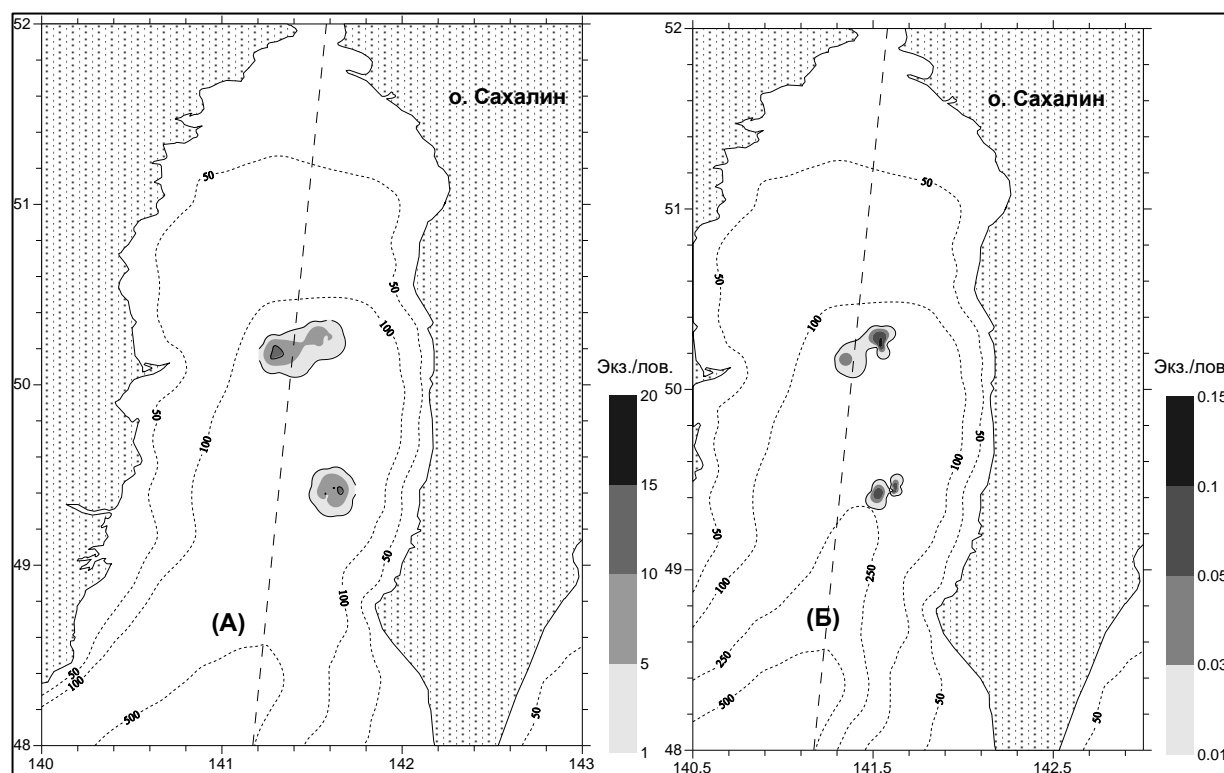


Рис. 5. Уловы на усилии промысловых (А) и непромысловых (Б) самцов краба-стригуна опилио у западного Сахалина в осенне-зимний период 2019 г.

У западного Сахалина промысел краба-стригуна опилио, по имеющимся данным, с 1981 г велся японскими рыбаками. Годовой вылов японской стороны в 1983 г. достигал 495 т, а в 1984 г. – 159 т. С 1989 г. к освоению ресурсов краба-стригуна опилио в Татарском проливе приступил отечественный флот. Наиболее успешно краба ловили в 1995 г. (840 т). Позднее, с 2008 г. ОДУ рекомендовался исключительно для нужд ресурсных исследований. Промышленный лов краба-стригуна опилио возобновлен с 2017 г. По данным ОСМ «Росрыболовство», годовое освоение ОДУ краба составляло от 49 до 100% (*рис. 6*).

Вылов краба-стригуна опилио в 2024 г. в Западно-Сахалинской подзоне составил 167 т (58% от годового ОДУ), недоосвоение выделенных лимитов обусловлено множеством факторов, но основной причиной являются технические сложности, не позволившие вести полномасштабный промысел.

Традиционно промысел краба-стригуна опилио ведется в весенний и осенний сезон. В 2024 г. промысел был начат только в конце августа, при

этом промысловые показатели соответствовали уровню прошлых лет и, при наличии промысла в первой половине года, величина ОДУ, выделенная для промышленного освоения, была бы освоена в полном объеме.

Промысел 2025 г. был достаточно результативным, среднесуточные уловы на одно судно составляли 1,3 т, суммарный годовой вылов составил 248 т, что составляет 86% от ОДУ.

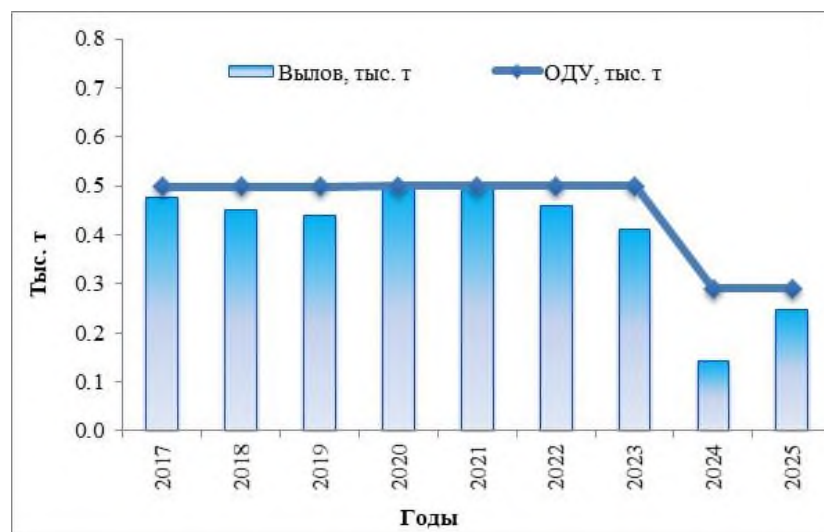


Рис. 6. Динамика ОДУ и вылова краба-стригуна опилио у Западного Сахалина за 2017-2025 гг.

За время наблюдений средний размер самцов краба в популяции изменялся в довольно широких пределах – от 7,7 см (2009 г.) до 11,4 см (2011 г.), а доля промысловых крабов – от 23% до 85%. В 2011 г. молоди в уловах практически не было, что связано, скорее всего, с неравномерным расположением станций – съемкой не была охвачена центральная часть подзоны. В 2013 и 2015 гг. в уловах трала встречено очень много малоразмерных крабов, хотя взрослые особи также присутствовали. В 2015 г. средний размер самцов краба-стригуна был одним из самых низких за последние годы. Через два-три года, напротив, доля промысловых самцов превысила половину траловых уловов, а средняя ширина панциря составила 10,1–10,2 см. В 2013 г. особенно многочисленной была размерная группа молоди с ШК 4-8 см – 43%, общая доля непромысловых особей составляла 59%. В 2015 г. доля непромысловых особей достигла 73%. В последующие годы доля непромысловых особей стала постепенно снижаться и составила: в 2017 г. – 54%, в 2018 г. – 41%, в 2020 г. – 42%, в 2022 г. – 28%, что свидетельствует о снижении воспроизводительной способности популяции. Размерная структура самцов краба-стригуна опилио в уловах трала с 2008 г. по 2024 г. показана на *рисунке 7*. По данным съемки 2024 г., в уловах отмечалась значительная доля молоди с ШК 1-3 см (58%), что позволяет предположить формирование урожайного поколения средней численности, которое в перспективе позволит увеличить промысловую часть запаса.

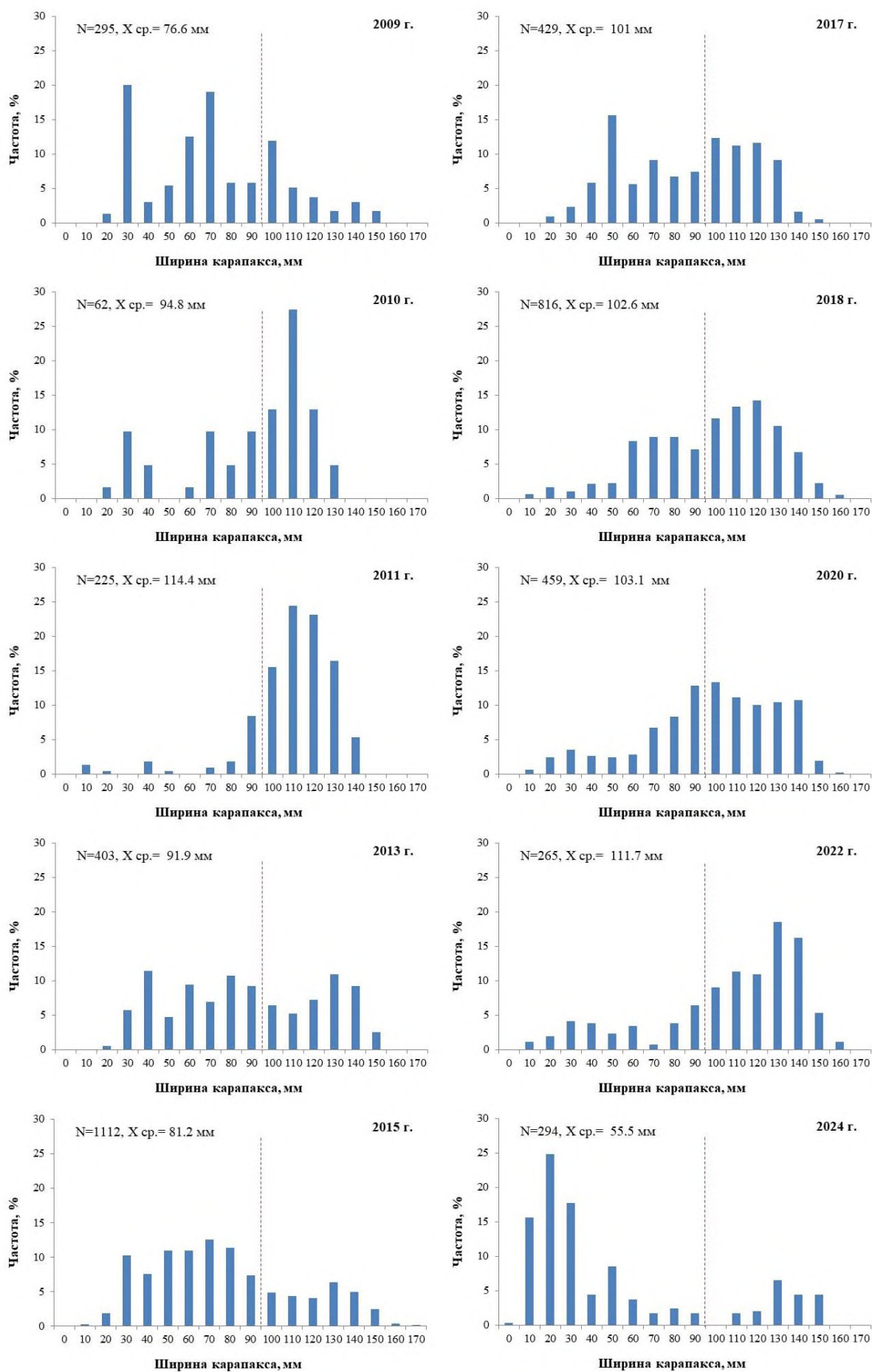


Рис. 7. Размерная структура самцов краба-стригуна опилию у западного Сахалина, по данным траловых съемок.

Размерный состав краба-стригуна опилио из траловых уловов 2025 г. варьировал у самцов от 7 до 166 мм, при среднем значении 108,8 мм, у самок от 19 до 99 мм, при среднем значении 67,2 мм. Доля промысловых самцов составила 79% (рис. 8).

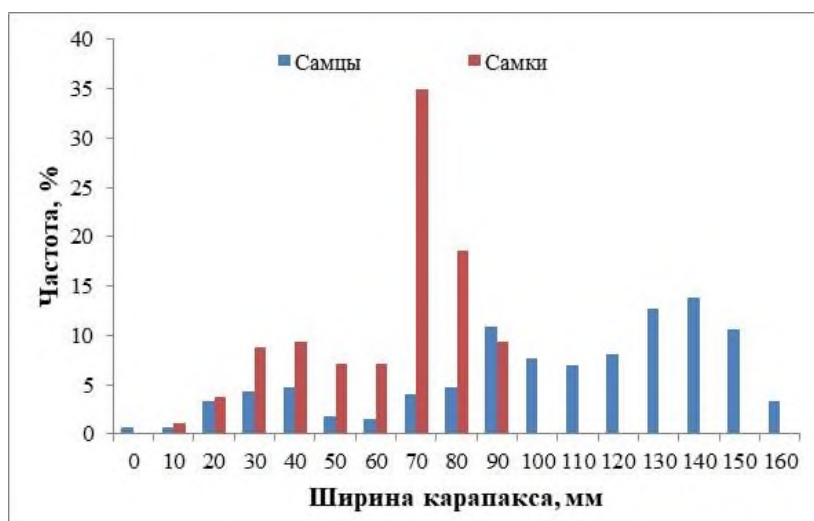


Рис. 8. Размерный состав самцов и самок краба-стригуна опилио у западного Сахалина в 2025 г., по данным траловых съемок.

Определение биологических ориентиров. Учитывая короткий ряд промысловых данных, т.к. промышленный лов краба-стригуна опилио был возобновлен только в конце 2017 г., оценки ориентиров управления для рассматриваемого запаса были установлены временно, на основе его ретроспективной динамики. Ориентиры управления запасами краба-стригуна опилио в Западно-Сахалинской подзоне на 2027 г. установлены в соответствии с «Правилами регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов».

Ориентиры по промысловой биомассе были получены следующим образом: буферный ориентир взят как верхняя граница доверительного 95%-го интервала средней за годы, когда происходило интенсивное снижение уловов. Целевой ориентир – по наибольшей биомассе в начале промысла, граничный – по величине биомассы, когда пополнение еще превышало текущий вылов (табл. 1). Статус запаса на настоящее время – «стабильный».

Таблица 1
Биологические ориентиры управления для краба-стригуна опилио у западного Сахалина

Биомасса, тыс. т		Коэффициент эксплуатации	
Граничная, B_{lim}	Целевая, B_{tg}	Граничный, E_{lim}	Целевой, E_{tg}
2,29	7,08	24%	22%

Обоснование правила регулирования промысла (ПРП). Для осуществления оптимальной эксплуатации запаса, основываясь на принципах «предосторожного» подхода [Бабаян, 2000], применялись следующие режимы регулирования промысла краба-стригуна опилио Западно-Сахалинской подзоны:

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 $F_i = F_0 = const$.

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

$$F_i = \frac{(F_{tr} - F_0)(B_i - B_{lim})}{B_{tr} - B_{lim}} + F_0 \text{ [Бабаян, 2000]}.$$

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

Графическое изображение ПРП для запаса краба-стригуна опилио Западно-Сахалинской подзоны на 2027 г. представлено на *рисунке 9*.

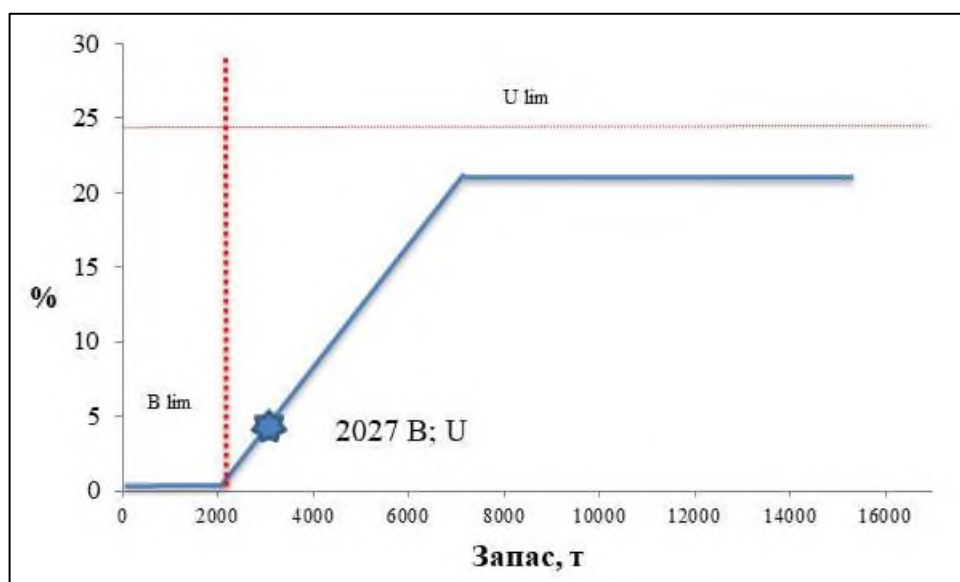


Рис. 9. Графическое представление ПРП краба-стригуна опилио у западного Сахалина (B_u – оценка промысловой биомассы на 2027 г.).

Прогнозирование состояния запаса. При ведении промысла желательно достижение стабильного среднегодового вылова на уровне, обеспечивающем воспроизводство запаса и исключаящем его истощение. Благополучное состояние запаса краба наблюдалось в начале периода наблюдений (1989-1995 гг.), когда промысловая биомасса достигала максимума из наблюдаемых величин – от 8,4 до 9,4 тыс. т. При снижении до минимума (1,2 тыс. т в 2006 г.) величина биомассы, вплоть до 2013 г., относилась к неблагоприятному состоянию запаса. Начиная с 2015 г. отмечено увеличение промысловой численности краба до 5,7-6,6 млн. экз.

Численность и промысловая биомасса самцов краба, рассчитанная по траловым съемкам 2017-2018 гг., примерно вдвое превышает оценки 2013 г. при проведении аналогичных исследований. Кроме того, в 2017 и 2019 гг. результаты наблюдений на промысле краба-стригуна опилио у западного Сахалина показали относительно высокую и стабильную величину уловов на

усилие (7-9 экз./лов.), что также свидетельствует о неких положительных аспектах состояния запаса в этой части подзоны. По данным съемки 2022 г. промысловая биомасса краба-стригуна опилио составила 2602 т, съемки 2024 г. – 2925 т. Съемка 2024 г. также показала наличие значительной доли непромысловых самцов, которые в перспективе дадут рост запаса, а также наличие крупных промысловых самцов в размерном классе 130-150 мм, которые составляли 80% от всех промысловых самцов. Снижение промысловой нагрузки с 2024 г. позволит поддержать численность запаса на уровне прошлых лет.

По результатам съемки 2025 г. отмечается небольшой рост численности промысловых самцов (численность самцов = 3098,9 тыс. экз.).

Ожидается, что промысловый запас краба-стригуна опилио у западного Сахалина на 2027 г. не опустится ниже средних значений, отмечаемых по результатам съемок 2025 г., и составит 2963 т.

Обоснование объема ОДУ. Поскольку прогнозная величина запаса в 2027 г. (2963 т) будет выше граничного, но не достигнет целевого ориентира по промысловой биомассе, согласно разработанным ПРП, промысел необходимо вести в режиме восстановления запаса. При этом величина расчетной величины ОДУ должна быть снижена, практически, в половину от величины ОДУ 2026 г. Но до прояснения ситуации с происходящими в популяции процессами, являющимися основой для корректного прогнозирования ее состояния, рекомендуется величину изъятия, исходя из принципа «предосторожного» подхода к управлению ресурсами на основе биологии данного запаса и истории промысла, скорректировать постепенно.

В соответствии с «Правилами регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов», величина изменения ОДУ краба-стригуна опилио может составлять $\pm 42\%$, но учитывая снижение промыслового воздействия на запас, наличие значительной доли старшевозрастных самцов в уловах 2025 г., которые в 2027 г. могут быть изъяты промыслом без нанесения вреда воспроизводительной способности запаса, величина ОДУ на 2027 г. может быть снижена на 20% или 60 т от величины ОДУ предыдущего года ($\text{ОДУ}_{2026} = 300$ т).

Таким образом, допустимо определить объем изъятия краба-стригуна опилио в Западно-Сахалинской подзоне на 2027 г. в объеме 240 т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна опилио в Западно-Сахалинской подзоне на 2027 г. в объеме 0,240 тыс. т.**

Краб-стригун бэрди (*Chionoecetes bairdi*)

61.01 – зона Западно-Берингоморская

Исполнители: А.Н. Деминов, И.С. Черниенко (ТИНРО)
Кураторы: Д.О. Сологуб, Е.В. Руднева (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Для оценки промыслового запаса краба-стригуна бэрди и определения ОДУ на 2027 г. использованы данные учетной донной траловой съёмки, выполненной 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.

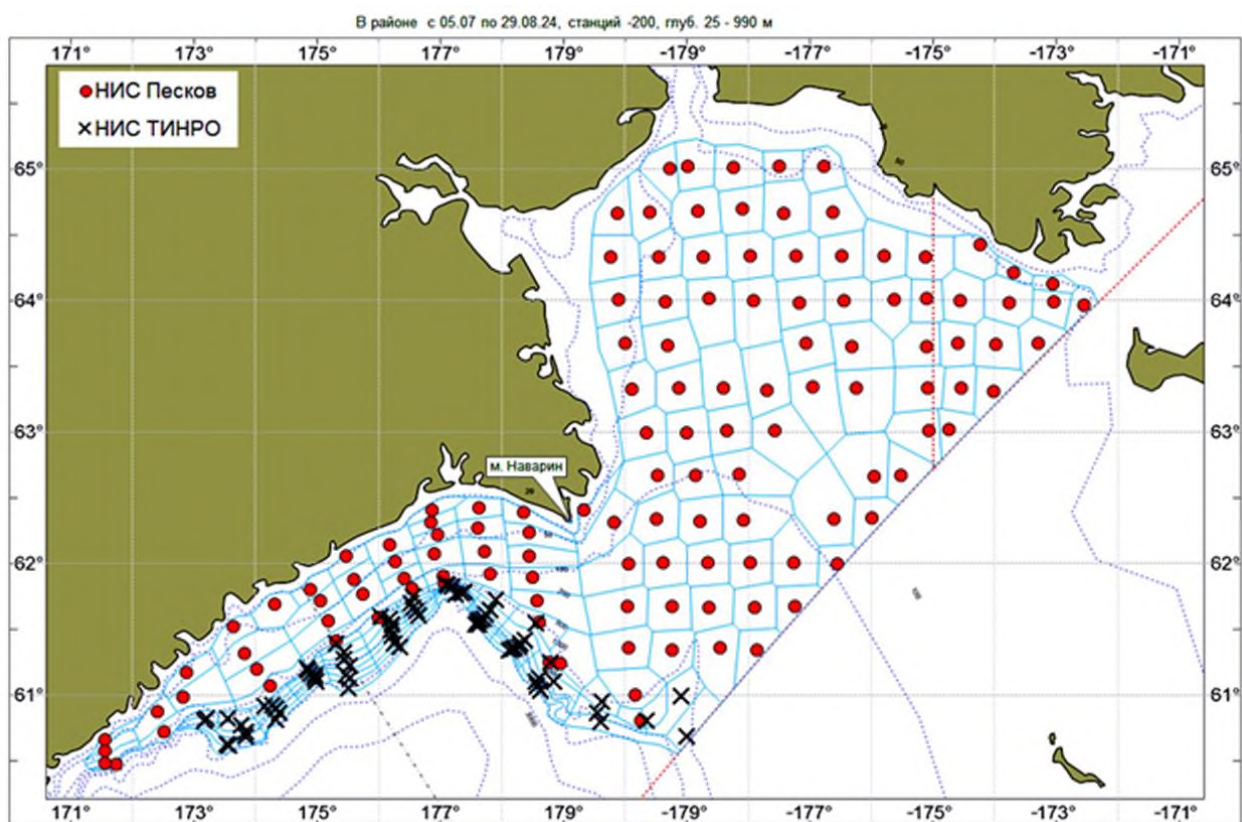


Рис. 1. Карта-схема района работ и траловых станций, выполненных на НИС «Дмитрий Песков» и НИС «ТИНРО» в Западно-Берингоморской зонах в июле-августе 2024 г.

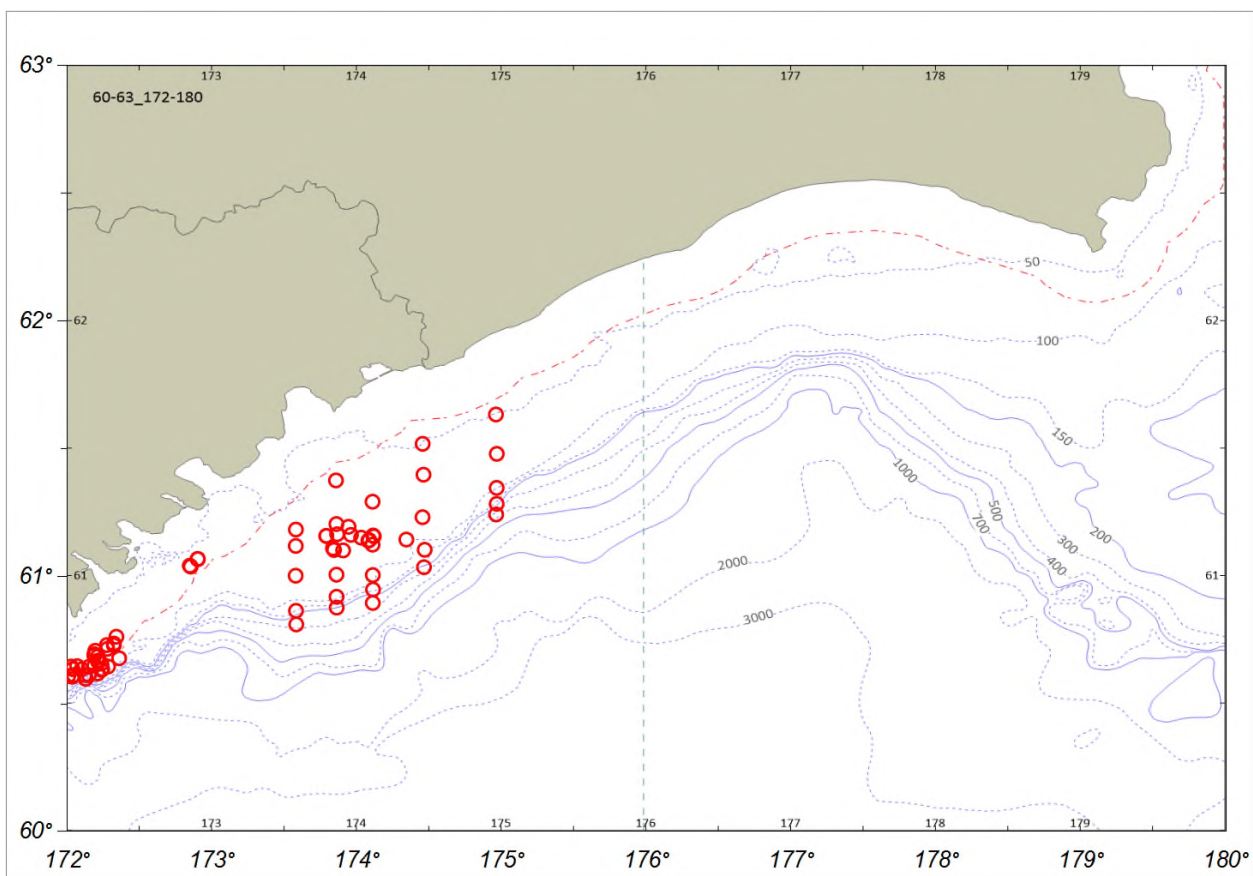


Рис. 2. Карта-схема района работ и ловушечных станций, выполненных на промысловых судах в Западно-Беринговоморской зоне в апреле-июне 2025 г.

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, обеспечивающими 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, согласно Приложению 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 Западно-Беринговоморской зоне был охвачен неравномерно (рис. 3,4).

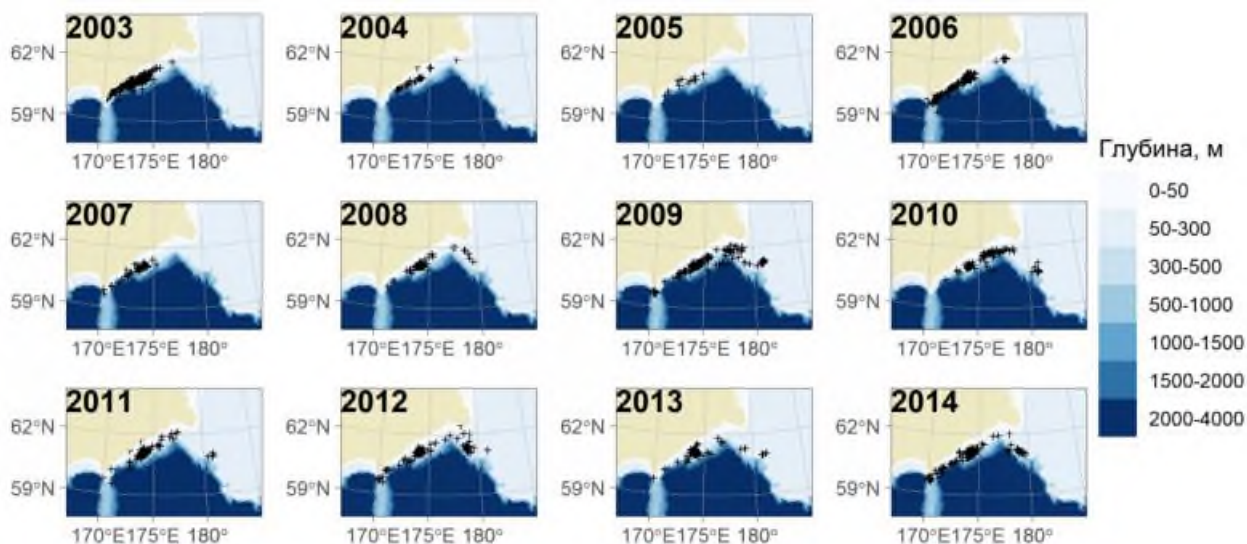


Рис. 3. Распределение промыслового усилия в 2003-2014 гг.

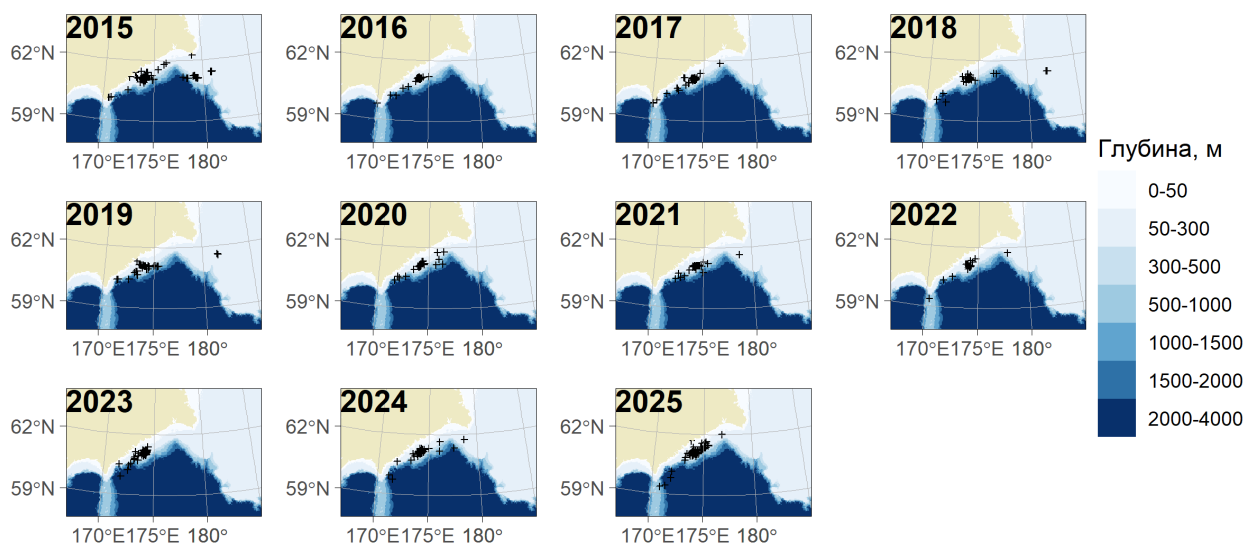


Рис. 4. Распределение промыслового усилия в 2015-2025 гг.

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

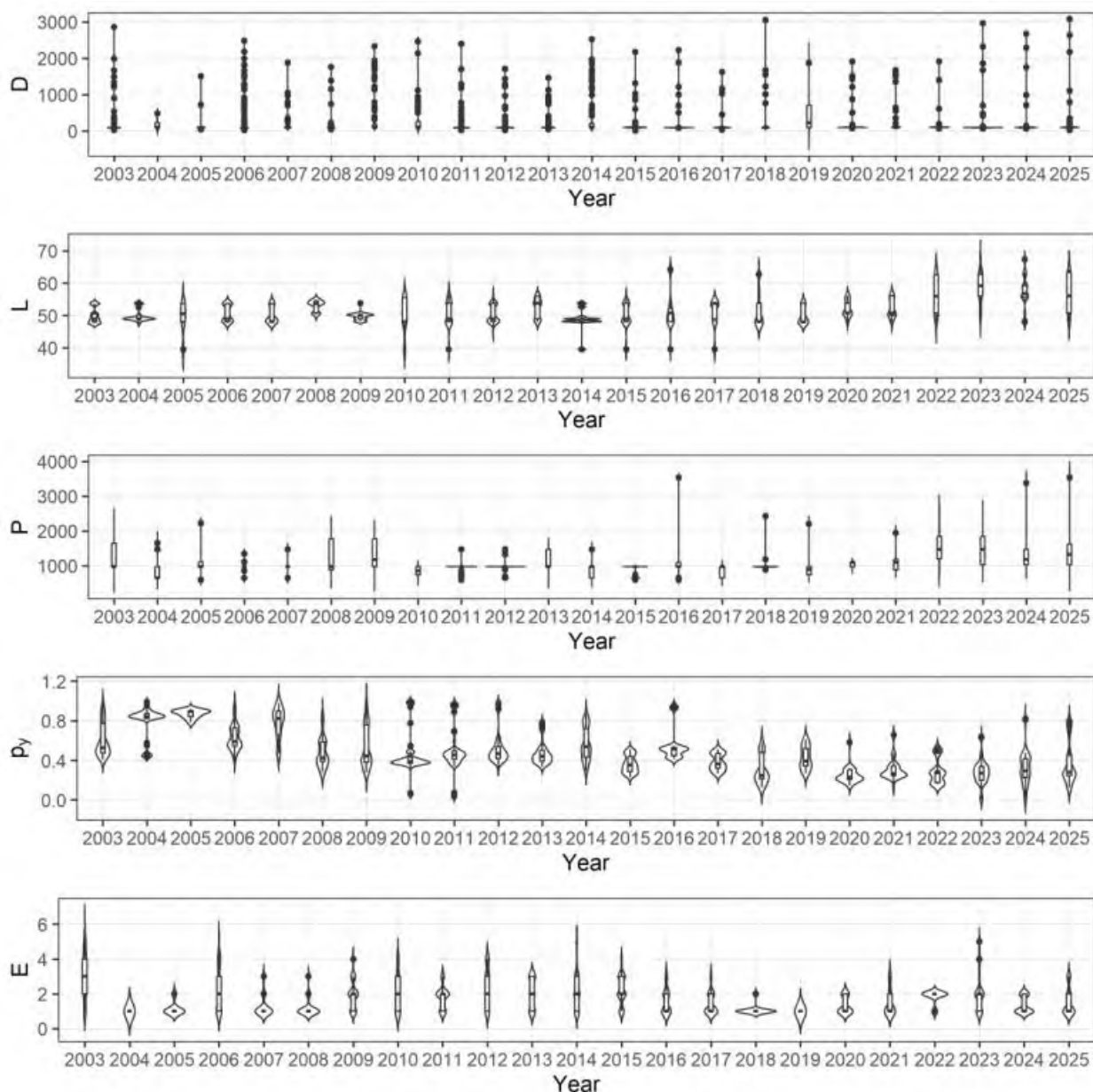


Рис. 5. Динамика значений природных и производственных факторов в 2003-2025 гг.

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:

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

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

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

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

$$д \quad CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_Y) + s(E) \quad (8)$$

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

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

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

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

$$к \quad CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + s(L) + s(E) \quad (13)$$

где $CPUE$ – математическое ожидание интенсивности промысла, s – тонкоплечный регрессионный сплайн (TPC) [Wood, 2003], te – тензорное произведение, f^Y – коэффициент для фактора года. Оценка параметров модели произведена методом максимального правдоподобия, оптимизация

числа псевдоузлов ТРС 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 (12) (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>e</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
<i>D</i>	98
<i>d_{sin}</i>	0,017
<i>d_{cos}</i>	0,99
<i>P</i>	970
<i>E</i>	2

Номинальные и стандартизованные значения индексов, приведены на рисунке 6.

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].

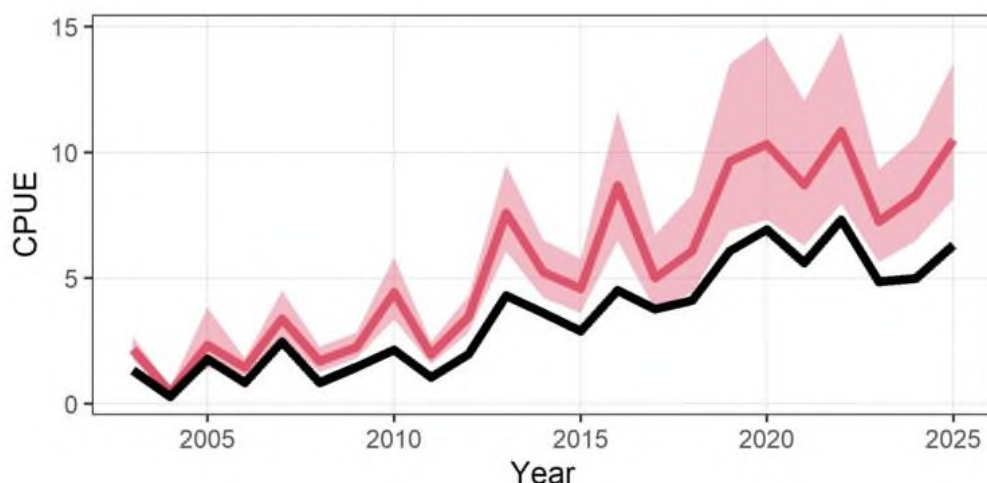


Рис. 6. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов с доверительными интервалами (красная область).

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]:

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

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 промышленного 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 промышленной биомассы по материалам учетных траловых и ловушечных съемок, полученные методом площадей, уловы на ловушку промышленных самцов в килограммах, по данным ловушечных съемок и наблюдений на промысле, а также материалы промышленной 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, осуществлявших промысел краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне с 2014 по 2025 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	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).



Рис. 7. Динамика промыслового запаса самцов краба-стригуна бэрди в Анадырском заливе и коряжском шельфе в 1998-2025 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 гг. 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 дополнили 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. Из рисунка видно, что в указанный период просматривается цикличность в численности промысловых самцов (5-6 лет). Соответственно, в последние годы происходило естественное снижение промыслового запаса, которое сменилось его закономерным 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 последней съемки 2025 г., численность промыслового запаса составила 14,1 млн экз. (12,8 тыс. т), что сопоставимо с 2012 г. (см. 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.

Степень промыслового освоения ОДУ краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне 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%.

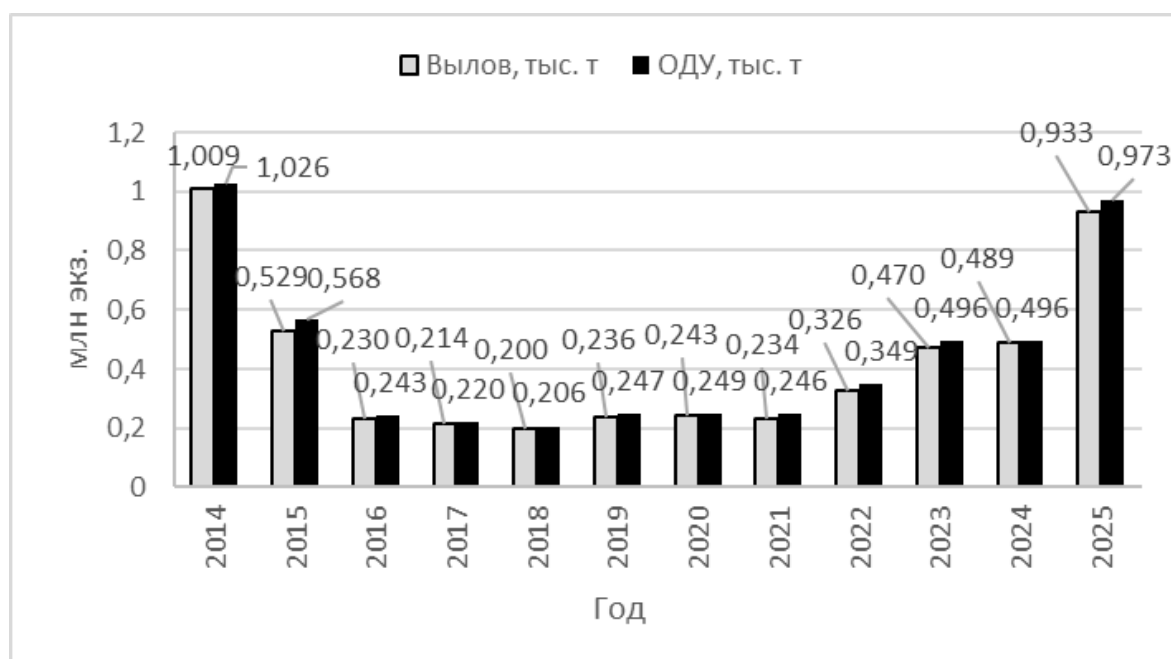


Рис. 8. ОДУ и вылов промысловых самцов краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне в 2014-2025 гг. По оси абсцисс – годы, по оси ординат – тыс. т.

По данным траловой съемки 2021 г., наиболее плотные скопления промысловых самцов краба-стригуна бэрди (до 15,385 тыс. экз./кв. милю) в Западно-Беринговоморской зоне были отмечены в Коряжском подрайоне, на акватории с координатами 173°40,0'-174°30,0' в.д., 60°50,4'-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 Коряжском подрайонах плотность распределения на большей части акватории не превышала 100 экз./кв. милю.

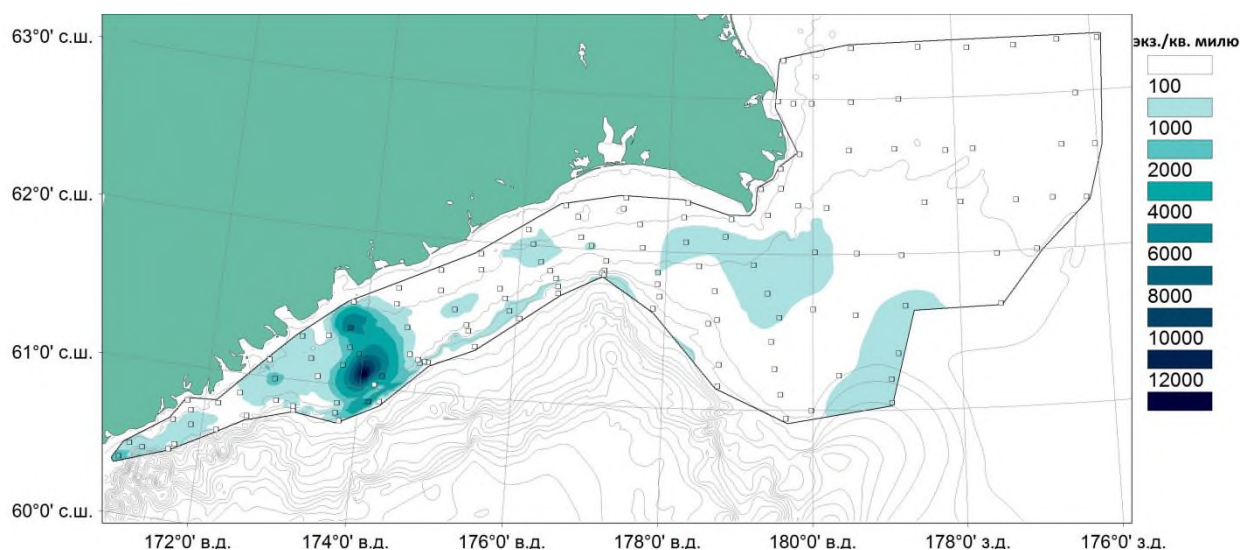


Рис. 9. Пространственное распределение промысловых самцов (ШК ≥ 120 мм) краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне, по результатам учетной донной траловой съемки на СРТМ «Валерий Маслаков» в сентябре 2021 г.

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 Коряжском подрайоне, где средняя ШК промысловых особей составила 133,9 мм.

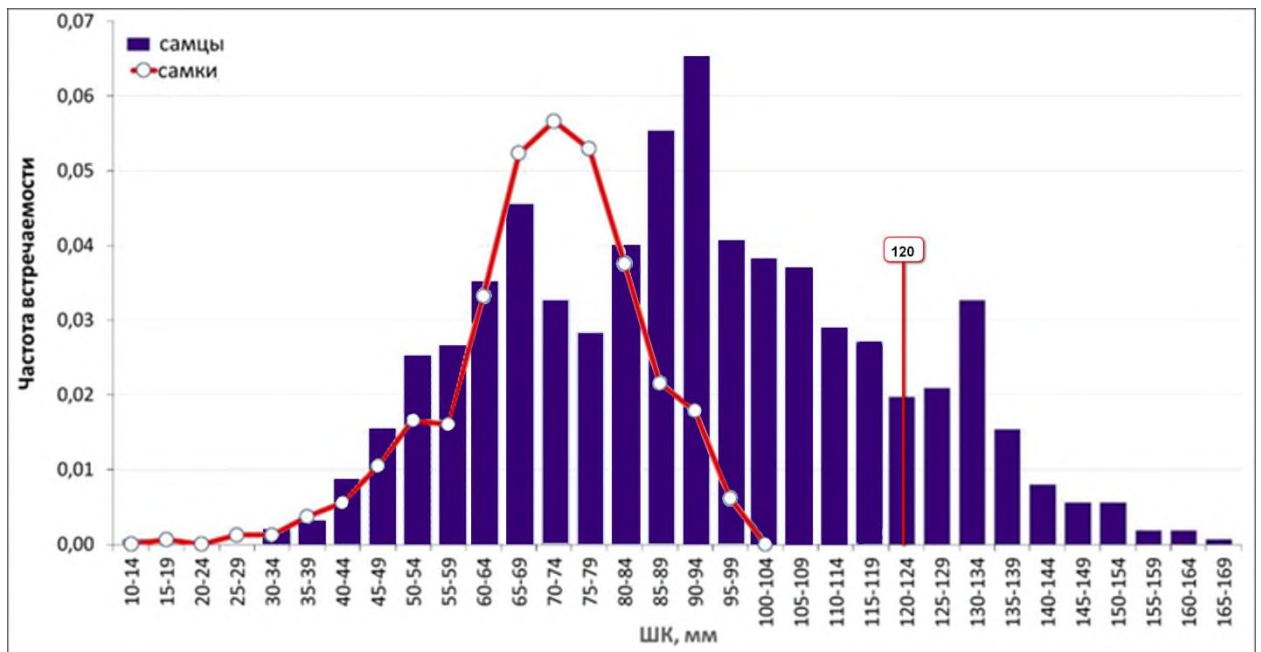


Рис. 10. Размерный состав краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне, по результатам учетной донной траловой съемки на СРТМ «Валерий Маслаков» в сентябре 2021 г.

В 2024 г. самцы промыслового размера встречены только на коряжском 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 встречались только на коряжском 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).

Размерный состав самцов был представлен особями с шириной карапакса 24-160 мм, средний размер составил 120,1±1,0 мм (у промысловых – 131,5±0,5 мм, у непромысловых – 97,5±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±1,0 мм, индивидуальная масса варьировала от 8 до 265 г, в среднем составила 150 г (рис. 12).

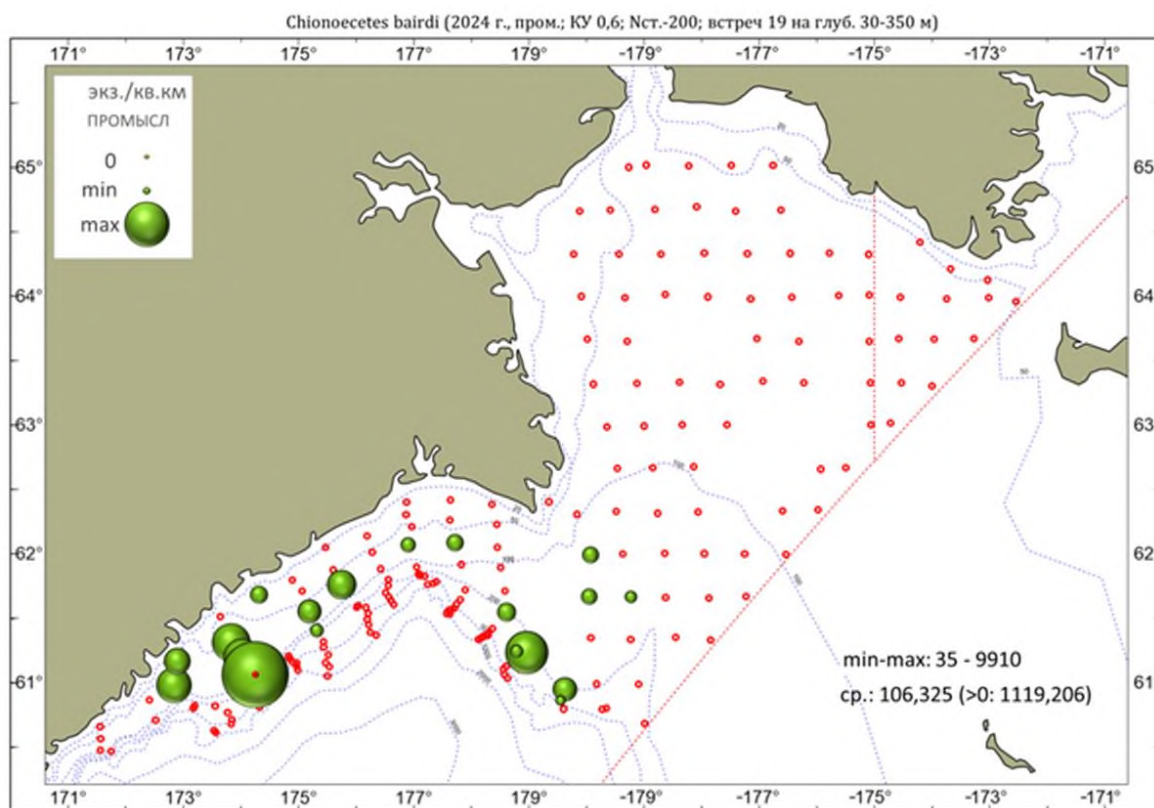


Рис. 11. Распределение (экз./км²) промысловых самцов краба-стригуна бэрди в Анадырском заливе и на Корякском шельфе в июле-августе 2024 г.

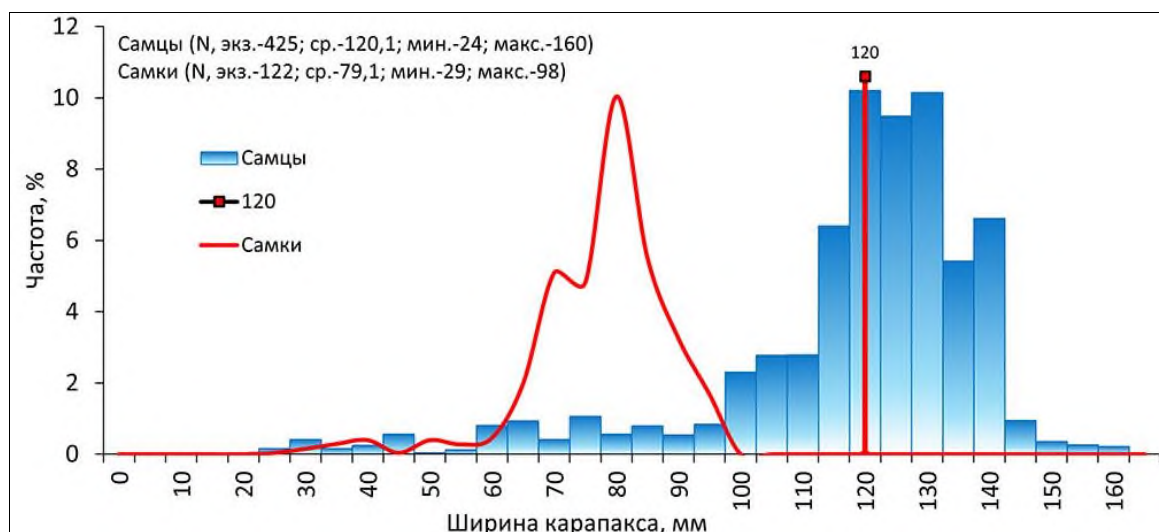


Рис. 12. Размерный состав краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне, по результатам учетной донной траловой съемки на НИС «Дмитрий Песков» в июле-августе 2024 г.

В ловушечных уловах 2025 г. краб-стригун бэрди в исследуемом районе сформировал плотное промысловое скопление в районе 173°50'-174°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°30' в.д.

Следует отметить, что основной промысел краба-стригуна бэрди в первой половине 2025 г. осуществлялся в юго-западной части Западно-Берингоморской подзоны. Поэтому, на втором этапе исследований (18-19.06.2025 г.) был выполнен контрольный сбор данных на акватории микрополигона. Площадь исследований составила около 100 км². 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°30' до 175°00' в.д. Центральная часть промыслового скопления была приурочена к меридиану 174° в.д. с глубинами 70-95 м (рис. 13).

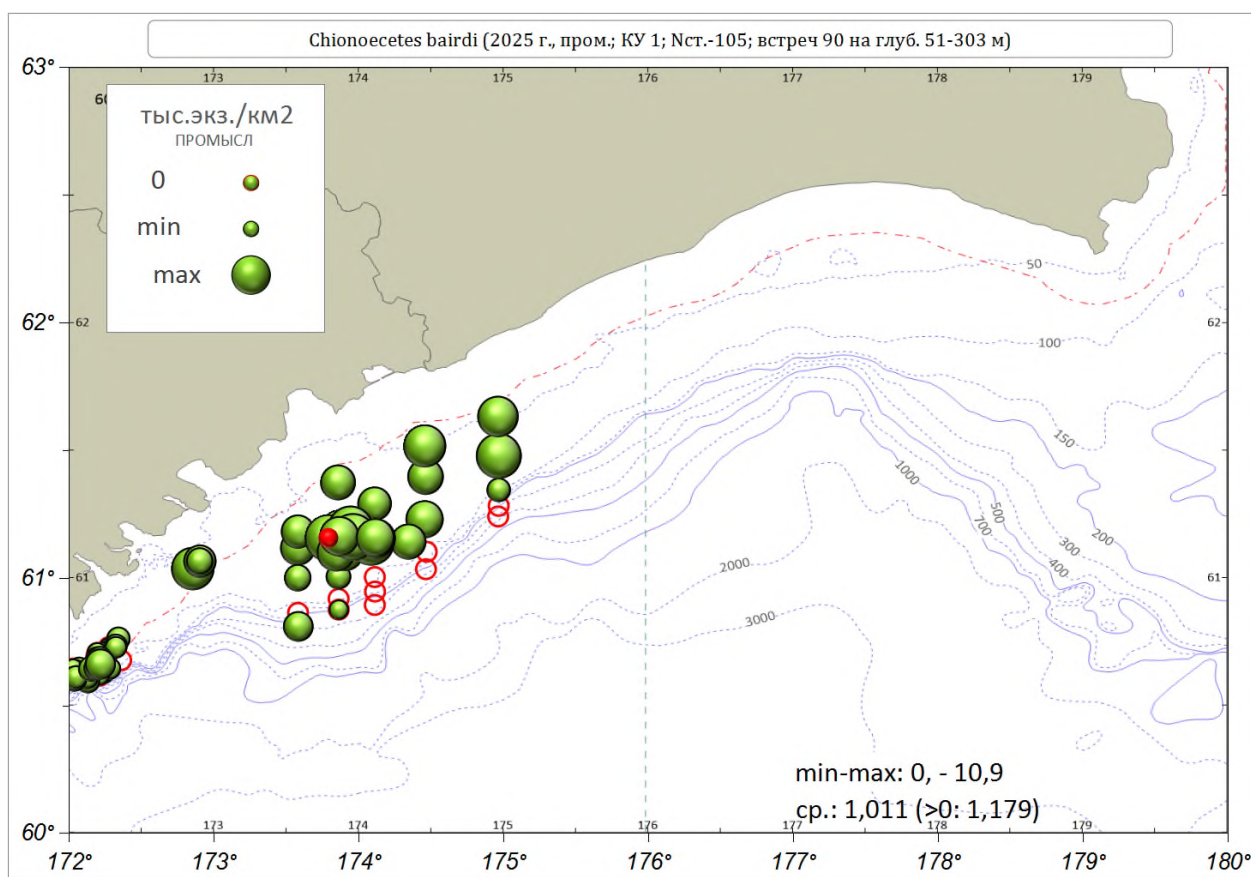


Рис. 13. Распределение (экз./км²) промысловых самцов краба-стригуна бэрди на коряжском шельфе в апреле-июне 2025 г.

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 возрастных 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).

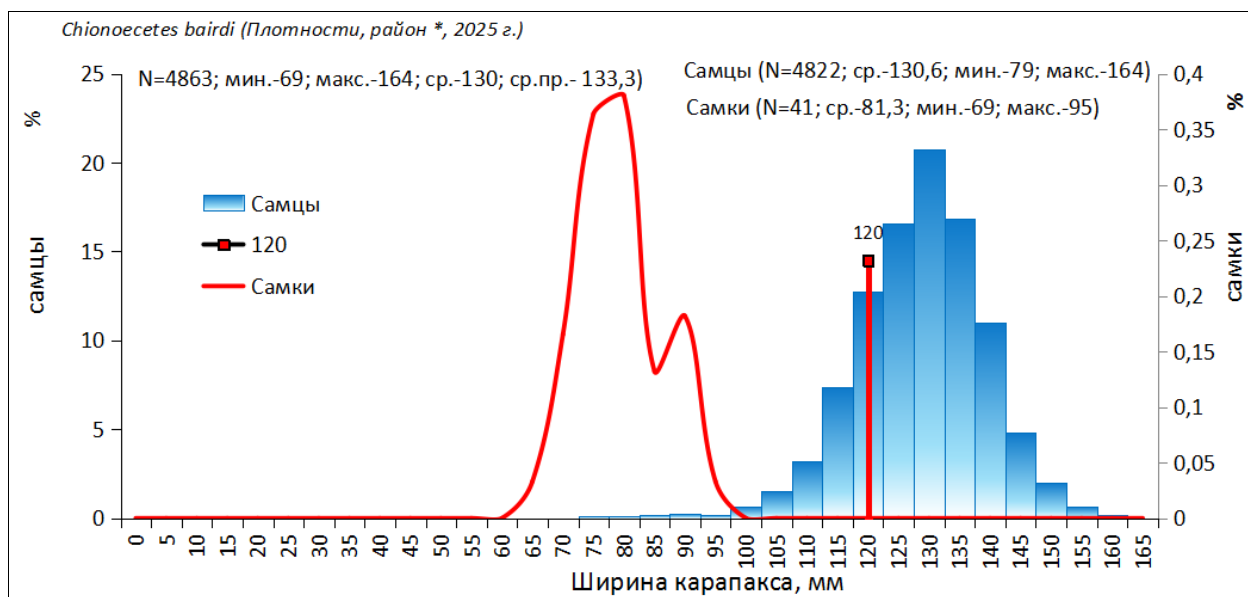


Рис. 14. Размерный состав краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне по результатам ловушечной съемки на промысловых судах на коряжском шельфе в апреле-июне 2025 г.

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, в 2019 г. – 132,7 мм, в 2020 г. – 131,8 мм, в 2021 г. – 133,9 мм, в 2024 г. – 131,5 мм, в 2025 г. – 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. б).

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, 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*.

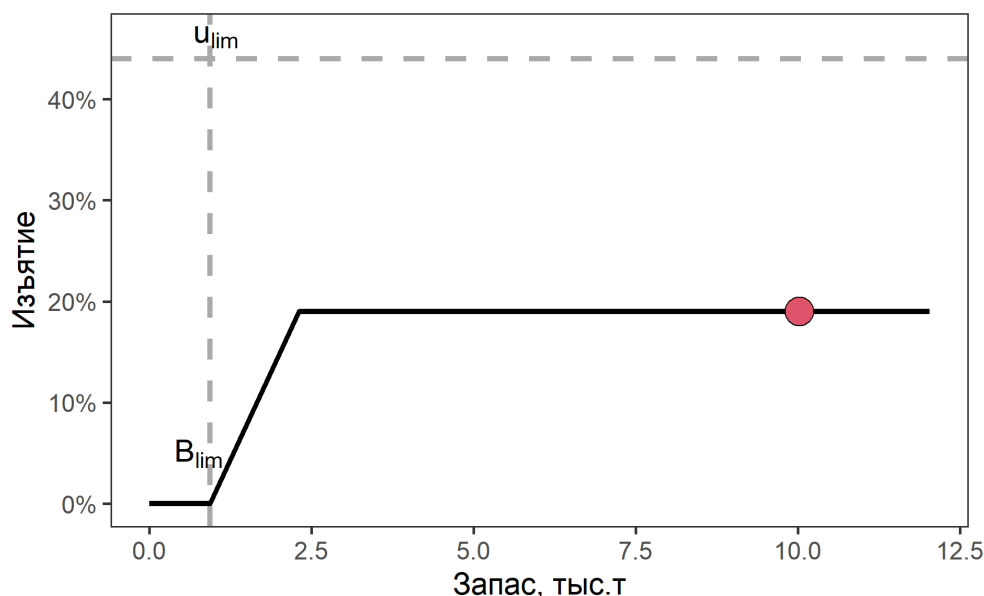


Рис. 15. Графическое представление ПРП для краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне.

В соответствии с «Правилами регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов», статус запаса краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской 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-Беринговоморской 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 2027 г. величины запаса находится в доверительном интервале 8,19-15,74 тыс. т (10,92-20,98 млн экз.), в среднем – 11,96 тыс. т (15,95 млн экз.) (*рис. 16*).

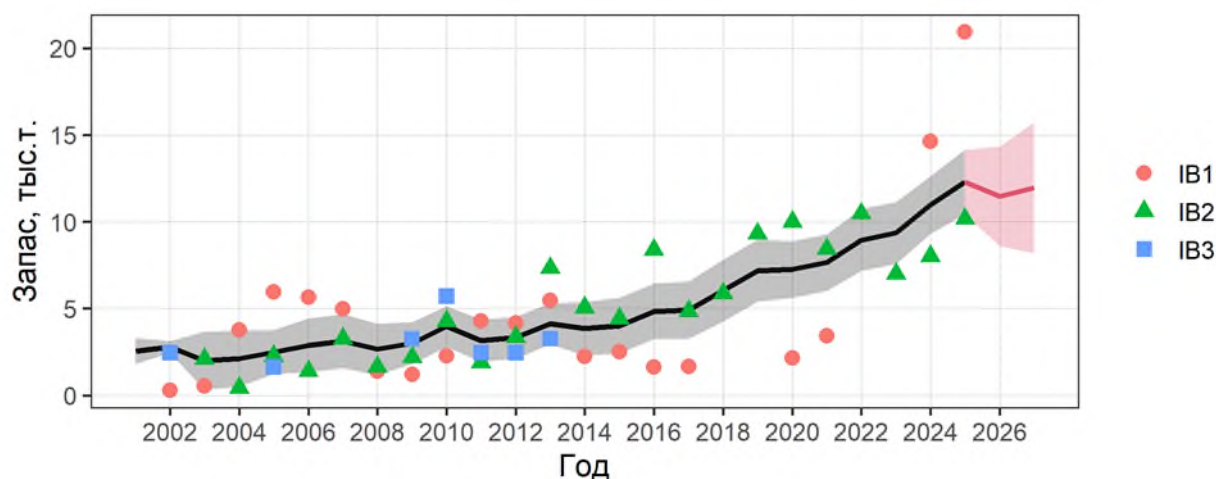


Рис. 16. Динамика промысловой биомассы. I1 – оценки запаса, I2 – интенсивность промысла.

Обоснование объема ОДУ. В соответствии с приказом Минсельхоза России от 24 сентября 2025 г. № 616, ОДУ краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне на 2026 год 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 года.

На основании новых данных разработаны материалы, обосновывающие корректировку ОДУ краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне на 2026 год в сторону увеличения до 1,382 тыс. т.

Оценка ожидаемой в 2027 г. величины запаса краба-стригуна бэрди, полученная по результатам моделирования, составляет 11,96 тыс. т (15,95 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 2027 г. может составить 2,272 тыс. т (3,031 млн экз.).

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 2027 г. ОДУ может быть увеличен на 42% от скорректированного уровня 2026 года, что составляет 0,580 тыс. т. При таком подходе объем ОДУ в 2027 г. может составить 1,962 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне на 2027 г. в объеме 1,962 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов. Ожидаемая в 2027 г. величина запаса не демонстрирует значительной неопределенности, риск достижения биомассой граничного ориентира отсутствует (рис. 17).

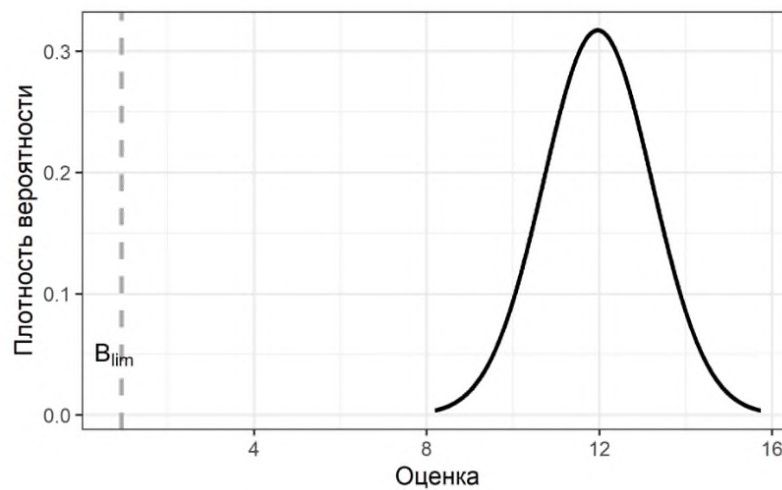


Рис. 17. Распределение вероятности для ожидаемой биомассы запаса.

Краб-стригун бэрди (*Chionoecetes bairdi*)

61.02 – зона Восточно-Камчатская

61.02.1 – подзона Карагинская

Исполнители: П.Ю. Иванов, А.И. Варкентин (КамчатНИРО)

Кураторы: Д.О. Сологуб, Е.В. Руднева (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. В 2022, 2023 и 2025 гг. учетные съемки, направленные на оценку состояния популяции крабов-стригунов в Карагинской подзоне, не проводились.

Осенью 2021 г. донная траловая съемка проводилась на СРТМ «Валерий Маслаков» (ООО «Антей»), в ходе которой было выполнено 76 контрольных тралений на глубинах 26-370 м. Исследованиями была охвачена акватория площадью около 17,5 тыс. км² (рис. 1А); биологическому анализу подвергнуто 1922 экз. краба-стригуна бэрди.

Последние учетные работы по оценке состояния популяции крабов-стригунов в Карагинской подзоне – донная траловая съемка на НИС «Дмитрий Песков» (Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)) в августе 2024 г., в ходе которой было выполнено 68 контрольных тралений на глубинах 13-259 м. Исследованиями была охвачена акватория около 16,0 тыс. км² (рис. 1Б); биологическому анализу подвергнуто 1256 экз. краба-стригуна бэрди.

При проведении съемок использовали учетный донный трал № 27,1/24,4 м с горизонтальным раскрытием 16 м. При расчете численности в программе «КартМастер» коэффициент уловистости трала для крабов-стригунов, как и прежде, принимали равным 0,6.

В мае 2025 г. получен материал, собранный специалистами Центрального института ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» в режиме мониторинга промысла крабов-стригунов в Олюторском заливе. Учтено 19 порядков ловушек, (проанализирован улов из 35 ловушек), биологическому анализу подвергнуто 1853 экз. самцов краба-стригуна бэрди.

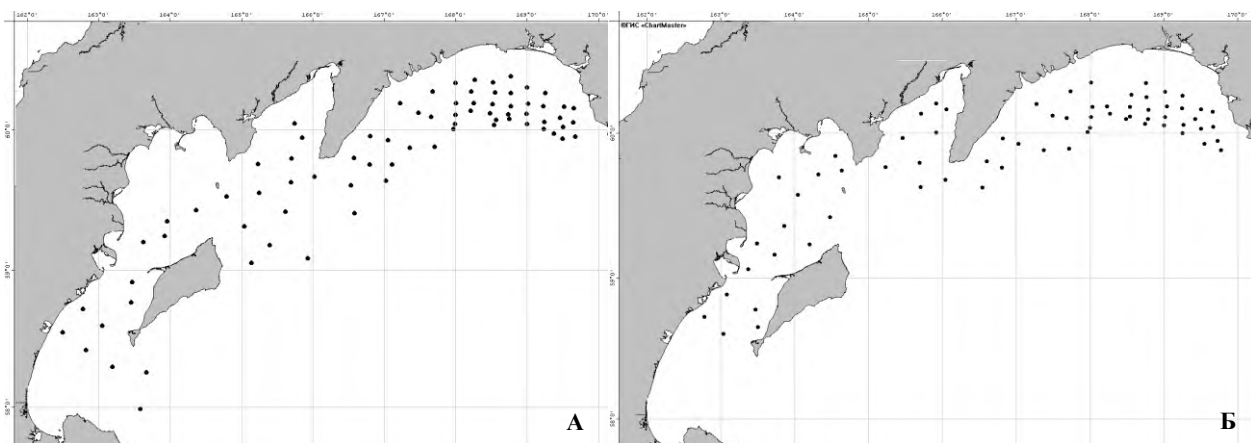


Рис. 1. Карта-схема контрольных траловых станций в Карагинской подзоне СРТМ «Валерий Маслаков» в 2021 г. (А) и НИС «Дмитрий Песков» в 2024 г. (Б).

Для ретроспективного анализа состояния запаса использованы многолетние (2010–2020 гг.) данные учетных донных траловых и ловушечных съемок, а также материалы, собранные в отдельные годы на промысловых судах в режиме мониторинга промысла краба-стригуна.

Анализ промысла выполнен по данным 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].

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

Особенностями промысла краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне являлись систематические перевозки уловов в соседний промысловый район (61.01 – зона Западно-Берингоморская) и подмена вылова одного вида краба-стригуна другим, которые в отдельные годы носили массовый характер. К настоящему времени получены оценки реального вылова и сведения о фактических уловах на единицу усилия, однако, неопределенности в оценках вылова и уловов на усилие остаются.

В соответствии с приказом 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.

Главным образом, из-за того, что не удастся проводить регулярные исследования на промысловых судах, в настоящее время ежегодные данные о вылове крабов по функциональным группам и годам промысла отсутствуют, поэтому когортные модели в отношении этого запаса неприменимы.

Согласно вышеуказанному приказу, минимальные требования к составу информации для II уровня – исторические ряды уловов и уловов на единицу промыслового усилия. Такие данные для краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне есть с 2012 г. Для применения моделей прибавочной продукции необходимо также соблюдение важного условия – улов на усилие должен быть отрицательно связан с количеством усилий. Такая связь существует, но очень слабая, что не позволяет использовать производственные модели.

Учитывая вышеизложенное, структура и качество доступного информационного обеспечения для данного запаса в наибольшей степени соответствуют III уровню (прил. 1 к приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.).

Обоснование выбора методов оценки запаса. Согласно приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г., «недостаточная полнота и/или качество доступной информации исключает использование моделей

эксплуатируемого запаса. Обоснование строится на эмпирических, трендовых, индикаторных и других приближенных методах, применяемых в случае дефицита информации».

Для оценки запасов с III уровнем информационного обеспечения рекомендовано использовать, так называемые, немодельные методы, объединенные в категорию DLM [Бабаян и др., 2018].

Входной информацией для использования DLM методов являются сведения о вылове и индексе запаса по годам. Наиболее достоверные данные имеются с 2012 г. Следует отметить, что наравне с когортными и продукционными моделями, эти методы рекомендованы для оценки запасов приоритетных видов отечественного рыболовства [Методические рекомендации, 2018]. Они широко применяются в мировой практике, примерно 80% запасов в мире оценивается с использованием DLM методов.

С 2021 г. для определения ОДУ краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне используется метод Iratio (Mean Index Ratio) [Jardim et al., 2015; ICES, 2012].

Согласно этому методу, ОДУ рассчитывается как:

$$\text{ОДУ}_y = \alpha C_{y-1},$$

где C_{y-1} – улов за предыдущий год, α – отношение среднего индекса за последние два года временного ряда к среднему индексу за 3-5 лет до текущего времени (базовые годы указываются в качестве аргумента y_{rs}).

При реализации всех немодельных методов предполагается, что статистика вылова содержит в себе ошибки, распределенные по логнормальному закону: $\varepsilon_y^C \sim N(\mu, \sigma_C^2)$, где μ – среднее значение, σ_C – стандартное отклонение логарифмированных значений остатков.

При прогнозировании величины вылова на год вперед данное предположение учитывается в виде: $C_y = TAC_y e^{\varepsilon_y^C - \frac{\sigma_C^2}{2}}$

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

Входной информацией для расчетов являются сведения о вылове и величине индекса запаса (табл. 1). Для получения реальных оценок годового вылова, начиная с 2009 г., проанализированы ежесуточная дислокация и позиционирование каждого из судов-краболовов, которые, добывая крабов стригунов опилио и/или бэрди в Карагинской подзоне, подавали информацию о пересечении границы, разделяющей промысловые районы, отчитывались о вылове в Западно-Беринговоморской зоне, после чего продолжали работать в Карагинской подзоне. Дополнительно проанализировано позиционирование каждого из судов-краболовов, отчитывающихся о вылове одного вида краба-стригуна, при этом долгое время дислоцирующихся в пределах скопления другого вида.

Таблица 1

Входная информация для расчета ОДУ краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне

Годы	Фактический вылов, т	Учетная съемка	Численность промыслового запаса	
			значение	млн экз.
2012	669,2	Ловушечная (только Олюторский залив)	макс	1,772
2013	439,0		среднее	4,036
2014	1288,6			5,980
2015	300,5			4,589
2016	1337,6	—	—	3,691*
2017	171,7	Траловая (только Олюторский залив)	макс	2,793
2018	359,5	—	—	2,543*
2019	257,0	Траловая (вся подзона)	макс	2,293
2020	181,2		макс	4,033
2021	166,5		мин	7,857
2022	248,0	—	—	6,628*
2023	372,6	—	—	6,628*
2024	331,4	Траловая (вся подзона)	среднее	5,398
2025	332,0	—	—	5,200*
2026	338,0			5,000

* – среднее значение за смежные годы.

В качестве индекса обилия использовали численность промысловых самцов по результатам учетных ловушечных (до 2017 г.) и донных траловых (в 2017-2024 гг.) съемок.

Необходимо обратить внимание на довольно значительное увеличение или снижение оценок численности промыслового запаса в отдельные смежные годы. Возможным объяснением данных фактов являются особенности распределения краба-стригуна в эти годы (наличие или отсутствие высокоплотных скоплений) и связанный с этим вероятный недоучет запаса или его завышенная оценка. Кроме того, в одни годы (2013-2015 гг.) проводились ловушечные съемки только в пределах Олюторского залива, а в другие – траловые съемки или только в пределах залива (2017 г.), или на площади всей подзоны (2019-2021 и 2024 гг.). В связи с этим, для сглаживания резких изменений численности в смежные годы, в качестве значений численности промысловых самцов, как входной информации для расчетов в эти годы, применяются минимальные, средние или максимальные значения, полученные с помощью бутстреп-анализа, реализованного в ГИС «КартМастер» и дающего возможность расчета ошибок получаемых оценок запаса [Бизиков, Поляков, 2004].

Вместо отсутствующих значений индексов в 2016, 2018, 2022–2023, 2025 гг. взяли средние величины по двум смежным годам.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. В Карагинской подзоне краб-стригун бэрди, наряду с крабом-стригуном опилио — один из основных объектов промысла ракообразных. В последние годы промысловые

скопления этого вида отмечены, главным образом, в восточной части залива. В виде прилова в небольших количествах краб-стригун бэрди встречается при добыче краба-стригуна опилио и в центральной части Олюторского залива.

Промысел крабов-стригунов ведется здесь с 1970-х гг., но до 1998 г. видовое разделение промысловых квот по крабам-стригунам опилио и бэрди отсутствовало. В последние годы ОДУ краба-стригуна бэрди осваивается практически полностью (рис. 2).

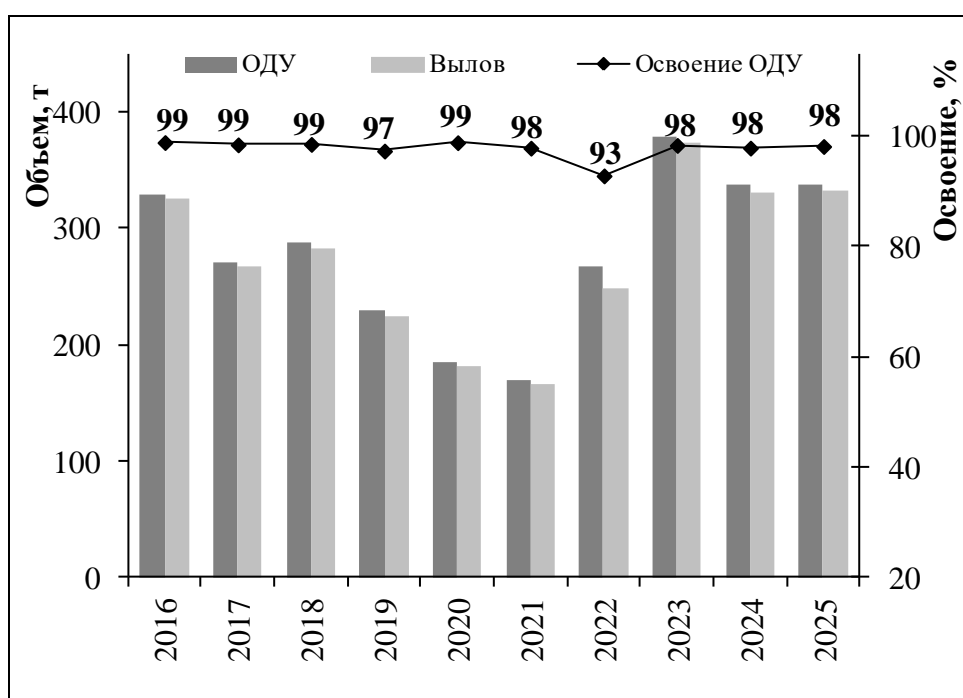


Рис. 2. Межгодовая динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне.

Количество судов, ведущих промысел краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне, в последние годы имеет тенденцию к увеличению, вместе с тем оставаясь сравнительно невысоким (табл. 2), а промысловая обстановка – относительно хорошей.

Таблица 2

Вылов, количество судов на промысле и средний вылов на судосутки краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне в 2016-2025 гг., по данным ОСМ

Год	Кол-во судов, ед.	Вылов за год, т	Вылов на с/с средний, т
2016	4	326	7,1
2017	5	267	3,6
2018	6	283	3,8
2019	4	224	5,1
2020	5	182	4,5
2021	6	166	6,2
2022	7	248	4,5
2023	9	373	5,4
2024	5	331	4,7
2025	7	332	4,5

В 2024 г., как в предыдущие несколько лет, добыча другого вида краба-стригуна опилио велась, главным образом, в западной и центральной частях зал. Олюторского, т.е. промысел двух видов стригунов был пространственно разнесен, фактов «перевозки» уловов или замены вылова одного вида другим не отмечали. В 2025 г. дислокация добывающих судов на промысле крабов-стригунов отличалась от прошлых лет: около трети вылова краба-стригуна бэрди реализовано на участке к западу от 168° в.д., где также ведется и добыча краба-стригуна опилио. Нередки были подачи ССД о вылове одновременно крабов-стригунов бэрди и опилио, при этом анализ производственной деятельности судов свидетельствует в пользу соответствия этих фактов действительности.

Показатели среднего суточного вылова краба-стригуна бэрди составили в 2023, 2024 и 2025 гг. 5,4, 4,7 и 4,5 т, а максимального – 15,8, 12,8 и 15,4 т, соответственно. Таким образом, в последние годы промысловая обстановка на добыче краба-стригуна бэрди продолжает оставаться хорошей.

Флот на добыче краба-стригуна бэрди в Олюторском заливе в 2025 г. дислоцировался, преимущественно, на глубинах 75-160 м в его восточной и центральной частях, при этом показатели улова за промысловую операцию (порядок ловушек) составляли в среднем для всех судов 1,07 т краба-стригуна, превышая значения 2024 г. (0,78 т) и 2023 г. (0,74 т).

По результатам мониторинга промысла в мае 2025 г., средний улов промысловых самцов на ловушку в сутки составил 17,6 экз., максимальный – 41,3 экз./лов./сут., что считается сравнительно высокими значениями. Практически полное освоение ОДУ, относительно стабильный вылов на судосутки и рост уловов на промысловую операцию позволяют сделать заключение о хорошей промысловой обстановке на добыче краба-стригуна бэрди в Олюторском заливе в 2025 г. и, соответственно, устойчивом, удовлетворительном текущем состоянии запаса вида.

Наиболее плотное промысловое скопление в 2021 г. зафиксировано в восточной части Олюторского залива – в пределах координат 59°56'1–60°00'9 с.ш., 169°12'7–169°30'8 в.д., в диапазоне изобат 128-158 м, где отмечен максимальный за всю историю исследований показатель плотности (44,01 тыс. экз./км²).

В отличие от предыдущих лет, в 2024 г. наивысшая плотность промысловых самцов (8,00 тыс. экз./км²) отмечена в центральной части залива на глубине около 100 м, в координатах 60°10'8 с.ш., 168°32'6 в.д. В традиционном районе добычи – в восточной стороне Олюторского залива (60°00'1 с.ш., 169°15'3 в.д., глубина 167 м) – плотность промысловых самцов достигала лишь 6,09 тыс. экз./км².

Размерный состав самцов в уловах трала в последние три года исследований представлен на *рисунке 3*. Можно констатировать, что, как и в предыдущие годы, состав уловов самцов краба-стригуна бэрди мало соответствует действительной картине соотношения функциональных групп краба-стригуна, при которой в уловах трала обычно в равной степени представлены как особи промыслового размера, так и молодежь.

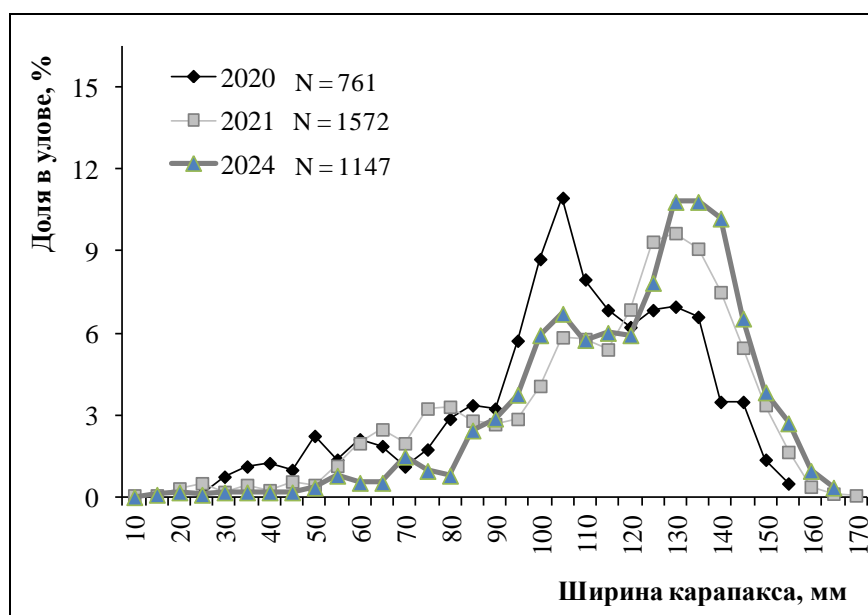


Рис. 3. Размерный состав самцов краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне в 2020, 2021 и 2024 гг., по данным траловых учетных съемок.

По результатам траловых съемок 2017 и 2019 гг., численность промысловых самцов краба-стригуна бэрди находилась на низком уровне и составляла, соответственно, 2,793 млн экз. и 1,907 млн экз. По результатам НИР 2020 г., численность промысловых самцов во всей подзоне оценена в 3,472 млн экз., а промысловый запас (при средней массе промыслового самца 0,7 кг) – 2,430 тыс. т.

Оценка промыслового запаса по итогам исследований в 2021 г. продемонстрировала его резкий рост до 8,972 млн экз., что является максимальным значением за весь период исследований краба-стригуна бэрди в подзоне. В 2024 г. промысловый запас хоть и снизился, но продолжал находиться на сравнительно высоком уровне, оцененном в объеме 5,398 млн экз.

В 2019-2021 и 2024 гг. отмечен рост численности пополнения: если по итогам работ в 2019 г. оцененное количество узкопалых самцов (УПС) не превышало 1 млн экз., то в 2020 г. оно составило около 3,3 млн экз., а в 2021 и 2024 г. – уже 9,2 и 7,7 млн экз. (табл. 3).

Таблица 3

Межгодовая динамика численности функциональных групп краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне, по данным учетных траловых съемок (даны средние оценки запаса, полученные в ГИС «КартМастер»)

Функциональная группа	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2024 г.
Все самцы с ШК 110> мм	1,907	3,472	8,972	5,398
УПС 110> мм (Пререкруты I)	0,218	0,321	0,961	1,398
УПС 90–109 мм (Пререкруты II)	0,146	1,662	1,905	2,740
УПС <90 мм (Молодь)	0,362	1,363	6,321	3,564
Всё пополнение	0,726	3,346	9,187	7,702

Таким образом, в 2022-2023 гг., судя по высоким оценкам численности промысловой части популяции, а также ближайшего и дальнего пополнения, промысловый запас находился на высоком уровне.

Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла. На основе разбивки исторического ряда промыслового запаса за 20-летний период наблюдений на три равные группы значений по методу перцентилей [Буяновский, 2012], определены биологические ориентиры управления. Значения граничного и целевого ориентиров по промысловой численности составили, соответственно, 1,47 и 3,3 млн экз. краба-стригуна бэрди (рис. 4).

В качестве целевого ориентира по коэффициенту эксплуатации (C_{tr}) традиционно используется значение 10%. Несмотря на наличие источников неопределенности, для запаса, находящегося в благополучном состоянии, эта величина представляется заниженной. В дальнейшем, в случае появления возможности использования для прогнозирования полноценных данных о пополнении, возможно увеличение значения этого коэффициента до 15%.

Определить граничный ориентир по коэффициенту эксплуатации в настоящее время не представляется возможным. По экспертным оценкам, он не должен превышать 20%.

Коэффициент эксплуатации для проведения НИР (C_0) может составлять 1% от прогнозируемой численности промыслового запаса.

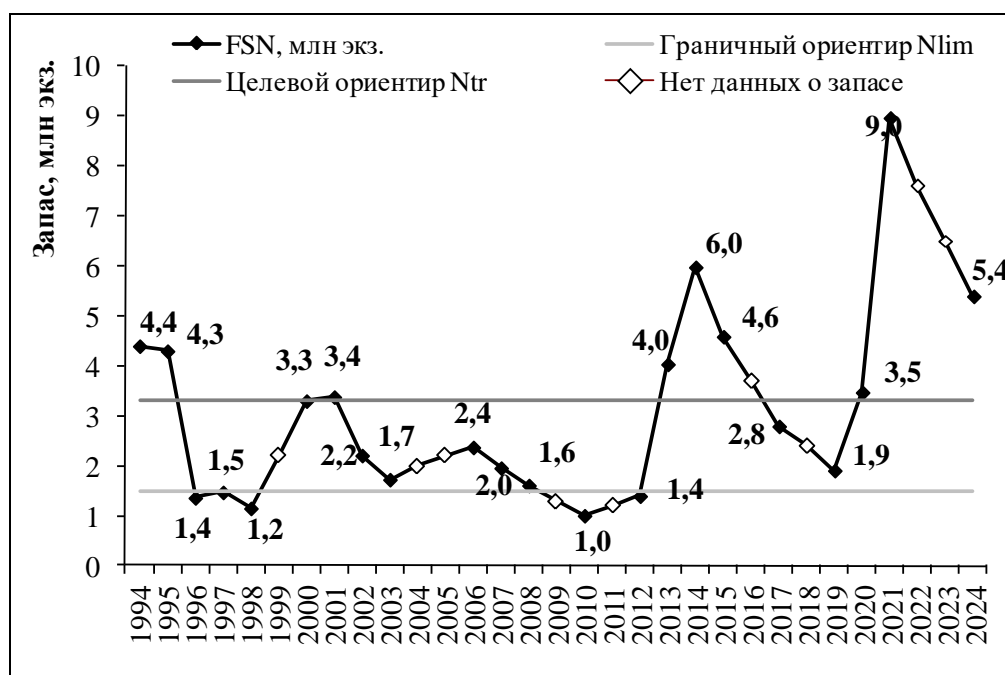


Рис. 4. Биологические ориентиры управления, рассчитанные методом перцентилей, на основе динамики численности промыслового запаса краба-стригуна бэрди в Олюторском заливе в 1994-2021 гг.

Таким образом, в отношении запаса краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне определены следующие биологические ориентиры управления:

– целевой ориентир по численности промыслового запаса $N_{tr} = 3,3$ млн экз.;

– граничный ориентир по численности промыслового запаса $N_{lim} = N_{loss} = 1,47$ млн экз.;

– целевой ориентир по коэффициенту эксплуатации $C_{tr} = 10\%$;

– коэффициент эксплуатации для проведения НИР $C_0 = 1\%$.

Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами [Бабаян, 2000], обосновано зональное правило регулирования промысла (ППП) краба-стригуна бэрди Карагинской подзоны, цель которого – вывод запаса на уровень высокой продуктивности и последующая его эксплуатация на этом уровне.

Аналитическая форма PPP выглядит следующим образом:

I – режим запрета промышленного лова, вылов только в рамках НИР, $FSN_i < N_{lim}$:

$$C_{rec_i} = C_0;$$

II – режим восстановления запаса, $N_{lim} < FSN_i < N_{tr}$:

$$C_{rec_i} = (C_{tr} - C_0)(FSN_i - N_{lim}) / (N_{tr} - N_{lim}) + C_0;$$

III – режим постоянной интенсивности промысла, $FSN_i > N_{lim}$:

$$C_{rec_i} = C_{tr} = const,$$

где N_{lim} – граничный ориентир по численности промысловых самцов, C_{rec_i} – рекомендуемое значение коэффициента изъятия, FSN_i – численность промысловых самцов в i -й прогнозный год.

Прогнозирование состояния запаса. Малый ряд наблюдений не позволяет с достаточной степенью достоверности спрогнозировать величину индекса запаса для краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне на 2026-2027 г., особенно учитывая отсутствие индекса запаса в 2022-2023 и 2025 гг. Кроме того, из-за недостатка сведений были привлечены результаты съемок, выполненных различными методами (ловушечные и донные траловые съемки), при этом очевидно, что ловушечные съемки недоучитывают запас.

В контексте вышеизложенного, целесообразно отметить, что для стригунов во всех районах их обитания в принципе достаточно сложно дать прогноз состояния запаса даже на 1 год вперед, не говоря уже о более продолжительном периоде. Для этого вида характерны резкие всплески численности и столь же резкое снижение запасов.

Невозможность спрогнозировать периоды резкого подъема численности запаса во многом объясняется особенностями биологии крабов-стригунов. В частности, в настоящее время не представляется возможным предсказать, когда пререкруты пополнят промысловый запас.

Кроме того, известно, что молодь крабов-стригунов имеет относительно более уплощенное тело, чем взрослые особи, и способна зарываться в илисто-песчаный грунт. Это затрудняет их облов тралом [Слизкин, Сафронов, 2000], что вносит дополнительные неопределенности в результаты съемок. Можно предположить, что в 2019-2020 гг. ресурсы крабов-стригунов бэрди в Карагинской подзоне были недоучтены. Подобная

ситуация была отмечена, например, в Камчатско-Курильской подзоне в 2018-2019 гг.

Ожидалось, что после «взрывного» роста ресурсов краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне, зафиксированного в 2021 г., в 2022-2023 гг. численность промысловых самцов все еще находилась на высоком уровне, но была ниже, чем в 2021 г. (рис. 5). Подтверждением сказанному являлось снижение уловов на усилие в 2022-2023 гг., по сравнению с 2020-2021 гг.

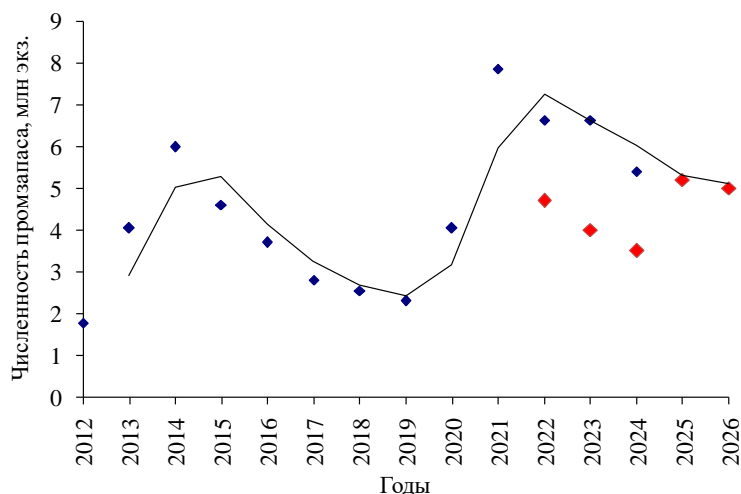


Рис. 5. Межгодовая динамика индекса численности промысловых самцов краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне (синие многоугольники – фактические значения, красные – прогнозные).

Результаты учетных работ, выполненных в 2024 г., в целом, подтвердили тренд на снижение запасов стригуна бэрди. При этом фактическая оценка индекса численности в 2024 г. оказалась выше прогнозной (см. рис. 5). Соответственно, в большую сторону были переоценены и отсутствующие индексы в 2022-2023 гг.

Учитывая полученные в 2024 г. сравнительно высокие значения численности пополнения, прогнозируется, что промысловый запас краба-стригуна бэрди в 2026-2027 гг. если и снизится, то не столь резко и значительно, как предполагалось ранее. Индекс численности в 2025 г. приняли равным 5,2 млн экз., а в 2026 г. – 5,0 млн экз.

Применительно к крабам-стригунам, для которых прогноз на 2 года вперед – задача очень сложная, применение предосторожного подхода к прогнозу промыслового запаса представляется более чем оправданным.

Обоснование объема ОДУ. Посредством пакета DLMtool оценили ОДУ краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне на 2027 г. методом Iratio. При этом допустили, что в 2026 г. вылов будет соответствовать утвержденному ОДУ, равному 338 т, а величина индекса – 5,0 млн экз.

Полученная с помощью этого метода медианная оценка составила 277,9 т (стандартное отклонение – 75,14) или округленно 278 т. В графическом виде результаты расчетов представлены на рисунке 6. Таким образом, расчетное значение ОДУ на 2027 г. ниже, чем в 2024-2026 гг.

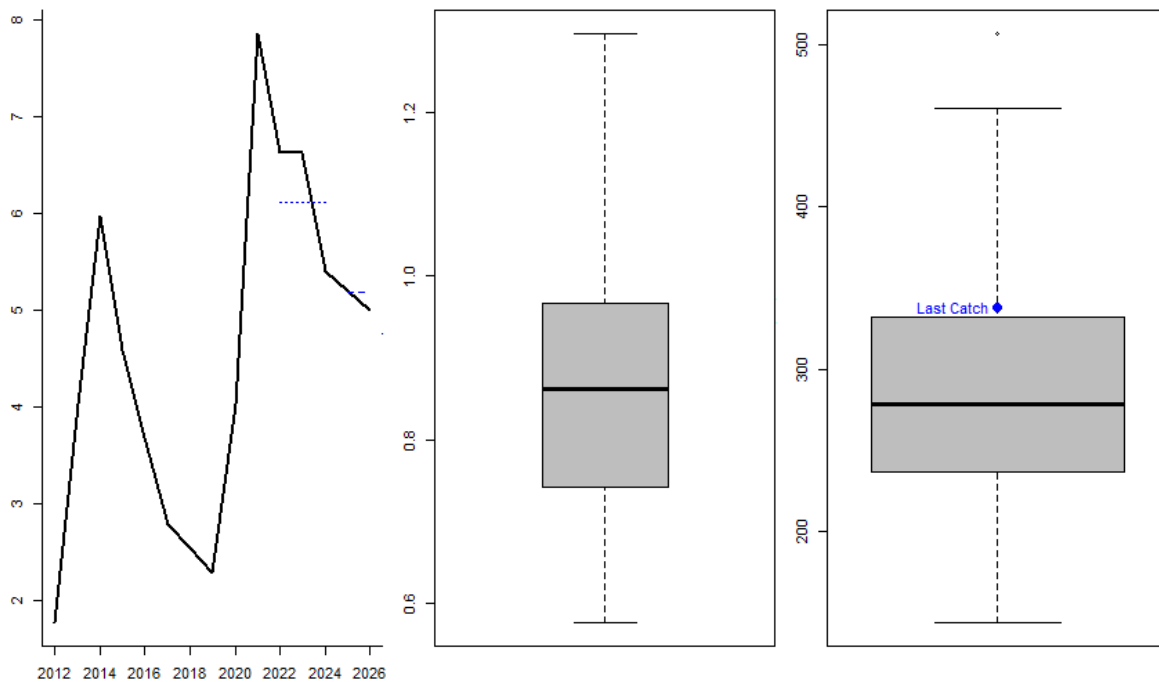


Рис. 6. Результаты расчета ОДУ краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне методом Iratio на 2027 г.

В то же время, следует отметить, что по результатам учетных донных траловых съемок с 2019 по 2024 гг. прослеживается устойчивый рост численности ближайшего пополнения запаса (пререкруты I и II). В 2024 г. их численность достигла максимальных значений с 2019 г. В 2025 г. освоение ОДУ составило 98%, показатели вылова на судосутки были относительно высокие, а улов на промысловую операцию вырос, по сравнению с 2023-2024 гг., в 1,4 раза. Учитывая вышеизложенное, на 2027 г. рекомендуется сохранить ОДУ краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне на уровне 2024-2026 гг., в объеме 0,338 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне на 2027 г. в объеме 0,338 тыс. т.**

Краб-стригун бэрди (*Chionoecetes bairdi*)

61.02 – зона Восточно-Камчатская

61.02.2 – подзона Петропавловско-Командорская

Исполнители: О.Г. Михайлова, А.И. Варкентин,

П.Ю. Иванов (КамчатНИРО)

Кураторы: Д.О. Сологуб, Е.В. Руднева (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Основой для подготовки прогноза по крабу-стригуну бэрди Петропавловско-Командорской подзоны на 2027 г. послужили данные учетных съемок (донной траловой и ловушечной), проведенных Камчатским филиалом ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» (КамчатНИРО) в весенне-летний период 2025 г.

В ходе ловушечной съемки осуществлена постановка-выборка 50 контрольных порядков в координатах 52°57'-54°00' с.ш., 159°23'-160°17' в.д., на изобатах 21-101 м, обследована акватория площадью около 1674 км² (рис. 1).

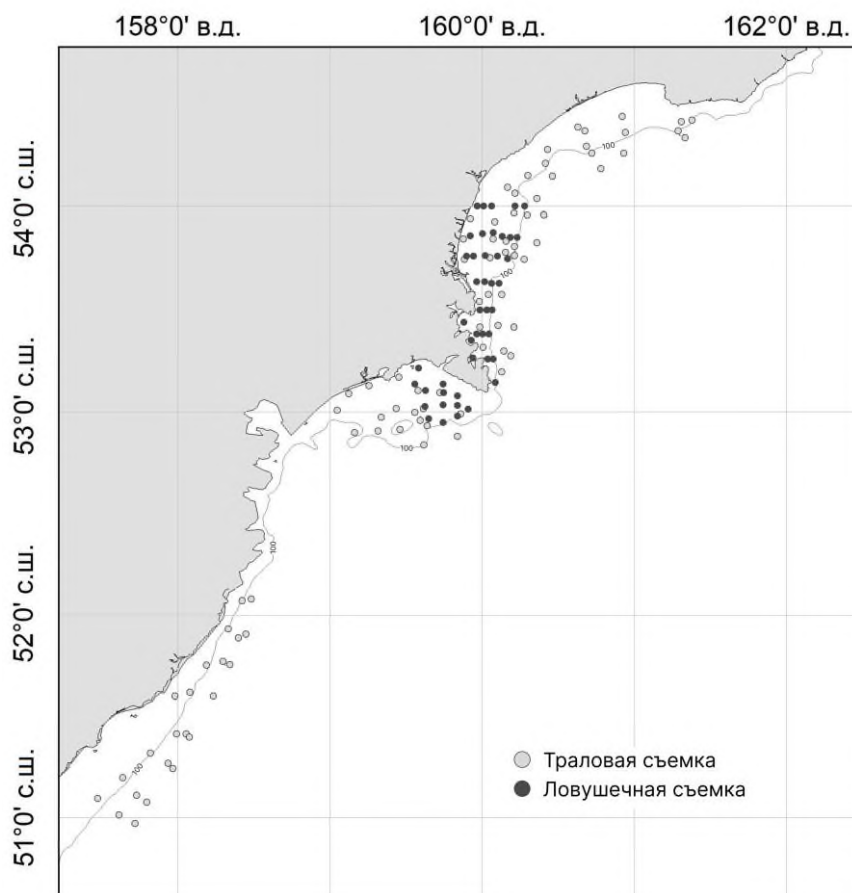


Рис. 1. Карта-схема расположения станций учетных донной траловой и ловушечной съемок в Петропавловско-Командорской подзоне в весенне-летний период 2025 г.

Биологическому анализу подвергнуто 3976 экз. краба-стригуна бэрди. Площадь облова одной конусной ловушки для крабов-стригунов Берингова

моря и тихоокеанских вод, прилегающих к Камчатке, принимается равной 4100 м². Эффективная площадь облова традиционно используется КамчатНИРО при расчетах запасов стригунов в исследуемом районе и практически идентична величине, полученной ранее для крабов-стригунов в других районах промысла [Miller, 1975; Островский и др., 2014].

В ходе траловой съемки выполнено 84 учетных траления, в координатах 50°04'-54°59' с.ш., 157°05'-161°59' в.д., на глубинах 27-207 м, обследована акватория площадью около 6802 км². Биологическому анализу подвергнуто 4927 экз. краба-стригуна бэрди. Траления выполнялись донным тралом ДТ 18,8/28,5 м, горизонтальное раскрытие трала принималось равным 16 м, коэффициент уловистости для крабов-стригунов при расчете численности принят 0,6.

Материалы дополнены данными, полученными в режиме мониторинга промысла в феврале 2025 г. на СРТМ «Форинт» (ООО «Север»). Добыча осуществлялась в северной части Кроноцкого залива на изобатах 69-168 м. Проанализировано 30 порядков ловушек, проведен биоанализ 5786 экз. краба-стригуна бэрди.

Для анализа и обработки данных использовалась программа «Microsoft Excel v. 7.0» с пакетом статистического анализа.

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 приказом 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.

Главным образом, из-за того, что не удается проводить регулярные исследования на промысловых судах, в настоящее время отсутствуют ежегодные данные о вылове крабов по функциональным группам и годам промысла, поэтому когортные модели в отношении этого запаса неприменимы.

Согласно тому же приказу, минимальные требования к составу информации для II уровня – исторические ряды уловов и уловов на единицу промыслового усилия. Такие данные для краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне имеются с 2017 г. Для применения моделей прибавочной продукции необходимо также соблюдение важного условия – улов на усилие должен быть отрицательно связан с количеством усилий. Такая связь существует, однако, совершенно очевидно, что количество точек наблюдений пока очень мало для того, чтобы считать ее устойчивой и достоверной.

Учитывая вышеизложенное, структура и качество доступного информационного обеспечения для данного запаса в наибольшей степени соответствуют III уровню (прил. 1 к приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.).

Обоснование выбора методов оценки запаса. Согласно приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г., «недостаточная полнота и/или качество доступной информации исключает использование моделей эксплуатируемого запаса. Обоснование строится на эмпирических, трендовых, индикаторных и других приближенных методах, применяемых в случае дефицита информации».

Для оценки запасов с III уровнем информационного обеспечения рекомендовано использовать, так называемые, немодельные методы, объединенные в категорию DLM [Бабаян и др., 2018].

Входной информацией для использования DLM методов являются сведения о вылове и индексе запаса по годам. Наиболее достоверные данные в нашем распоряжении есть с 2017 г. Следует отметить, что наравне с когортными и продукционными моделями, эти методы рекомендованы для оценки запасов приоритетных видов отечественного рыболовства [Методические рекомендации, 2018]. Они широко применяются в мировой практике (примерно 80% запасов в мире оценивается с использованием DLM методов).

С 2019 г. для обоснования ОДУ краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне используется метод ICI (Index Confidence Interval).

Согласно этому методу, ОДУ определяется как: $ОДУ = C \times \alpha$, где:

C – вылов в предыдущий год;

α – равно 0,75, если величина индекса в последний год меньше нижней границы доверительного интервала среднего значения индекса за годы наблюдений;

α – равно 1,05, если величина индекса в последний год больше верхней границы доверительного интервала среднего значения индекса за годы наблюдений;

α – равно 1, если величина индекса в последний год находится между нижней и верхней границей доверительного интервала среднего значения.

При реализации всех немодельных методов предполагается, что статистика вылова содержит в себе ошибки, распределенные по логнормальному закону: $\varepsilon_y^C \sim N(\mu, \sigma_C^2)$, где μ – среднее значение, σ_C – стандартное отклонение логарифмированных значений остатков.

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

$$C_y = TAC_y e^{\varepsilon_y^C - \frac{\sigma_C^2}{2}}.$$

Таким образом, результатом использования немодельных методов обоснования ОДУ являются не точечные оценки, а распределения

рекомендуемых величин вылова, полученные в ходе стохастических экспериментов.

Входной информацией являются сведения о вылове по годам и индексе состояния запаса (табл. 1).

Таблица 1

Входная информация для расчета ОДУ краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне

Годы	Вылов, т	Биомасса промыслового запаса по данным ловушечных съемок*, тыс. т	Площадь исследования, км ²	Средняя плотность, т/км ²
2017	299,7	2,726	3428	0,795
2018	496,1	3,910	6689	0,585
2019	788,0	2,314	4947	0,468
2020	626,1	2,961	5422	0,546
2021	425,7	1,945	2725	0,714
2022	429,6	5,183	1650	3,141
2023	457,1	4,093	1650	2,481
2024	440,7	3,682	1751	2,103
2025	480,5	4,348	1674	2,597

Примечание: * – величина запаса с 2018 г. пересчитана с учетом вылова до съемки: в 2018 г. до начала съемки ОДУ был освоен на 38%, в 2019 г. – 73%, в 2020 г. – 71%, в 2021 г. – 92%, в 2022 г. – 93%, в 2023 г. – 89%, в 2024 г. – 80%, в 2025 г. – 85%.

В качестве индекса состояния запаса использовали результаты ловушечных съемок, приведенных на начало года (к биомассе, полученной по результатам съемки, прибавили вылов до съемки). Поскольку площадь исследования значительно варьировала по годам, целесообразно в качестве индекса использовать не абсолютные оценки запаса, а среднюю плотность крабов на единицу площади.

Численность краба-стригуна бэрди по результатам учетных ловушечных съемок оценивали с использованием программы «КартМастер v. 4.1» методом сплайн-аппроксимации плотности запаса, который опирается на сглаживание с использованием сплайн-функции результатов измерений в хаотически расположенных точках, и последующее его интегрирование по обследуемой области [Stolyarenko, 1986, 1987; Столяренко, Иванов, 1988]. Важным моментом является возможность расчета ошибок получаемых оценок запаса [Бизилов, Поляков, 2004]. При построении карт распределения и расчете запаса в программе «КартМастер» выставляли следующие параметры: размерность сетки – 500×500, параметр сглаживания – 0, параметр влияния глубины – 500.

Таким образом, для обоснования ОДУ краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне на 2027 г. использован метод IC12.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Основными районами добычи краба-стригуна бэрди на шельфе Восточной Камчатки традиционно являются Кроноцкий и Авачинский заливы, как участки с наиболее продуктивными скоплениями. Промысел отечественными рыбаками, направленный на добычу *S. bairdi* в данном районе, берет свое

начало в 1980-х гг. [Слизкин, Сафронов, 2000]. Наиболее активно добыча здесь велась в 1987-1989 гг., когда изымалось около 1,0 тыс. т краба. Впоследствии отмечалось снижение промыслового запаса, в результате чего в начале 1990-х годов вылов не превышал 0,2 тыс. т [Слизкин, Сафронов, 2000]. Увеличение объема вылова наблюдалось в 2000–2001 гг., когда он превысил 0,8 тыс. т. Начиная с 2002 г., отмечалось снижение вылова в подзоне. С 2009 по 2016 гг. промысел отсутствовал: весь вылов осуществлялся только в режимах НИР и спортивно-любительского рыболовства в незначительных объемах.

В 2017 г., после проведения аукциона на право добычи (вылова) и распределения квот между пользователями, добыча краба-стригуна бэрди в подзоне возобновилась, а вылов составил 298,3 т (98% ОДУ). В 2018 г. освоение ОДУ снизилось до 86%, что связано исключительно с поздними сроками выхода приказа о внесении изменений в ОДУ 2018 г. (приказ Минсельхоза от 11.12.2018 г. № 567). В 2019 г. освоение ОДУ составило 93%. В 2020 г. промысел начался в январе и продолжался вплоть до последних чисел июля, а общий вылов в итоге составил 627 т (98% ОДУ). Максимальный вылов зафиксирован в I квартале, когда было освоено более 58% ОДУ. В 2021 г. промысел краба-стригуна бэрди начался во II декаде января, вылов составил 426 т (93% ОДУ). В 2022 г. добыча краба велась исключительно в I квартале, вылов составил 430 т (84% ОДУ). В 2023 г. промысел краба-стригуна бэрди начался в III декаде января, а в начале апреля все суда уже покинули район добычи. Вылов составил 459 т (89% ОДУ). В 2024 г. добыча краба, как и в прошлые годы, началась в январе, в конце февраля промысел уже завершился. Общий вылов составил 439 т (85% ОДУ). В 2025 г., как и в прошлые годы, промысел начался в январе, однако закончился он только II квартале ноября. За весь период было выловлено 481 т (94% ОДУ) (рис. 2, табл. 2).

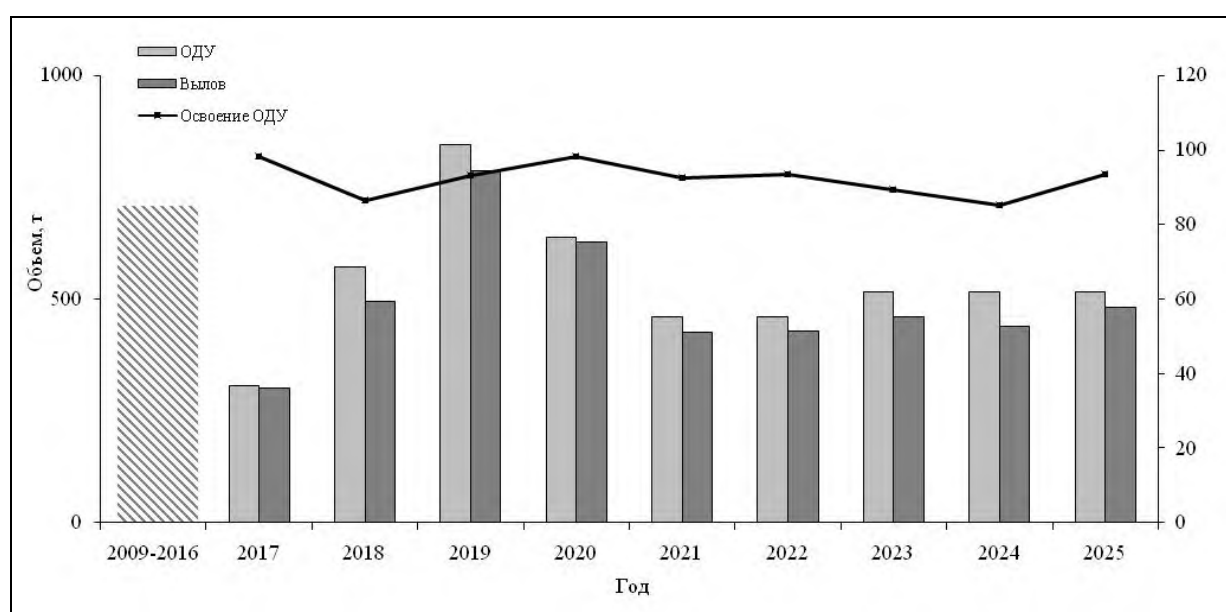


Рис. 2. Динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ краба-стригуна бэрди в 2009-2025 гг. в Петропавловско-Командорской подзоне.

Таблица 2

Межгодовая динамика вылова, количества судов на промысле и среднего вылова на судосутки краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне

Год	Начало промысла, декада и месяц	Количество судов, ед.	Вылов				За год, т	Вылов на судосутки средний, т
			По кварталам, т (%)					
			I	II	III	IV		
2009-2016	Вылов в режиме НИР							
2017	III июль	2	-	-	298	-	300	7,5
2018	II апрель	3	-	163	262	70	495	7,4
2019	I январь	11	494	103	190	-	787	2,7
2020	I январь	8	297	208	122	-	627	3,9
2021	II январь	9	424	2	-	-	427	6,4
2022	III январь	6	430	-	-	-	432	7,5
2023	II январь	5	433	24	-	-	459	7,1
2024	II январь	8	439	-	-	-	439	5,0
2025	III январь	10	412	3	29	37	481	3,1

Недоосвоение ОДУ краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне в последние годы связано исключительно с причинами организационного характера – сравнительно большая доля всего объема ОДУ выделяется для целей любительского рыболовства, при этом информация о вылове в этом режиме отсутствует. Объем ОДУ, выделяемый для промышленного рыболовства, осваивается полностью.

В 2025 г. количество судов на промысле увеличилось еще на 2 единицы по сравнению с 2024 г. (в 2022 г. – 6 судов, в 2023 г. – 5 судов, в 2024 г. – 8 судов). В период промысла работали исключительно среднетоннажные суда СДС, СДСУ, СРТМ и СТР. Почти все они являются несерийными, переоборудованными для добычи и перевозки краба в живом виде.

Согласно ОСМ, в 2025 г. промысел краба-стригуна бэрди велся преимущественно, в Кроноцком заливе, в диапазоне глубин 70-130 м. Максимальные показатели суточного вылова, свыше 9 т, отмечались в феврале на глубине свыше 108 м. Наибольший вылов отмечен в феврале (239 т).

В 2019-2020 гг. наблюдалось снижение среднесуточного вылова (в 2019 г. – 2,7 т), прежде всего, за счёт судов-живовозов. Подобная ситуация в большей степени объяснялась строгой сортировкой поднимаемого на борт краба-стригуна, обусловленной жесткими требованиями, предъявляемыми к живой продукции. В 2020-2022 гг. вылов постепенно увеличивался и достиг максимума в 2022 г. (7,5 т). Однако, в 2023-2025 гг. вновь отмечено устойчивое снижение: 7,1 т – в 2023 г., 5,0 т – в 2024 г. и 3,1 т – в 2025 г. (рис. 3). Данная тенденция преимущественно объясняется преобладанием на промысле судов-живовозов, у которых, вследствие строгой сортировки, существенно сокращается доля принимаемого для перевозки краба-стригуна от всего улова, поднимаемого на борт. В снижении средних значений в 2025 г. нашло свое отражение и участие в добыче единственного судна-

процессора, работавшего осенью и показавшего минимальный средний вылов на судосутки (1,2 т).

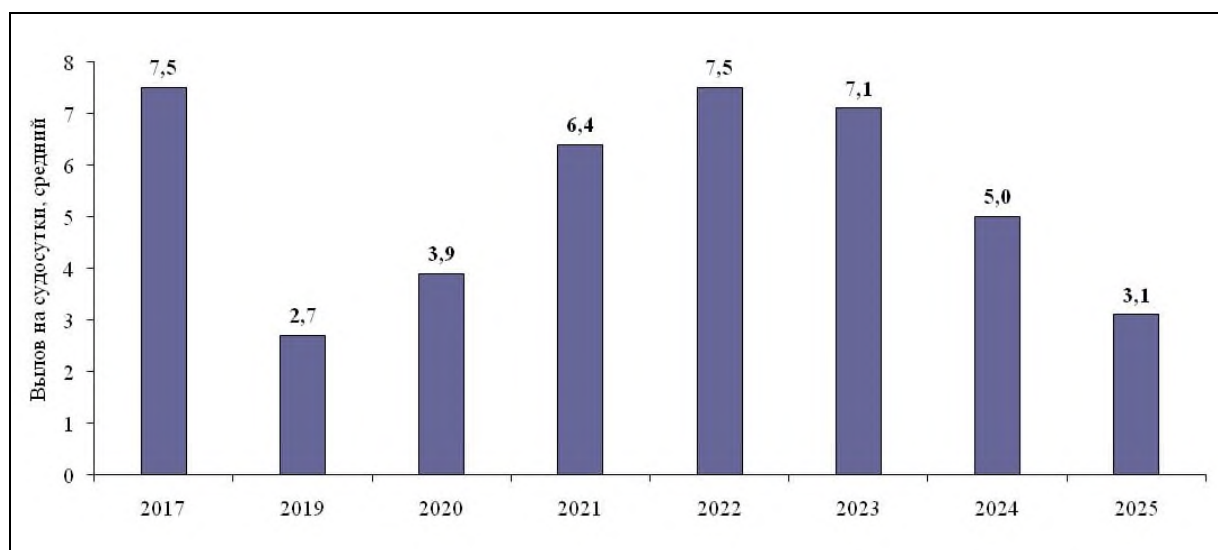


Рис. 3. Межгодовая динамика среднего вылова краба-стригуна бэрди на судосутки по данным ОСМ.

По данным учетных ловушечных работ, распределение промысловых самцов краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне в 2025 г. не сильно отличалось от данных предыдущих лет. Наиболее высокие показатели плотности отмечены в северной части Авачинского залива и южной части Кроноцкого залива. Максимальная плотность распределения промысловых самцов в Авачинском заливе зафиксирована в координатах $53^{\circ}00'$ с.ш., $159^{\circ}34'$ в.д., на глубине 86 м, где она составила 12829 экз./км². В среднем, на всей исследованной акватории Авачинского залива плотность распределения промысловых самцов составила 4641 экз./км². Средний улов в этом районе был равен 15,2, а максимальный – 52,6 экз./лов./сут. В Кроноцком заливе наиболее плотные промысловые концентрации краба-стригуна бэрди в 2025 г. отмечались на глубинах свыше 70 м. Средняя плотность распределения в этом районе была равна 2368 экз./км². Максимальная плотность распределения отмечена в координатах $53^{\circ}23'$ с.ш., $160^{\circ}03'$ в.д., на глубине 91 м (9268 экз./км²). Средний улов в этом районе составил 8,9, а максимальный – 38,0 экз./лов./сут.

На *рисунке 4* представлена динамика средних уловов на ловушку (по данным НИР) с 2015 по 2025 гг. в Петропавловско-Командорской подзоне на всей исследованной акватории. В 2025 г. наблюдалось небольшое увеличение среднего улова на ловушку, по сравнению с показателем в 2024 г., при этом он продолжает оставаться на высоком уровне.

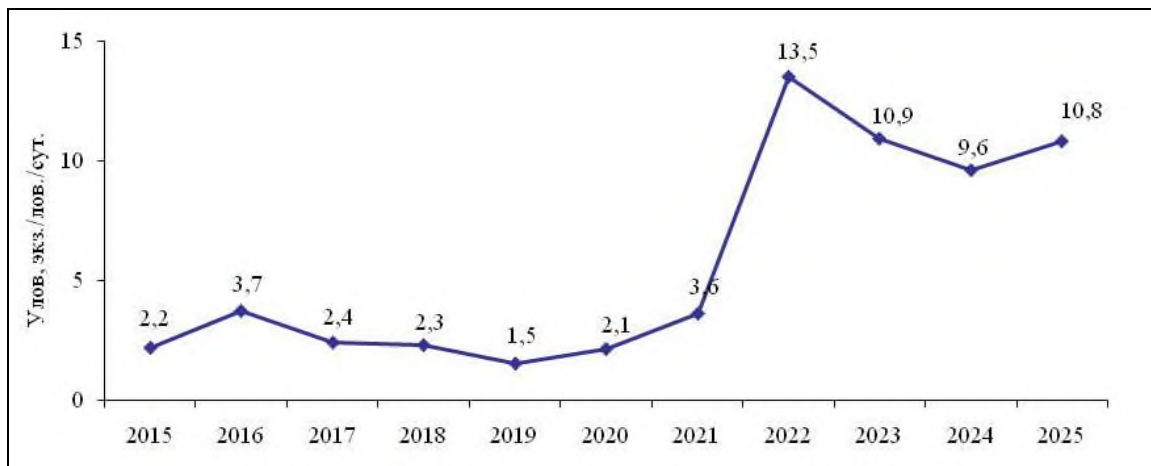


Рис. 4. Межгодовая динамика среднего улова на коническую ловушку в сутки краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне, по данным учетных ловушечных съемок.

Согласно данным, полученным научными сотрудниками на судах, ведущих добычу краба-стригуна бэрди, также отмечается заметный тренд на увеличение среднего улова на ловушку в сутки, включая 2025 г., когда улов составил 15,5 экз./лов./сут. (рис. 5).

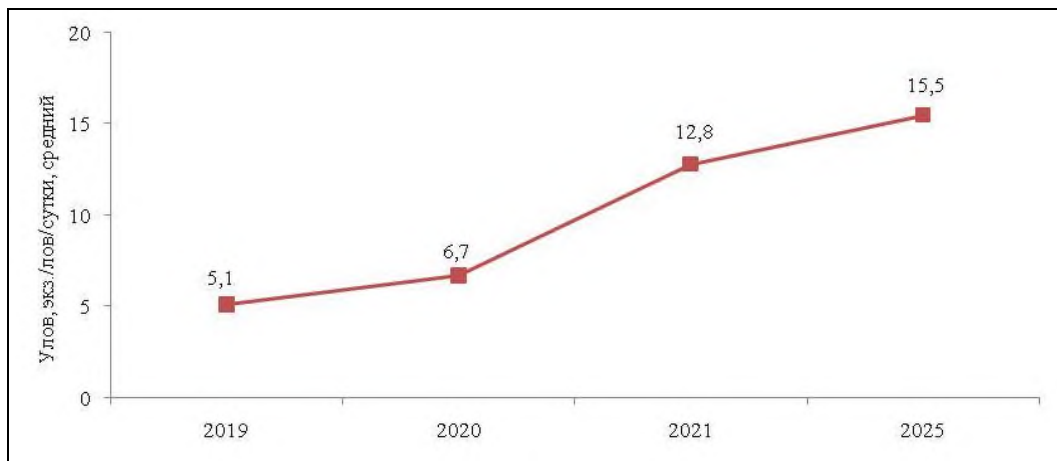


Рис. 5. Межгодовая динамика среднего улова на ловушку в сутки промысловых самцов краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне, по данным мониторинга промысла.

В 2025 г. ширина карапакса самцов в уловах, по данным учетной ловушечной съемки, варьировала от 74 до 165 мм (рис. 6). Средний размер промыслового самца, по сравнению с данными последних лет, не претерпел значительных изменений и был равен 131,6 мм (в 2024 г. – 134,2 мм, в 2023 г. – 135,1 мм, в 2022 г. – 134,4 мм), Средняя масса промыслового самца в 2025 г., по данным НИР, составила 0,78 кг.

В отличие от данных учетной ловушечной съемки, согласно материалам, полученным в режиме мониторинга промысла, средний размер промыслового самца увеличился до 137,4 мм. В 2021 г. он равнялся 133,1 мм (в 2020 г. – 129,7 мм).

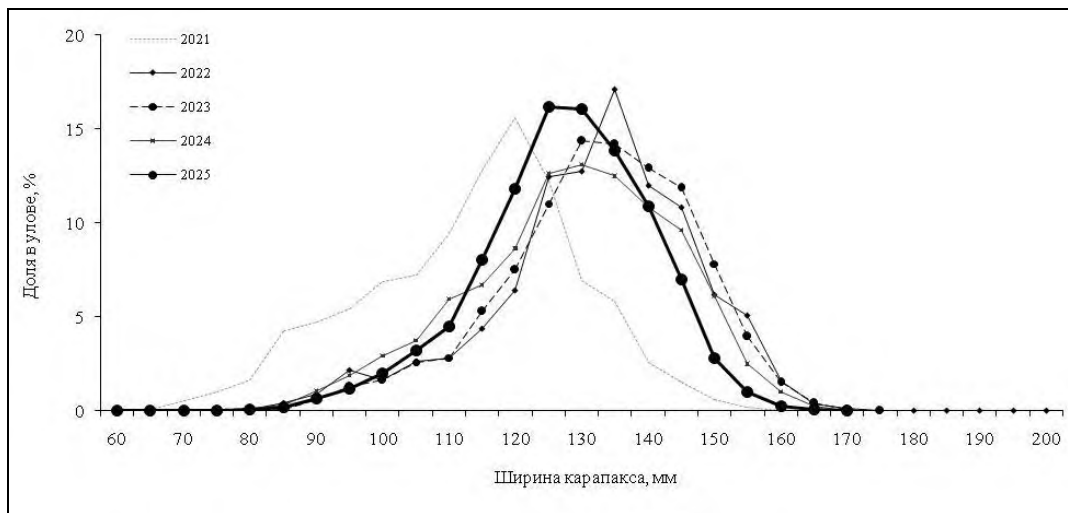


Рис. 6. Размерный состав самцов краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне, по данным ловушечных съемок.

С целью оценки состояния запаса краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне проведен сравнительный анализ данных о плотности его распределения по данным ловушечных съемок в последние годы (2013-2025 гг.). Для этого оконтурен полигон, в пределах которого в течение этих лет всегда проводились исследования с использованием одного и того же орудия лова (конусные ловушки). Данный участок является местом расположения основных промысловых скоплений краба-стригуна бэрди в описываемой подзоне – это северная часть Авачинского и южная часть Кроноцкого заливов (рис. 7). Его площадь составляет около 1610 км².



Рис. 7. Карта-схема расположения полигона исследований в Петропавловско-Командорской подзоне.

В результате проведения анализа уловов и распределения краба-стригуна в пределах выбранного полигона, отмечено, что в 2025 г. наблюдается рост плотности и промыслового запаса, по сравнению с показателями 2023-2024 гг. (табл. 3).

Таблица 3

Результаты расчета средней плотности и запаса краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне на выбранном полигоне в 2013-2025 гг.

Годы	Средняя плотность, экз./км ²	Запас, млн экз.
2013	403	0,648
2014	420	0,675
2015	934	1,495
2016	1098	1,536
2017	1024	1,597
2018	1281	2,231
2019	383	0,597
2020	779	1,257
2021	771	1,226
2022	3077	4,959
2023	2336	3,671
2024	2191	3,072
2025	2477	3,995

Согласно материалам, собранным в ходе проведения учетной траловой съемки, отмечено небольшое преобладание самцов непромыслового размера (менее 120 мм) (рис. 8), что может свидетельствовать о наличии резерва пополнения промысловой части популяции в ближайшие годы.

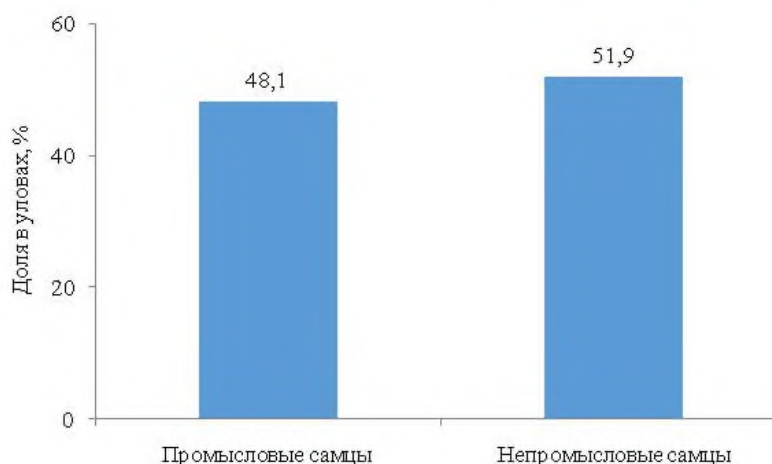


Рис. 8. Соотношение промысловых и непромысловых самцов в уловах по данным учетной траловой съемки в 2025 г.

Анализ пространственного распределения самцов краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне по данным траловой съемки показал схожие результаты с данными ловушечной съемки, при этом наиболее плотные концентрации самцов промыслового размера в 2025 г. отмечались в центральной части Кроноцкого залива, на глубинах более 90 м. Максимальная плотность (69 тыс. экз./км²) отмечена в координатах

54°04' с.ш., 160°14' в.д., на глубине 95 м. В целом, средняя плотность распределения самцов краба-стригуна бэрди промыслового размера на всей исследованной акватории составила 4591 экз./км². Также в 2025 г. отмечены высокие показатели плотности среди самцов непромыслового размера. Средняя плотность распределения в этом районе составила 5907 экз./км². Максимальная плотность распределения непромысловых самцов наблюдалась в координатах 53°05' с.ш., 159°44' в.д., на глубине 59 м (53151 экз./км²).

Согласно материалам, собранным в ходе траловой съемки в 2024 г., основу промысловой части популяции (особи с ШК ≥ 120 мм) составляли ШПС (табл. 4). УПС промыслового размера были представлены в меньшем количестве, доля их встречаемости в уловах составила 6% от всех самцов промыслового размера и 4% – от всех учтённых УПС.

Таблица 4

Оценки численности краба-стригуна бэрди по данным учетной траловой съемки в 2024 г.

Группа	Млн экз.
Численность УПС промыслового размера (пререкруты I)	1,280
Численность ШПС промыслового размера (промзапас)	20,028
Общая численность промысловых самцов (ШК ≥ 120 мм)	21,308
Численность УПС 100–119 мм (пререкруты II)	8,501
Численность УПС <100 мм (молодь)	18,084
ШПС <120 мм	4,435
Общая численность непромысловых самцов (ШК <120 мм)	31,02

По итогам траловой съемки в 2025 г., численность промысловых (особи с ШК ≥ 120 мм) и непромысловых самцов находится на сопоставимом с 2024 г. уровне, с незначительным преобладанием промысловых особей (табл. 5).

Таблица 5

Оценки численности краба-стригуна бэрди по данным учетной траловой съемки в 2025 г.

Группа	Млн экз.
Общая численность промысловых самцов (ШК ≥ 120 мм)	30,946
Общая численность непромысловых самцов (ШК <120 мм)	29,214

В целом, показатели уловов краба-стригуна бэрди всех функциональных групп при проведении траловой съемки в 2024 и 2025 гг. оказались достаточно высокими. Однако из-за отсутствия возможности провести ретроспективный сравнительный анализ состояния запаса по данным траловых съемок (последние репрезентативные данные были получены только в 2018 г.), данную информацию можно использовать как индикатор состояния запаса. Результаты донной траловой съемки 2025 г., по итогам которой получены высокие оценки промыслового запаса, свидетельствуют о хорошем состоянии популяция краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне, а оценки численности пополнения

и, особенно, модели позволяют прогнозировать сохранение промышленного запаса на высоком уровне в ближайшие 1-2 года.

Определение биологических ориентиров. В качестве ориентиров управления, как и в прошлые годы, использовались такие показатели как промышленный запас и средняя плотность в пределах выделенного полигона, который регулярно обследовался на протяжении последних 9 лет, и средний вылов за судосутки по данным ССД (рис. 9, 10, 11).

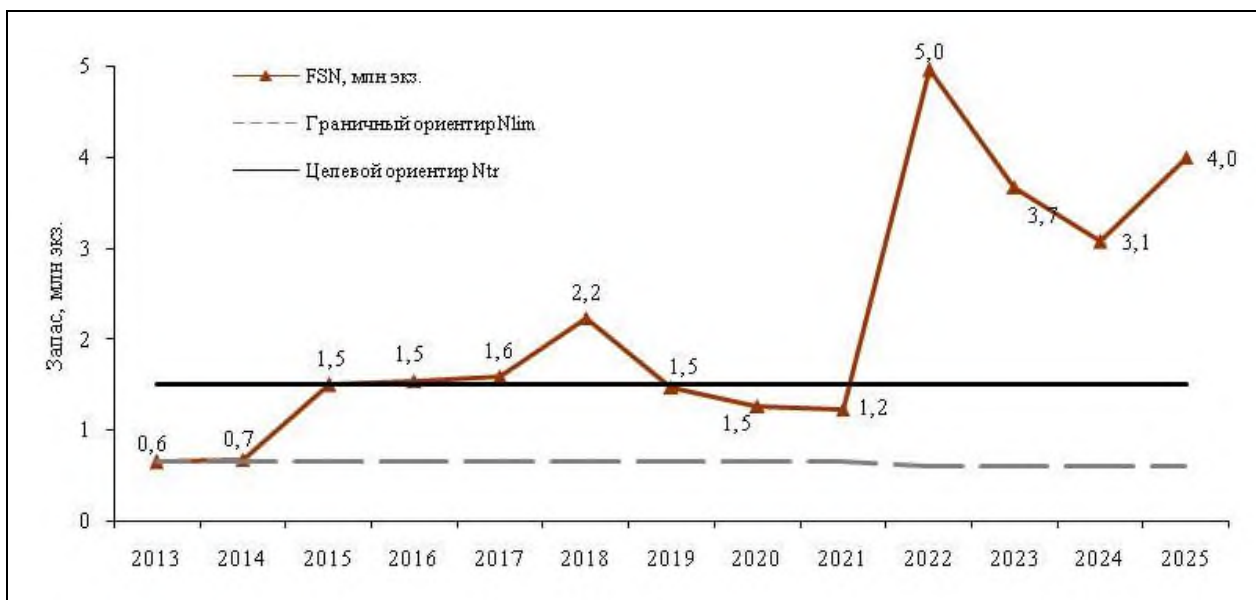


Рис. 9. Биологические ориентиры управления, рассчитанные методом перцентилей, на основе динамики численности промышленного запаса краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне в 2013-2025 гг. в пределах выделенного полигона.

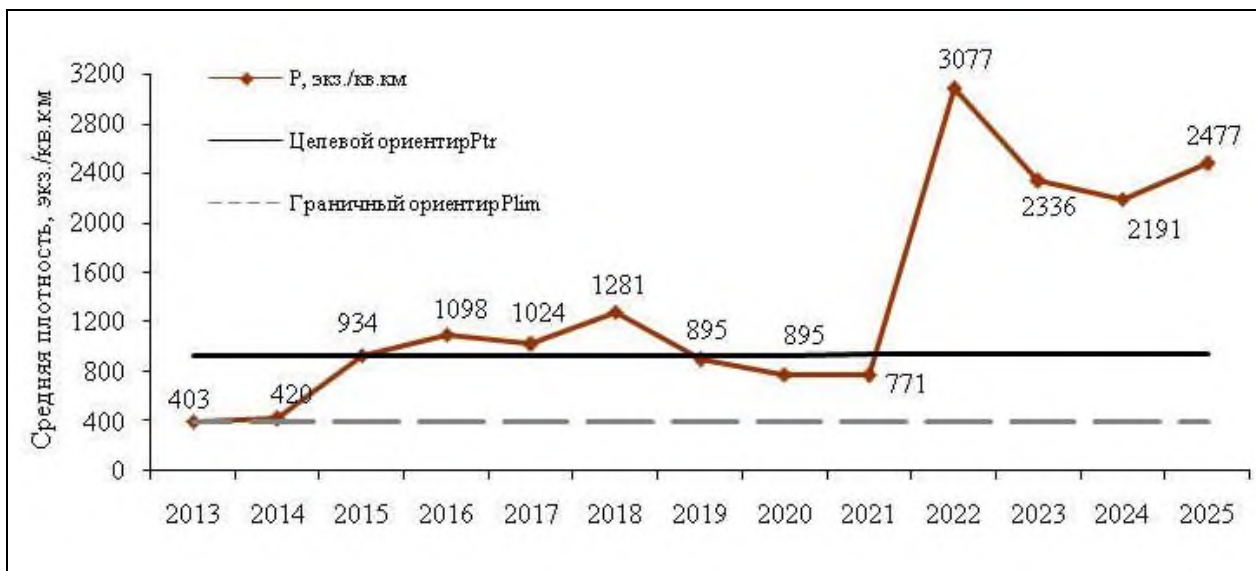


Рис. 10. Биологические ориентиры управления, рассчитанные методом перцентилей, на основе динамики средней плотности распределения краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне в 2013-2025 гг. в пределах выделенного полигона.

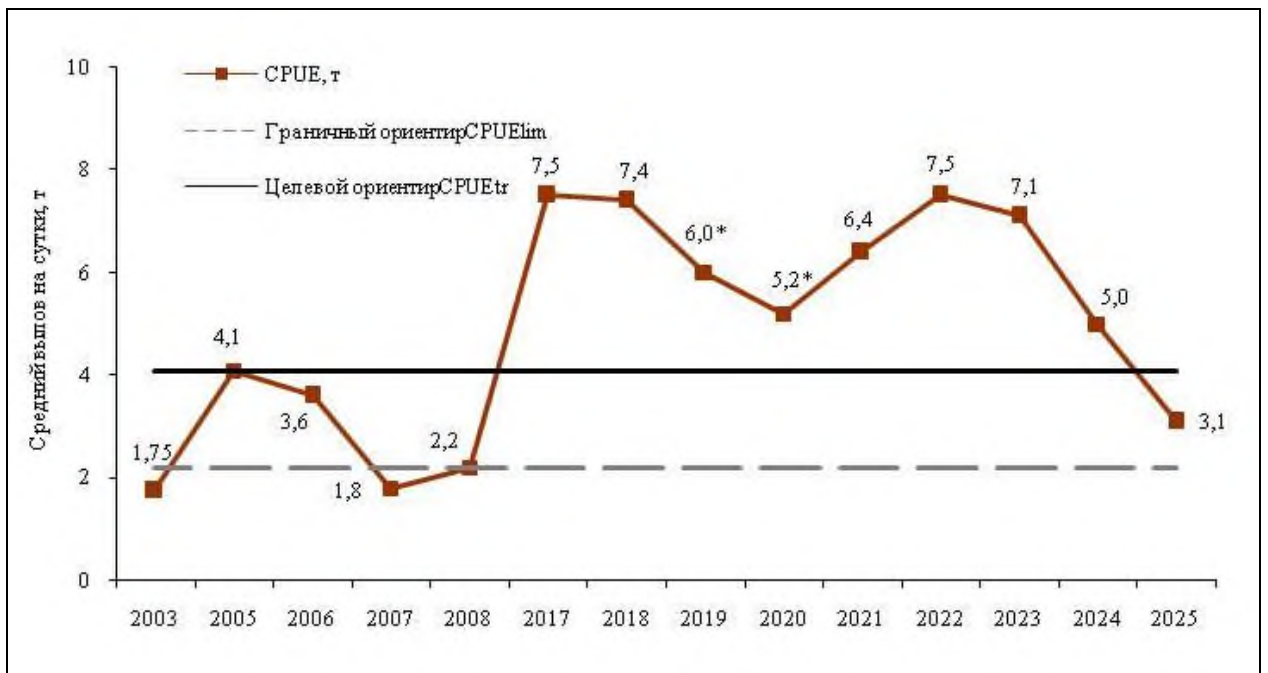


Рис. 11. Биологические ориентиры управления, рассчитанные методом перцентилей, на основе динамики среднего вылова за судосутки краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне в 2003-2008, 2017-2025 гг., по данным ССД, * – по данным судов-процессоров.

На основе разбивки исторического ряда на три равные группы значений по методу перцентилей [Буяновский, 2012], определены биологические ориентиры управления, которые составили: для промыслового запаса – 0,6 и 1,5 млн экз. краба-стригуна бэрди; средней плотности – 403 и 934 экз./км²; вылова на судосутки – 2,2 и 4,1 т для граничного и целевого ориентиров по средним показателям, соответственно.

В качестве целевого ориентира по коэффициенту эксплуатации (C_{tr}) традиционно используется значение 10%.

Определить граничный ориентир по коэффициенту эксплуатации в настоящее время не представляется возможным. По экспертным оценкам, он не должен превышать 20%.

Коэффициент эксплуатации для проведения НИР (C_0) может составлять 1% от прогнозируемой численности промыслового запаса.

Таким образом, в настоящем прогнозе использованы следующие биологические ориентиры:

- целевой ориентир по промысловому запасу на выделенном полигоне $N_{tr} = 1,5$ млн экз.;

- граничный ориентир по промысловому запасу на выделенном полигоне $N_{lim} = N_{loss} = 0,6$ млн экз.;

- целевой ориентир по средней плотности на выделенном полигоне $P_{tr} = 934$ экз./км²;

- граничный ориентир по средней плотности на выделенном полигоне $P_{lim} = P_{loss} = 403$ экз./км²;

- целевой ориентир по среднему вылову в сутки $CPUE_{tr} = 4,1$ т;

– граничный ориентир по среднему вылову в сутки $CPUE_{lim} = CPUE_{loss} = 2,2$ т;

– целевой ориентир по коэффициенту эксплуатации $C_{tr} = 10\%$;

– коэффициент эксплуатации для проведения НИР $C_0 = 1\%$.

Обоснование правила регулирования промысла. Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках «предосторожного» подхода к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], обосновали зональное правило регулирования промысла (ППП) краба-стригуна бэрди Петропавловско-Командорской подзоны, цель которого – вывод запаса на уровень высокой продуктивности и последующая его эксплуатация на этом уровне. Аналитическая форма ППП выглядит следующим образом:

I – режим запрета промышленного лова, вылов только в рамках НИР, $FSN_i < N_{lim}$: $C_{rec_i} = C_0$;

II – режим восстановления запаса, $N_{lim} < FSN_i < N_{tr}$:
 $C_{rec_i} = (C_{tr} - C_0) (FSN_i - N_{lim}) / (N_{tr} - N_{lim}) + C_0$;

III – режим постоянной интенсивности промысла, $FSN_i > N_{lim}$:
 $C_{rec_i} = C_{tr} = const$.

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

Прогнозирование состояния запаса. В обосновании ОДУ на 2025 г., из соображений предосторожности, а также принимая во внимание некоторое снижение уловов на единицу усилия, общей биомассы, плотности в 2023 г. по сравнению с 2022 г., что могло свидетельствовать о наметившемся тренде на снижение ресурсов краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне, величину индекса плотности в 2024 г. экспертно оценили на уровне $2,5$ т/км² (рис. 12). Новые данные, полученные в 2025 г., в целом, не подтвердили прогноз относительно тренда на снижение запасов после 2022 г. Фактическое значение индекса плотности оказалось значительно выше прогнозируемого.

Следует учитывать, что для этого вида характерны резкие всплески численности и столь же резкое снижение запасов, которые не поддаются прогнозированию. Как видно из данных, представленных на рисунке 12, в 2021-2022 гг. прогнозные значения индекса существенно отличались от фактических. В 2023-2024 гг. расхождения были не столь значительны, а тренд запаса, в целом, был спрогнозирован верно. Обращает на себя внимание также то обстоятельство, что в 2022 г. фактический индекс плотности увеличился по сравнению с 2021 г. в 4,4 раза. Невозможность спрогнозировать периоды резкого подъема численности запаса во многом объясняется особенностями биологии крабов-стригунов.

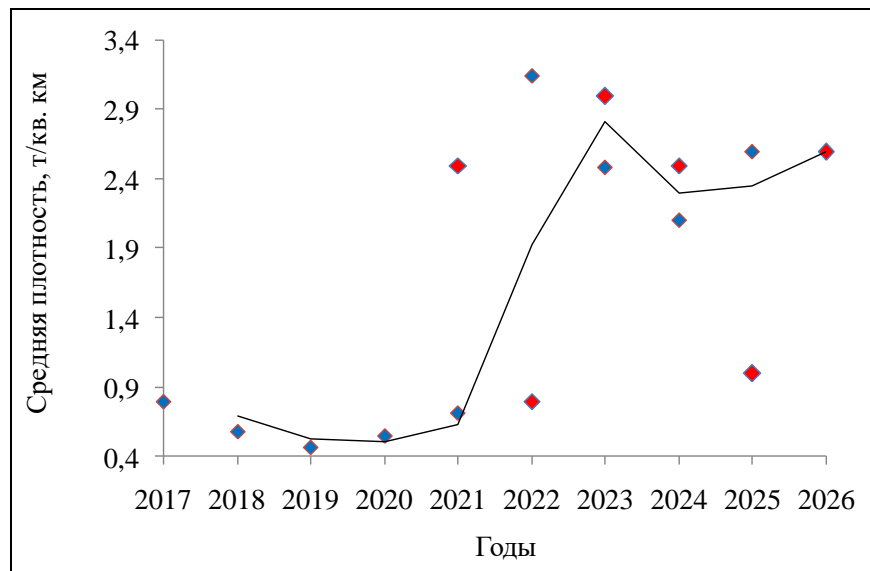


Рис. 12. Межгодовая динамика средней плотности распределения краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне по результатам ловушечных съемок (красные многоугольники – прогнозные значения, синие – фактические, линия – линейная фильтрация).

В последние три года исследований показатели, используемые в качестве ориентиров управления запасом краба-стригуна бэрди в подзоне, имеют разнонаправленные тренды. Так, индекс плотности и запас на полигоне, после максимальных значений 2022 г., несколько снизились, но при этом стабилизировались на сравнительно высоком уровне. Четвертый год подряд остается высоким дополнительный индекс – улов на ловушку по данным учетной съемки, а по данным, полученным в режиме мониторинга промысла этот показатель в 2025 г. оказался максимальным, начиная с 2019 г. Численность самцов всех функциональных групп, по данным донной траловой съемки, в последние два года находится на высоком уровне. Одновременно с этим, вылов на судосутки промысла в последние три года продолжает снижаться и в 2025 г. упал до 3,1 т, приблизившись к минимальному значению 2019 г. Вместе с тем, как было сказано выше, данная тенденция объясняется доминированием на промысле судов-живовозов, у которых вследствие строгой сортировки существенно сокращается доля принимаемого для перевозки краба-стригуна от фактического улова, поднимаемого на борт.

Учитывая вышеизложенное, на основании экспертной оценки, предположили, что в 2026-2027 гг. запас краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне стабилизируется, величина индекса будет не ниже показателя 2025 г., т.е. 2,6 т/км².

Обоснование объема ОДУ. Посредством пакета DLMtool оценили ОДУ краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне на 2027 г. методом IC12. При этом допустили, что вылов в 2026 г. будет соответствовать утвержденному ОДУ, равному 600 т, а величина индекса – 2,6 т/км².

Полученная с помощью этого метода медианная оценка равна 688,6 т или округленно 689 т (рис. 13), что на 89 т или 14,8% выше, чем в 2026 г.

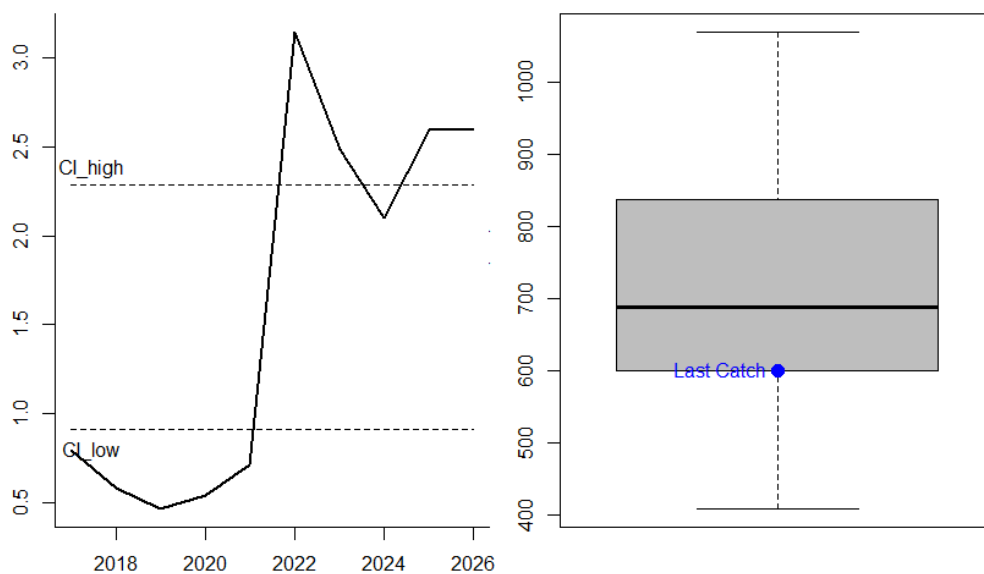


Рис. 13. Результаты оценки ОДУ краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне методом IC12 на 2027 г.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне на 2027 г. в объеме 0,689 тыс. т.**

Краб-стригун бэрди (*Chionoecetes bairdi*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.4 – подзона Камчатско-Курильская

Исполнители: П.Ю. Иванов, О.И. Ильин (КамчатНИРО)

Кураторы: Д.О. Сологуб, Е.В. Руднева (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Для оценки текущего и перспективного состояния запасов, обоснования ОДУ краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне на 2027 г. использованы данные учетных донных траловых съемок в 2024 г.: на СТР «Сланцы» (ОАО «РК «Приморец») в июне и на НИС «Профессор Кагановский» («ТИНРО») в июле. Судами в подзоне выполнено 113 и 106 учетных тралений в пределах глубин 14-239 и 13-251 м, соответственно (*рис. 1А*). В качестве орудия лова в ходе обеих съемок использовали учетный донный трал ДТ №27,1/24,4 м с горизонтальным раскрытием 16 м. Коэффициент уловистости трала для краба-стригуна принят равным 0,6. Биологическому анализу подвергнуто в общей сложности 11539 экз. самцов краба-стригуна бэрди. Общая обследованная площадь составила около 23,7 тыс. км².

Учетные донные траловые съемки по оценке численности западнокамчатской популяции краба-стригуна бэрди в 2023 и 2025 гг. не проводились.

Дополнительно использованы данные учетных ловушечных съемок на НИС «МРТК-316» («КамчатНИРО») в июне 2024 и 2025 гг. на участке подзоны, в пределах которого разрешен промысел краба-стригуна (*рис. 1Б*). На акватории, ограниченной координатами 51°00'-53°00' с.ш., в пределах изобат 22-106 м, на площади около 9,5 тыс. км² выполнено 65 учетных станций; биологическому анализу подвергнуто 2187 экз. самцов краба-стригуна бэрди в 2024 г. и 1555 экз. – в 2025 г. Площадь облова одной конусной ловушки для крабов-стригунов принималась равной 4100 м². Эффективная площадь облова традиционно используется «КамчатНИРО» при расчетах запасов стригунов и практически идентична полученной для крабов-стригунов в других районах промысла [Miller, 1975; Островский и др., 2014].

В качестве дополнительного источника информации привлекли данные, полученные «КамчатНИРО» в режиме мониторинга промысла в апреле 2024 г. на СРТМ «Солид» (ООО «Дальневосточное побережье»). Исследования в ходе промышленного лова проводились на участке, ограниченном координатами 50°57'–51°17' с.ш., на глубинах 55–97 м (*рис. 1В*). Учтен 31 промысловый порядок, проведен биоанализ 6336 экз. самцов краба-стригуна бэрди. В 2025 г. исследования в режиме мониторинга промысла проводились на СРТМ «Реал» (ООО «Дальневосточное побережье») в феврале–марте в координатах 51°06'–51°14' с.ш., на изобатах 77-139 м (*рис. 1Г*); проанализировано 22 промысловых порядка, проведен

биоанализ 4096 экз. самцов краба-стригуна бэрди.

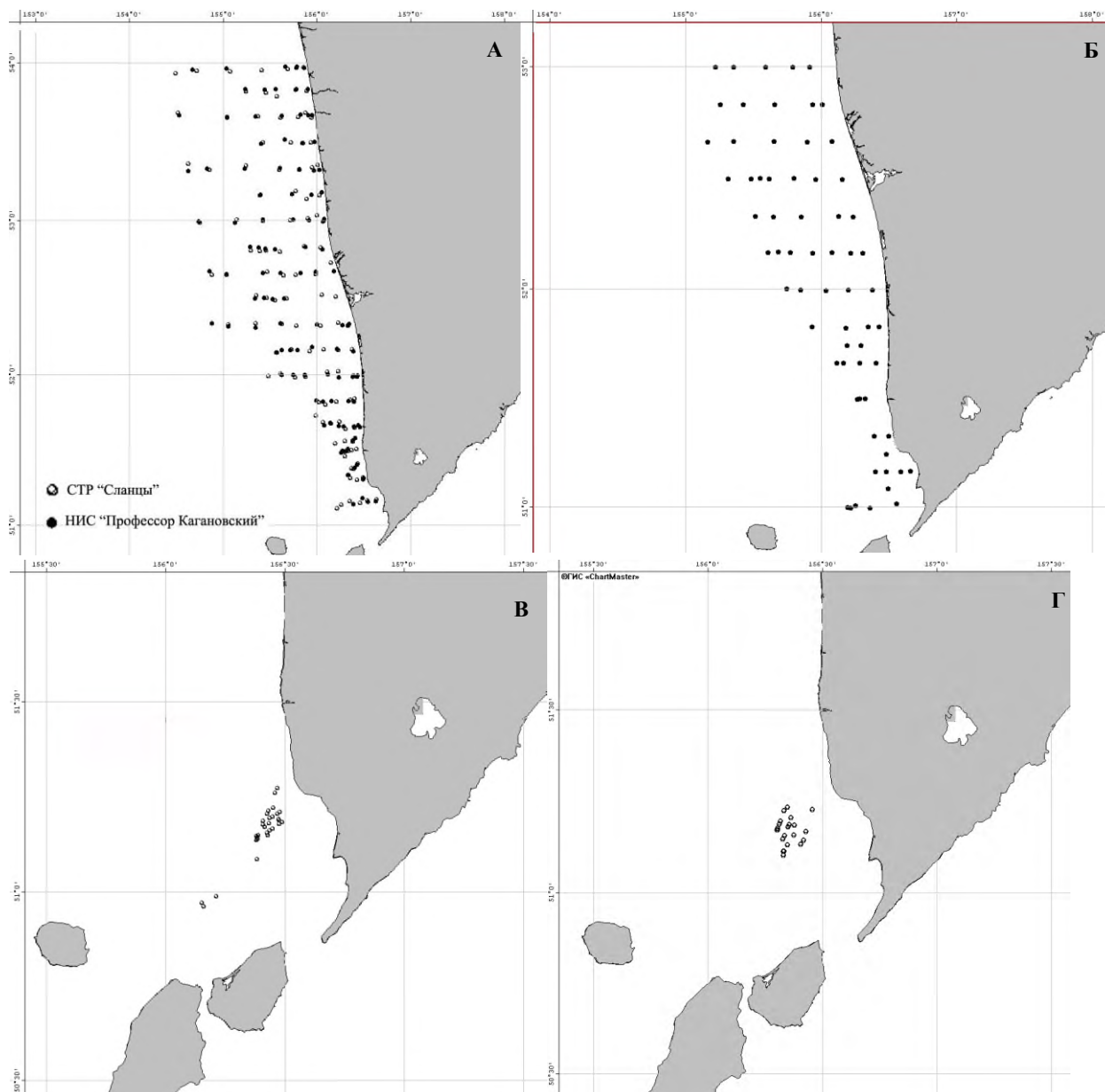


Рис. 1. Карта-схема учетных донных траловых (А) в 2024 г. и ловушечных (Б) в 2024 и 2025 гг. съемок, учетных промысловых порядков по крабу-стригуну бэрди в Камчатско-Курильской подзоне в 2024 (В) и 2025 (Г) гг.

Для оценки изменений, происходящих в популяции, использованы материалы донных траловых съемок за последние 10 лет, данные, собранные в режиме мониторинга промысла краба-стригуна бэрди за 2013-2023 гг., и результаты учетных ловушечных съемок в 2020-2023 гг.

Анализ промысла осуществлялся по данным 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 приказом 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.

Для краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне есть сведения о вылове по функциональным группам, начиная с 2010 г., данные о среднемноголетней массе самцов, мгновенные коэффициенты естественной смертности, сведения по уловам на усилие и численности по функциональным группам по результатам траловых съемок в 2010-2022 и 2024 гг.

Таким образом, структура и качество доступного информационного обеспечения для данного запаса в наибольшей степени соответствуют I уровню (прил. 1 к приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.).

Обоснование выбора метода оценки запаса. Согласно приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г., доступная информация на I уровне информационного обеспечения обеспечивает проведение всестороннего аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ с использованием структурированных моделей эксплуатируемого запаса.

С 2017 г. (в прогнозе ОДУ на 2019 г.) для оценки запасов и обоснования ОДУ краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне используется модель CSA [Collie, Sissenwine, 1983; Collie, Kruse, 1998], описывающая динамику трех функциональных групп (1 – узкопалые самцы (УПС) с шириной карапакса (ШК) 110-119 мм, 2 – УПС с ШК 120 мм и более, 3 – промысловые широкопалые самцы (ШПС)) [Ильин, Иванов, 2018].

Уравнения динамики численности функциональных групп имеют вид:

$$N_{i,2} = p_1(1 - r_1)N_{i-1,1}S_{i-1,1} + (1 - p_2r_2)N_{i-1,2}S_{i-1,2},$$

$$N_{i,3} = p_1r_1N_{i-1,1}S_{i-1,1} + p_2r_2N_{i-1,2}S_{i-1,2} + (N_{i-1,3}S^{0.5}_{i-1,3} - C_{i-1})S^{0.5}_{i-1,3},$$

$$S_{i,j} = \exp(-M_{i,j,i,j}), i = 1, 2, \dots, n$$

где $N_{i,1}$, $N_{i,2}$, $N_{i,3}$ – численность, соответственно, 1-й, 2-й и 3-й функциональных групп в i -м году;

C_i – вылов промысловых самцов в i -м году;

$M_{i,j}$ – мгновенные коэффициенты естественной смертности в j -ой функциональной группе в i -м году;

p_j – вероятность линьки в j -ой функциональной группе;

r_j – вероятность того, что указанная линька терминальная, $j=1,2,3$.

Приняты следующие допущения:

1) Относительно указанных выше вероятностей предполагается, что они постоянны: $p_j = p$, $r_j = r$. Мгновенные коэффициенты естественной смертности также постоянны $M_{i,j} = M$. Оценки этих параметров взяты из работы [Ильин, Иванов, 2018]: $p = 1$, $r = 0,571$, $M = 0,339$ (1/год).

2) Предполагается, что наблюдаемые данные траловых съемок по численности j -ой функциональной группы запаса $\hat{I}_{i,j}$ отличаются от модельной

$$I_{i,j} = q_j S^\Delta N_{i,j} \quad (*)$$

где Δ – время от начала года до проведения съемок (в долях года), на случайную величину с логнормальным распределением:

$$\ln(\hat{I}_{i,j}) - \ln(I_{i,j}) = e_{i,j}^1, e^1 \sim N(0, \sigma_1)$$

3) Предполагается, что наблюдаемые данные по уловам промысловых самцов на ловушку в сутки \hat{U}_3 отличаются от модельной

$$U_{i,3} = q_U N_{i,3} \quad (**)$$

на случайную логнормально распределенную величину:

$$\ln(\hat{U}_{i,3}) - \ln(U_{i,3}) = e_{i,j}^2, e^2 \sim N(0, \sigma_2)$$

В соотношениях (*) и (**) q_j и q_U — калибровочные коэффициенты.

Входными данными для модели являются:

- уловы $\hat{C}_{i,j}$ по возрастным группам и годам промысла;
- вероятность линьки в j -ой функциональной группе p_j . Для такого же размера камчатского краба западнокамчатского шельфа эта величина составляет 1,0 [Лысенко, 2001]. При оптимизации этого параметра путем добавления его в вектор оцениваемых параметров также было получено значение $p = 1,0$. При моделировании динамики запаса закладывалось именно это значение. Проводились также расчеты при $p=0,9$ и $p=0,95$, при этом полученные оценки оказались довольно близкими к представленным далее результатам;

– данные по уловам на усилие \hat{U}_3 и результаты траловых съемок $\hat{I}_{i,j}$. Так как траловые съемки дают оценки абсолютной численности краба-стригуна бэрди, то принимаем $q_j = 1$;

– оценки мгновенного коэффициента естественной смертности (М) краба-стригуна бэрди;

– оценки вероятности того, что линька окажется терминальной (r).

Применение модели позволяет получить в ретроспективе оценку численности функциональных групп ($N_{i,j}$).

Оценки популяционных параметров находятся из условия наилучшего приближения модели к данным наблюдений, в соответствии с допущениями относительно распределений ошибок. Целевая функция представляет собой логарифм функции правдоподобия:

$$Z = Z_I + Z_U \rightarrow \max, \quad (4)$$

где

$$Z_I = \sum_i \ln \left[\frac{1}{\sigma_1 \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\ln(\hat{I}_{i,j}) - \ln(I_{i,j}))^2}{2\sigma_1^2}\right) \right], \quad Z_U = \sum_i \ln \left[\frac{1}{\sigma_2 \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\ln(\hat{U}_{i,3}) - \ln(U_{i,3}))^2}{2\sigma_2^2}\right) \right]$$

где σ_1, σ_2 — оцениваемые параметры модели.

Оптимизация целевой функции (4) осуществляется методом Левенберга-Марквардта [Базара, Шетти, 1982]. Для получения хорошего начального приближения для вектора оцениваемых параметров применяется упрощенный генетический алгоритм [Гладков и др., 2006].

По результатам параметрического бутстрепа методом процентилей построены приближенные границы 95% доверительных интервалов численности моделируемых функциональных групп краба-стригуна бэрди.

К особенностям роста самцов крабов-стригунов относится феномен их морфометрического созревания. При этом морфометрически зрелые, или широкопалые, самцы (ШПС) отличаются от незрелых – узкопалых (УПС) – относительно большими размерами клешней, что наблюдается после конечной (терминальной) линьки. Прекращение роста стригунов после конечной линьки оказывает непосредственное влияние на размерно-возрастной состав их популяций. Эти отличительные особенности биологии роста крабов-стригунов обуславливают необходимость особых принципов оценки и прогноза их запасов.

Вследствие аллометрического роста, клешни самцов увеличиваются непропорционально размерам тела, что является отличительным признаком терминальной линьки. Претерпевших конечную линьку самцов принято называть широкопалыми, в отличие от узкопалых самцов, продолжающих рост [Покровский и др., 2015; Слизкин, 2008, 2015а, б; Слизкин, Кобликов, 2009, 2010, 2013, 2014; Слизкин и др., 2010].

Разделение крабов-стригунов на ШПС и УПС играет главную роль при прогнозировании запаса, так как важно оценить величину запаса УПС, которые пополняют промысловую часть популяции в перспективе. У самцов краба-стригуна бэрди менее промысловой меры, т.е. с ШК менее 120 мм, в число пререкрутов попадают и широко-, и узкопалые самцы. Первые уже полиняли последний раз и останутся такими до естественной гибели, следовательно, они не могут рассматриваться как пререкруты (пополнение). Только УПС, которые продолжают рост, могут считаться пререкрутами. Очевидно также, что УПС свыше промысловой меры должны считаться ближайшим пополнением (пререкрутами I), т.к. они с большей долей вероятности, чем УПС размером 100-119 мм (пререкруты II), пополнят промысловый запас, состоящий из ШПС промыслового размера. В пользу этого свидетельствует и тот факт, что добыча краба-стригуна бэрди базируется почти исключительно на ШПС, т.к. УПС промыслового размера, в силу особенностей их биологии, в крабовых ловушках практически отсутствуют [Карасев, 2004, 2009; Иванов, 2010], т.е. они не могут считаться частью промыслового запаса.

Таким образом, анализ размерного состава самцов краба-стригуна бэрди по функциональным группам (ШПС и УПС) – основа расчетов истинного соотношения промыслового запаса и величины пополнения при обосновании ОДУ на перспективу.

Визуально отличить функционально зрелого самца от незрелого, т.е. не претерпевшего терминальную линьку, практически невозможно. В «КамчатНИРО» разработан алгоритм для разделения данных учетных съемок по крабам-стригунам на массивы на основе критерия широкопалости, с дальнейшей оценкой численности ШПС и УПС.

На основании морфометрического критерия функциональной зрелости

самцов [Слизкин, Кобликов, 2014], в качестве пререкрутов I порядка рассматриваются УПС с ШК 120 мм и более, в качестве пререкрутов II порядка – УПС с ШК 100-119 мм, в качестве молоди – УПС с ШК менее 100 мм. Промысловыми считаются ШПС с ШК 120 мм и более.

Расчет численности функциональных групп проводили с использованием ГИС «КартМастер v.4.1», методом сплайн-аппроксимации плотности запаса [Stolyarenko, 1986, 1987; Столяренко, Иванов, 1988].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Краб-стригун бэрди – один из основных объектов крабового промысла в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне. В Камчатско-Курильской подзоне обитает наиболее многочисленная популяция этого вида краба-стригуна. За последнее десятилетие ежегодные объемы его добычи варьировали от 0,450 до 4,159 тыс. т, а степень освоения – от 70 до 99%, составив, в среднем, 93%. В 2018 г. ОДУ освоен только на 70% (рис. 2), что было связано со слабой промысловой обстановкой. В 2019 и 2020 гг. из-за снижения ресурсов краба-стригуна в подзоне промышленный лов не велся, добыча осуществлялась только в режиме НИР.

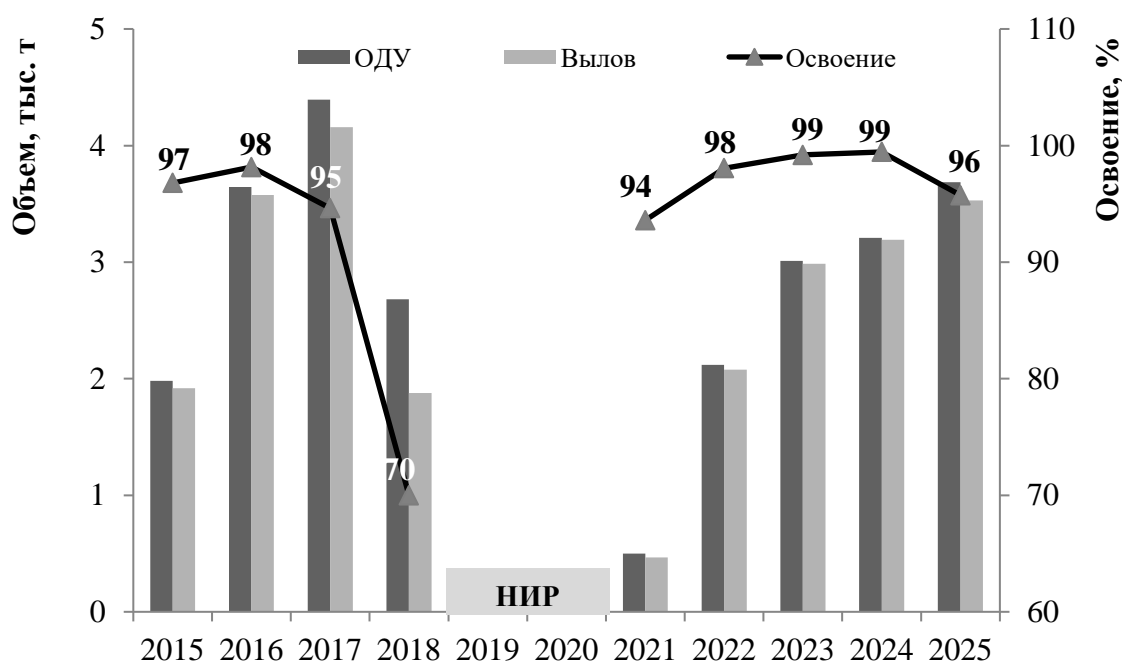


Рис. 2. Межгодовая динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне.

Основная часть ОДУ в последние годы осваивалась в первом полугодии (табл. 1), за исключением 2021 г., когда добыча краба-стригуна бэрди в подзоне была возобновлена только осенью. В последние три года ОДУ освоен практически полностью. Итоги промысла 2025 г. продемонстрировали отличия в темпах освоения ОДУ от предыдущих лет: в первом полугодии было добыто только 70% объема годового ОДУ, интенсивный вылов продолжался и во втором полугодии.

Таблица 1

Межгодовая динамика общего вылова (т) и освоения (%) краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне по полугодиям

Год	Вылов			
	I полугодие		II полугодие	
	тонн	%	тонн	%
2016	3577	100	0	-
2017	3372	81	784	19
2018	1366	73	512	27
2019–2020	НИР			
2021	НИР		458	91
2022	2007	97	59	3
2023	2986	99	0	-
2024	2919	92	266	8
2025	2460	70	1070	30

По данным научно-исследовательских работ в режиме мониторинга промысла краба-стригуна бэрди, на протяжении 2016-2018 гг. в подзоне в районе ведения промысла наблюдалось стабильное снижение одного из ключевых промысловых показателей – улова на ловушку промысловых самцов. Снижение уловов в эти годы находилось в корреляции с падением суточного вылова (табл. 2).

Таблица 2

Межгодовая динамика суточных вылова и улова промысловых самцов краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне

Год	Вылов на с/с, т	Улов, экз./лов./сут.
2014	6,7	9,6
2015	7,7	11,7
2016	5,1	8,7
2017	3,1	3,8
2018	2,4	2,2
2019	НИР	8,9
2020		3,7
2021	5,4	10,5
2022	5,1	26,8 / 6,1
2023	5,6	14,4 / 6,8
2024	4,6	16,2 / 3,7
2025	3,2	6,7 / 2,7

Курсивом – данные учетных ловушечных съемок.

По данным донных траловых съемок и работ на промысловых судах в эти годы отмечались высокие доли прилова камчатского краба и травмированных промысловых особей краба-стригуна бэрди без конечностей (табл. 3).

Таблица 3

Показатели травмированности промысловых самцов краба-стригуна бэрди и доли промысловых самцов камчатского краба в уловах в Камчатско-Курильской подзоне (по данным учетных работ и материалам мониторинга промысла)

Год	Доля травмированных самцов, %		Доля камчатского краба в уловах, %	
	ловушки	трал	ловушки	трал
2014	-	27	-	8
2015		26	-	11
2016		30	5	17
2017		38	19	39
2018		-	20	11
2019		32	10	10
2020		15	5	1
2021		40	22	<1
2022	44	21	<1 / <1	<1
2023	33	-	<2 / <2	-
2024	47	32	<1 / <3	4
2025	57	-	<1 / <4	-

курсивом – данные учетных ловушечных съемок;

«-» – данные отсутствуют

Результаты исследований в 2020-2022 гг. показали, что за два года отсутствия промысла в популяции краба-стригуна бэрди произошли кардинальные изменения: на фоне резкой вспышки общей численности, увеличился улов на ловушку, значительно снизилась и в 2022 г. стабилизировалась доля травмированных промысловых самцов, до минимума уменьшился прилов камчатского краба. Вместе с тем, начиная с 2022 г., на фоне интенсификации деятельности судов-живовозов, отмечается рост травматизма промысловых самцов в уловах учетных ловушек, который достиг максимума в 2025 г. В 2024 г. зафиксирован рост уровня травматизма промысловых самцов краба-стригуна и в уловах трала, а также увеличение прилова самцов камчатского краба в уловах, как учетного трала, так и учетных порядков ловушек. Кроме того, результаты ловушечных съемок 2024 и 2025 гг. продемонстрировали снижение улова на ловушку промысловых самцов, по сравнению с двумя предыдущими годами. Одновременно с этим, в последние два года фиксируется снижение показателя вылова краба-стригуна на судосутки, а значение улова на ловушку, полученное в ходе научного мониторинга добычи в 2025 г., оказалось минимальным, начиная с возобновления промысла в 2021 г.

Данные промысла 2017-2019 гг. в полной мере подтверждались результатами учетных траловых съемок: промысловый запас в 2017 г. уменьшился, по сравнению с предыдущим годом исследований, в два раза, в 2018 г. – снизился ещё более, а в 2019 г. достиг своих минимальных исторических значений (*табл. 4*). Кроме того, по данным исследований этих трех лет отмечалась крайне низкая численность пререкрутов – ближайшего пополнения промыслового запаса.

Таблица 4

Межгодовая динамика численности краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне к югу от 53°00' с.ш. (по данным траловых съемок), млн экз.

Показатель	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2024	
									Сланцы	Проф. Кагановский
Обследованная площадь, км ²	12339	12373	17947	41599	11519	12570	12100	13727	12914	11846
Молодь (УПС <100 мм)	1,507	3,677	10,371	7,332	2,415	68,543	15,778	44,843	31,113	21,000
Пререкруты II (УПС 100–119 мм)	2,626	2,254	2,918	5,399	1,953	26,685	13,426	11,357	3,329	2,136
Пререкруты I (УПС 120> мм)	8,026	1,793	1,574	2,481	1,222	12,110	14,885	11,58	2,818	1,950
Промысловый запас (ШПС 120> мм)	38,089	28,828	14,902	10,347	4,313	25,993	35,415	41,077	21,760	18,093
ШПС <120 мм	2,534	2,774	2,834	3,704	2,193	14,451	10,658	4,749	3,605	2,865

В ходе резкого роста общей численности популяции в 2020 г., отчетливо проявилась высокая доля промысловых самцов, недавно претерпевших терминальную линьку, которая достигла своего максимума в 2021 г. (рис. 3), когда общая численность продолжала оставаться на высоком уровне. Уже на следующий, 2022 г., такие особи практически исчезли из уловов, где стали доминировать самцы с панцирем на 3 стадии, т.е. наиболее технологически востребованные.

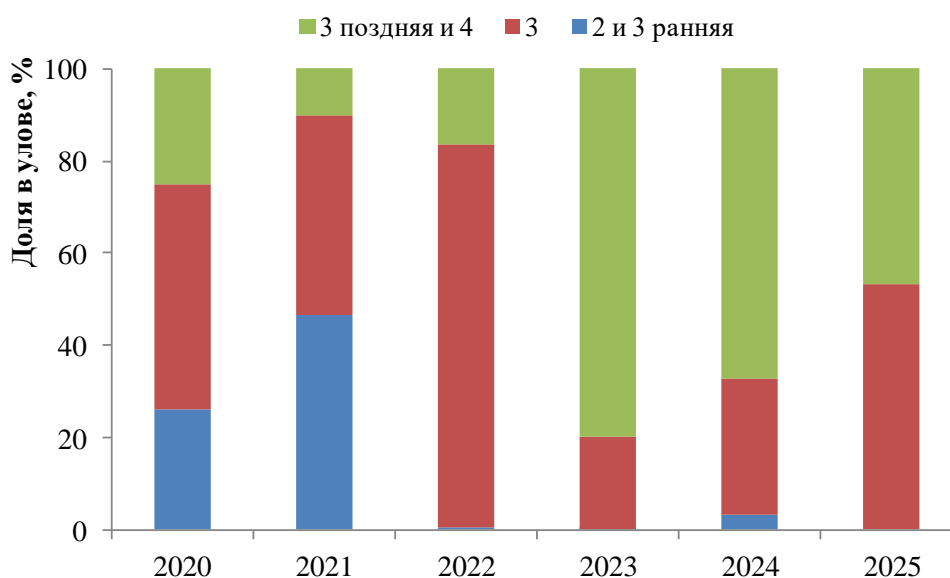


Рис. 3. Динамика соотношения промысловых самцов краба-стригуна бэрди на разных стадиях состояния панциря у юго-западного побережья Камчатки по данным уловов ловушек.

Через год, в 2023 г., основу ловушечных уловов формировали уже самцы с панцирем на поздних стадиях. Несмотря на снижение общей численности популяции краба-стригуна бэрди по итогам траловой съемки 2024 г., появление в этом году в ловушках особей, недавно претерпевших терминальную линьку, свидетельствовало об имеющемся потенциале пополнения промыслового запаса, что нашло свое отражение в 2025 г. в виде роста относительной численности наиболее технологически востребованных самцов на 3 стадии.

Наблюдаемое в 2021-2022 гг. расширение района встречаемости промысловых самцов краба-стригуна бэрди вплоть до границы с Западно-Камчатской подзоной ($54^{\circ}00'$ с.ш.), а также изменение соотношения в уловах трала промысловых самцов камчатского краба и краба-стригуна к югу от $53^{\circ}00'$ с.ш., позволили обосновать расширение разрешенного для промысла краба-стригуна бэрди района на север, вплоть до параллели $53^{\circ}00'$ с.ш. Это дало возможность облавливать новые промысловые скопления, не увеличивая объем ОДУ краба-стригуна для всей подзоны, что способствовало более равномерному распределению добывающего флота, его оптимальной эксплуатации, и в то же время – сохранению Кихчикского миграционного района ($53-54^{\circ}$ с.ш.) камчатского краба и освобождения его от излишней промысловой нагрузки на южную часть популяции. В связи с внесением вышеуказанных изменений в правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, оценки численности всех функциональных групп, в том числе – в ретроспективе, в обосновании ОДУ на 2026 г. были пересчитаны для участка Камчатско-Курильской подзоны к югу от параллели $53^{\circ}00'$ с.ш.

По данным траловой съемки на СТР «Сланцы» в 2024 г. в пределах разрешенного для добычи краба-стригуна участка подзоны к югу от 53° с.ш. наиболее плотное промысловое скопление зафиксировано в координатах $51^{\circ}41'$ с.ш., на глубине 55 м (рис. 4). Здесь отмечен максимальный за время работ улов – 492 экз./трал. (19766 экз./км²). Южнее этого скопления, на глубинах 56-72 м ($51^{\circ}09'-10'$ с.ш.) отмечена повышенная концентрация промысловых самцов с уловами 128–142 экз./трал. ($5142-5916$ экз./км²). Ещё одно, наиболее мелководное промысловое скопление, зарегистрировано на глубине 20 м в районе $52^{\circ}19'$ с.ш., где уловы составили 197 экз./трал. (8027 экз./км²). Наибольшее по площади промысловое скопление, на котором уловы колебались от 109 до 263 экз./трал. ($4541-10957$ экз./км²), наблюдалось в пределах глубин 57-74 м, в координатах $52^{\circ}09'-40'$ с.ш. В целом, уловы всех функциональных групп самцов краба-стригуна в 2024 г. были ниже аналогичных показателей 2022 г.

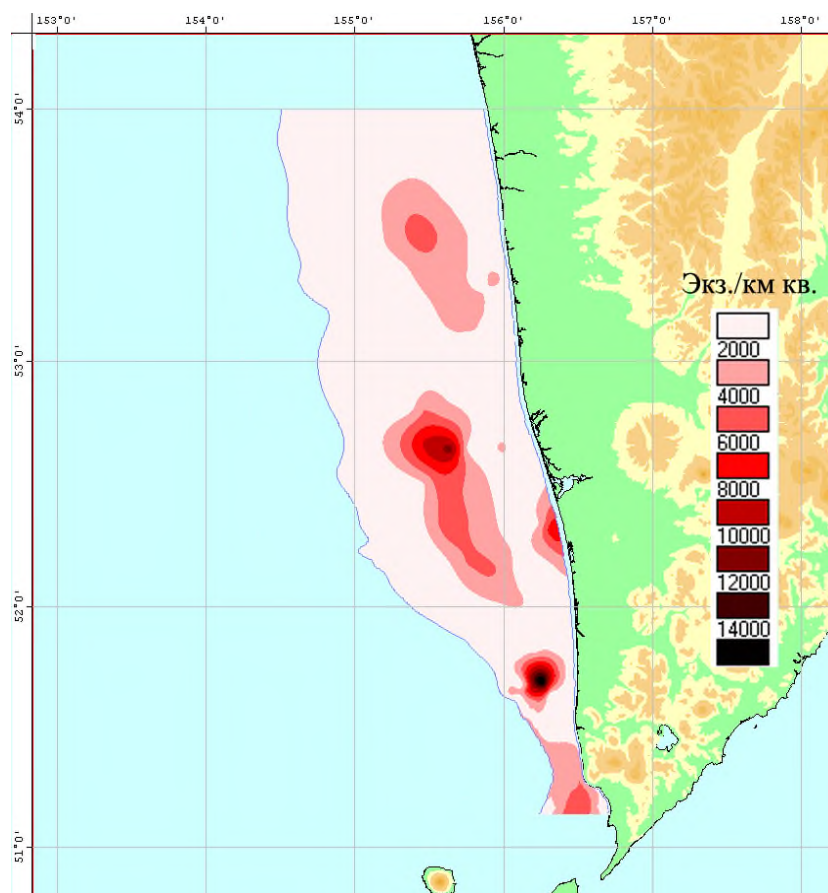


Рис. 4. Распределение промысловых самцов краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне летом 2024 г., по данным траловых уловов СТР «Сланцы» (изобаты 10-210 м).

В таблице 4 приведены данные по численности краба-стригуна бэрди по всем размерно-функциональным группам в Камчатско-Курильской подзоне к югу от 53°00' с.ш. в 2015-2022 и 2024 гг. Группировки сравнительно высокой численности пререкрутов I и II в 2013 и 2014 гг. дополнили относительно многочисленный промысловый запас, состоящий из ШПС, в 2014 и 2015 гг. Практически полное отсутствие пререкрутов I и II в 2016 и 2017 гг. явилось причиной крайне низкой промысловой численности в 2017-2019 гг. Более того, как показали результаты донных траловых съемок, численность пререкрутов I и в 2017-2019 гг. продолжала оставаться на низком уровне. Как представлялось на тот момент, это могло негативным образом отразиться на уровне промыслового запаса в ближайшие годы.

Сравнительно высокая численность молодежи в 2017 г. дала рост числа пререкрутов II в 2018 г., что позволяло на тот период с осторожным оптимизмом судить об увеличении количества ближайшего пополнения. Однако, в силу особенностей биологии крабов-стригунов, спрогнозировать, когда именно эта функциональная группа пополнит промысловый запас, не представляется возможным, что и показали результаты учетных работ в 2019 г.

По данным исследований 2016-2019 г., была отмечена крайне низкая численность пререкрутов обоих порядков – пополнения промыслового запаса. На основании этих данных прогнозировалось, что в 2020-2021 гг.

ощутимого роста биомассы промыслового запаса, и, соответственно, возобновления промысла, ожидать не приходится. Тем более неожиданными оказались результаты исследований в 2020 г., которые продемонстрировали вспышку общей численности популяции краба-стригуна бэрди. Исследования 2021 и 2022 гг. подтвердили результаты предыдущего года.

Известно, что итоги анализа информации, полученной при исследовании крабов-стригунов, зависят от селективных свойств орудий лова. Сравнительно низкая численность непромысловых самцов бэрди по данным траловых съемок в отдельные годы, надо полагать, также не соответствует действительности по причине возможного их недолова. Известно, что молодь крабов-стригунов имеет относительно более уплощенное тело, чем взрослые особи, и способна зарываться в илисто-песчаный грунт. Это затрудняет их облов тралом [Слизкин, Сафронов, 2000; Слизкин и др., 2001]. Перечисленные факты находят свое подтверждение в итогах учетной донной траловой съемки в 2018 и 2019 гг. Судя по данным съемки 2020 г., пополнение в предыдущие два года было недоучтено.

Ряд авторов полагает, что *S. bairdi* может замещать камчатского краба в периоды снижения численности последнего [Родин, Слизкин, 1977; Иванов, 2001a]. Подтверждение этому обнаруживается в 2020-2022 гг.: в южной части Камчатско-Курильской подзоны (так называемый, Озерновский миграционный район камчатского краба) по данным траловой съемки зафиксирована минимальная за многолетний период численность промысловых самцов и доля камчатского краба в уловах трала и ловушек, по отношению к крабу-стригуну бэрди.

Ранее, при рассмотрении динамики запаса краба-стригуна опилю в Приморье, отмечалось [Слизкин, Кобликов, 2013], что после глубокой депрессии этой популяции заметное увеличение запаса было отмечено только в 2007 г., при этом запас превысил уровень предыдущего года более чем в 4 раза. В случае с крабом-стригуном бэрди Камчатско-Курильской подзоны отмечается схожая картина: в 2020 г. в сравнении с предыдущим годом его промысловый запас увеличился более чем в 5 раз.

Биологические особенности крабов-стригунов обуславливают их высокую стойкость к промысловому изъятию, и их репродуктивный потенциал подорвать крайне трудно. Запасы крабов-стригунов могут сильно колебаться. В большей степени эти флуктуации объясняются естественными факторами, нежели влиянием промысла [Иванов, 2001б]. Одна из гипотез, объясняющая колебания численности, заключается в том, что высокоурожайные поколения стригунов могут подавлять численность более молодых поколений вследствие каннибализма, и лишь после вымирания урожайного поколения возможно появление новых богатых годовых классов. Эта гипотеза находит свое подтверждение в результатах исследований в 2020-2022 гг. и, особенно, в 2024 г. – численность промысловых самцов постепенно снижается, а ближайшее пополнение еще только формируется.

В 2017 г. отмечали резкое снижение промысловой численности краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне при рекордном уровне

промыслового запаса камчатского краба на юге подзоны – в Озерновском районе. В этот же год была отмечена сравнительно высокая численность молоди стригуна. Однако в последующие два года она не прослеживалась в смежных поколениях пререкрутов I и II, но в следующие три года (2020-2022 гг.) отмечена резкая вспышка численности всех функциональных групп стригуна бэрди, в т.ч. промысловых самцов и самцов-пререкрутов. Всё это свидетельствует в пользу того, что в 2018 и 2019 гг. низкая численность непромысловых самцов краба-стригуна бэрди по данным траловых съёмок, надо полагать, также не соответствовала действительности по причине возможного их недолова [Слизкин, Сафронов, 2000]. При этом оценки численности промысловых ШПС краба-стригуна бэрди, которые в 2018 и 2019 гг. стали наименьшими за всю историю изучения популяции у Западной Камчатки, представляются достоверными, т.к., начиная с 2017 г., подтверждались рядом негативных моментов: падением вылова на судосутки, снижением уловов на ловушку, максимальными долями травмированных и некондиционных промысловых самцов с панцирем на поздних стадиях.

По всей видимости, значительный рост промысловой численности стригуна бэрди в подзоне в 2020-2022 гг. стал следствием комплекса факторов. Появление в 2017 г. нового многочисленного поколения молоди, только часть которого удалось учесть траловой съёмкой, не прослеживалось в смежных поколениях пререкрутов по причине, как сейчас представляется, недоучета последних по данным съёмок в 2018 и 2019 гг., и дало о себе знать только фактом вспышки промыслового запаса в 2020-2022 гг.

Результаты донных траловых съёмок в 2024 г. продемонстрировали снижение общей численности популяции краба-стригуна бэрди в подзоне, включая все, без исключения, функциональные группы самцов. Так, наибольшее снижение отмечено для ближайшего пополнения, состоящего из УПС с ШК 100> мм: по сравнению с 2022 г., численность пререкрутов I и II упала на 73%, по данным съёмки на СТР «Сланцы», и на 82% – по данным НИС «Профессор Кагановский». Промысловый запас (ШПС с ШК 120> мм), по сравнению с 2022 г., снизился на 47%, по данным исследований на СТР «Сланцы», и на 56% – по данным съёмки на НИС «Профессор Кагановский». Меньше других групп самцов изменилась численность молоди (УПС с ШК <100 мм): по итогам съёмки на СТР «Сланцы» она уменьшилась на 31%, а по данным работ на НИС «Профессор Кагановский» – на 53%. Для дальнейших расчетов и прогноза запаса использовали оценки численности всех функциональных групп самцов по итогам работ на СТР «Сланцы», принимая во внимание, что они оказались несколько выше таковых, полученных по результатам съёмки на НИС «Профессор Кагановский».

В то же время, необходимо отметить, что в последние годы промысел краба-стригуна бэрди сместился в самую южную часть Камчатско-Курильской подзоны, на глубины 300-350 м за пределами района, который обследуется в ходе стандартных ежегодных съёмок (рис. 5). Это позволяет предположить наличие ранее не учтенной части запаса, состояние которой

сейчас не известно. Для уточнения численности краба в этом районе необходимо выполнение учетной съемки в 2026 году и расширение района исследований.

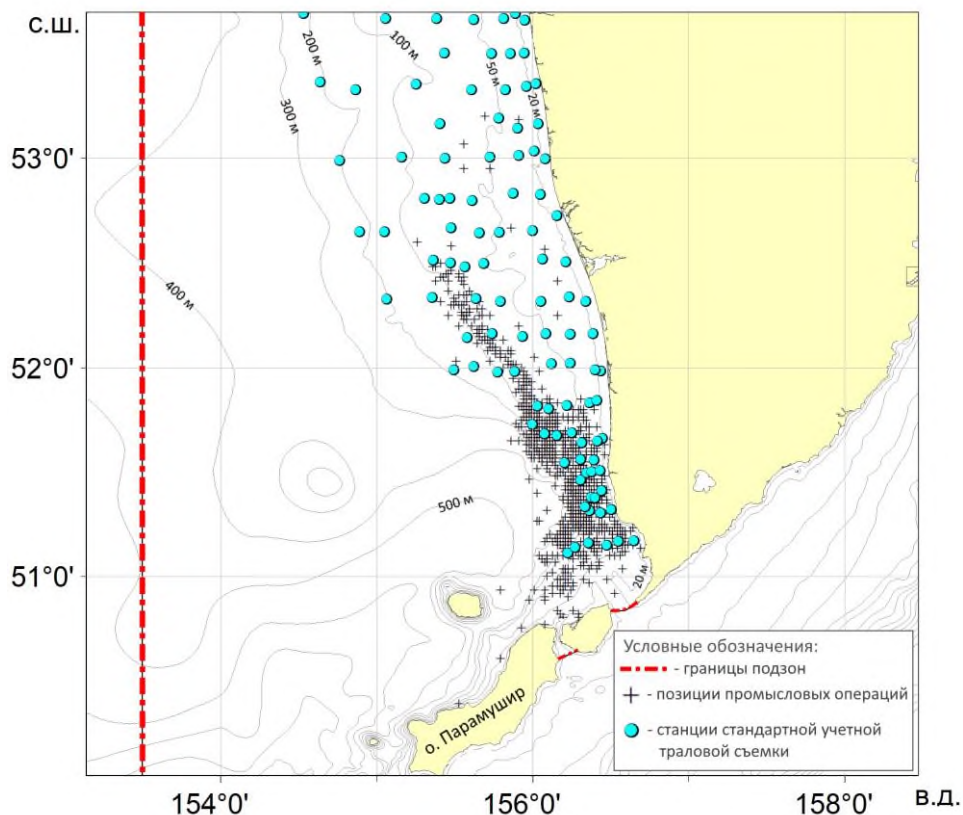


Рис. 5. Распределение промыслового усилия в 2025 г. и карта станций стандартной учетной траловой съемки в 2024 г.

Модельные ретроспективные оценки численности функциональных групп и прогноз состояния промыслового запаса краба-стригуна бэрди представлены на *рисунках 6 и 7*. По модельным оценкам, численность промысловых ШПС на начало 2025 г. составила 22,2 млн экз.

Появление в 2012-2014 гг. пополнения высокой численности привело к бурному росту численности промыслового запаса. Затем, на фоне низкой численности пополнения, под прессом промысла, сопровождавшегося, в том числе, строгой сортировкой уловов на судах-живовозах в 2016-2017 гг. [Михайлова, Иванов, 2021], промысловый запас резко сократился. Это послужило причиной закрытия промысла краба-стригуна бэрди в подзоне в 2019-2020 гг. Появление многочисленного пополнения привело к полному восстановлению промыслового запаса до уровня целевого ориентира. В настоящее время происходит снижение численности промыслового запаса. По модельным расчетам, вероятность того, что терминальная оценка промыслового запаса ниже значения граничного ориентира, составляет 0%, ниже значения целевого ориентира – 86%.

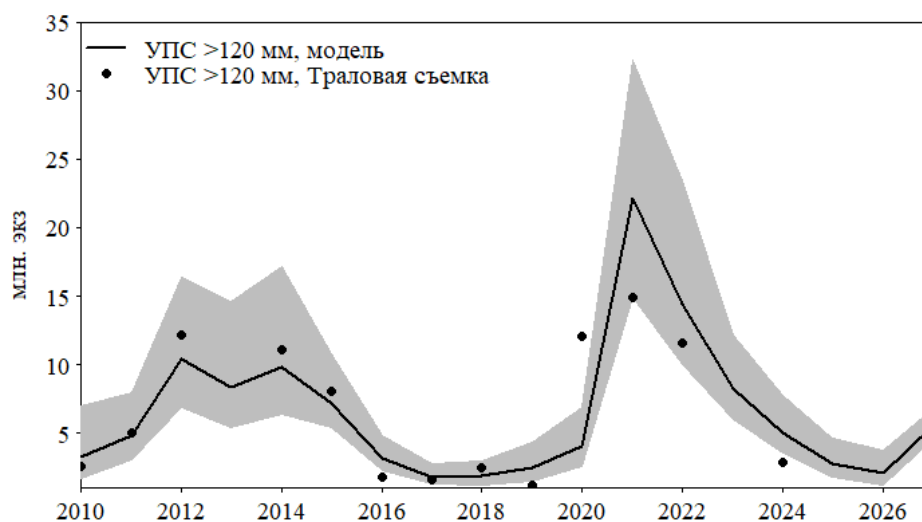
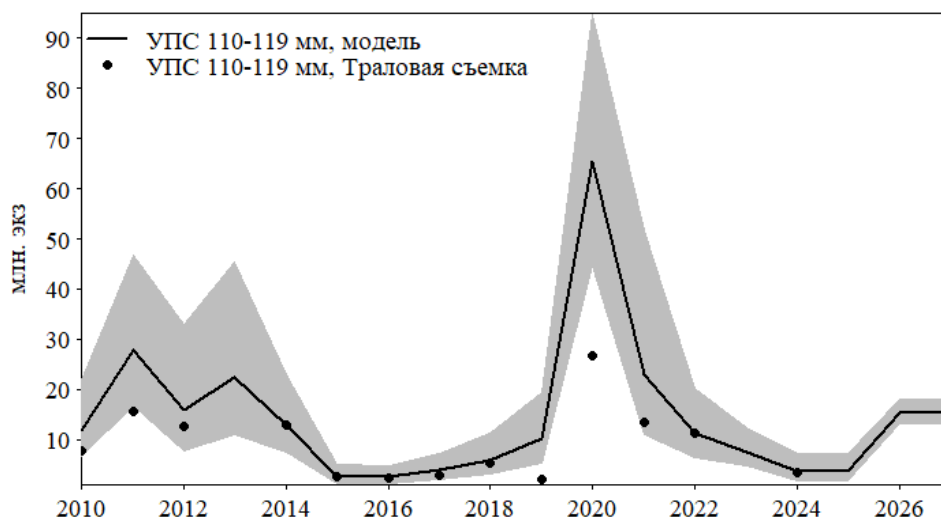


Рис. 6. Численность пререкрутов II (сверху) и I (снизу) краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне на участке к югу от 53°00' с.ш.

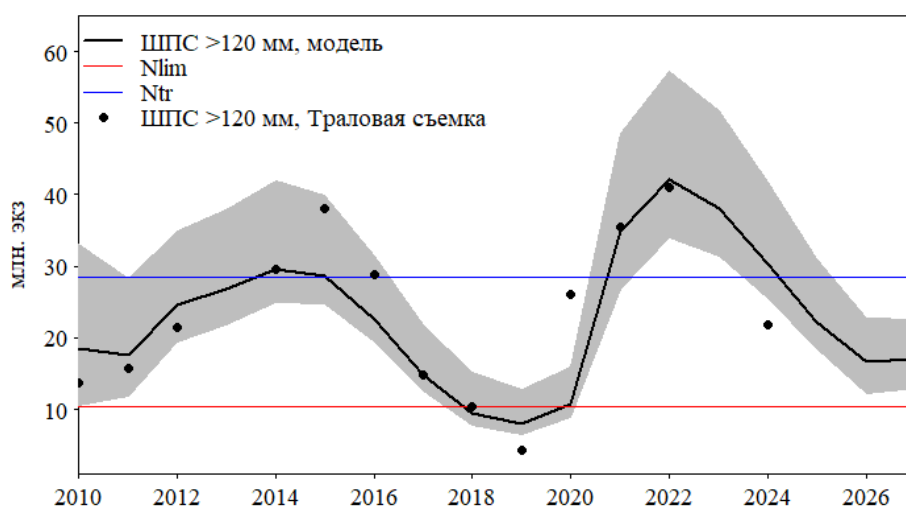


Рис. 7. Численность промысловых самцов краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне на участке к югу от 53°00' с.ш.

Определение биологических ориентиров. В настоящем прогнозе использованы следующие биологические ориентиры:

– целевой ориентир по численности промыслового запаса был переопределен в прошлогоднем обосновании, в связи с открытием промысла севернее 52°30' с.ш. (до 53°00' с.ш.) и пересчетом входных данных учетных съемок. По методу перцентилей эта величина составила $N_{tr} = 28,4$ млн экз.;

– граничный ориентир по численности промыслового запаса $N_{lim} = N_{loss} = 10,4$ млн экз.;

– целевой ориентир по коэффициенту эксплуатации $C_{tr} = 15,6\%$;

– коэффициент эксплуатации для проведения НИР $C_0 = 1,0\%$.

Обоснование правила регулирования промысла. Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами рыб [Бабаян, 2000], ранее обосновали зональное правило регулирования промысла (ПРП) краба-стригуна бэрди Камчатско-Курильской подзоны, цель которого поддержание запаса на уровне высокой продуктивности и последующая его эксплуатация на этом уровне. Схема ПРП представлена на *рисунке 8*.

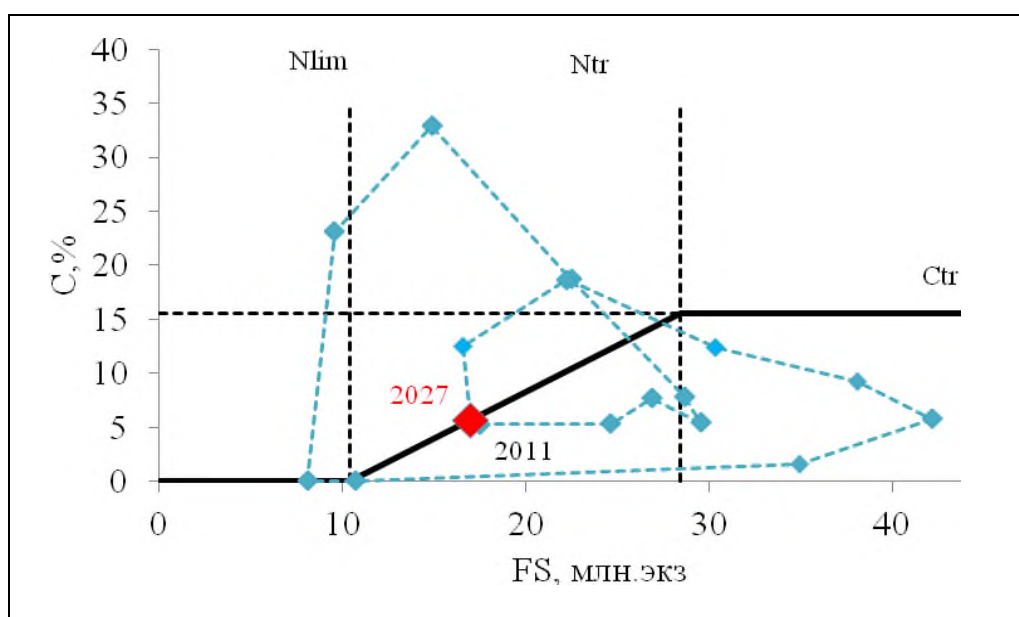


Рис. 8. Реализация правила регулирования промысла краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне в 2011-2027 гг.

Аналитическая форма ПРП выглядит следующим образом.

I – режим запрета промышленного лова, вылов только в рамках НИР, $FS_i < N_{lim}$:

$$C_{rec_i} = C_0;$$

II – режим восстановления запаса, $N_{lim} < FS_i < N_{tr}$:

$$C_{rec_i} = (C_{tr} - C_0)(FS_i - N_{lim}) / (N_{tr} - N_{lim}) + C_0;$$

III – режим постоянной интенсивности промысла, $FS_i > N_{lim}$:

$$C_{rec_i} = C_{tr} = const.$$

Прогнозирование состояния запаса. Был выполнен вероятностный прогноз состояния запаса и величины возможного вылова краба-стригуна

бэрди в Камчатско-Курильской подзоне на 2027 г. по методу Монте-Карло.

Для прогнозирования состояния запаса использовали те же значения мгновенных коэффициентов естественной смертности, что и в ретроспективе. Вылов в 2026 г. приняли равным установленной величине ОДУ – 2,138 тыс. т. В качестве величины пополнения на прогнозный период принимали среднегодовалую численность УПС 110-119 мм, «зашумленную» с учетом логнормального распределения ошибок (медиана – 15,2 млн экз.).

В качестве стартовых значений использовали численность функциональных групп в терминальный год, зашумленную путем внесения логнормальной ошибки со стандартным отклонением, оцененным по модели динамики численности функциональных групп. Далее, численность функциональных групп на 2 года вперед оценивали по формулам используемой модели динамики численности функциональных групп:

$$N_{i,2} = p_1(1-r_1)N_{i-1,1}S_{i-1,1} + (1-p_2r_2)N_{i-1,2}S_{i-1,2},$$

$$N_{i,3} = p_1r_1N_{i-1,1}S_{i-1,1} + p_2r_2N_{i-1,2}S_{i-1,2} + (N_{i-1,3}S_{i-1,3}^{0.5} - C_{i-1})S_{i-1,3}^{0.5},$$

$$S_{i,j} = \exp(-M_{i,j,i,j}), i = 1,2,\dots,n$$

где $N_{i,1}$, $N_{i,2}$, $N_{i,3}$ – численность соответственно 1-й, 2-й и 3-й функциональных групп в i -м году, C_i – вылов промысловых самцов в i -м году, $M_{i,j}$ – мгновенные коэффициенты естественной смертности в j -ой функциональной группе в i -м году, p_j – вероятность линьки в j -ой функциональной группе, r_j – вероятность того, что указанная линька терминальная, $j=1,2,3$.

Прогнозная медианная оценка численности промысловых ШПС на начало 2026 г. составит 16,6 млн экз. При этом вероятность того, что численность промысловых самцов окажется ниже значения целевого ориентира, равна 99,8%.

Прогнозная медианная оценка численности промысловых ШПС на начало 2027 г. в предположении, что вылов в 2026 г. будет равен 2,138 тыс. т, а пополнение УПС 110-119 мм будет среднегодовалым (медиана – 15,2 млн экз.), составит 16,98 млн экз., а биомасса – 14,43 тыс. т. При этом, вероятность того, что численность промысловых самцов окажется ниже значения целевого ориентира, составляет 99,9%. Вероятность того, что численность промысловых самцов в прогнозные годы окажется ниже значения граничного ориентира, оказалась равной 0,6%.

Таким образом, по модельным оценкам, после пика биомассы в 2022 г., обусловленного вступлением в промысловый запас поколения высокой численности 2020 г., по имеющимся на сегодняшний день данным, прогнозируется дальнейшее снижение ресурсов краба-стригуна бэрди Камчатско-Курильской подзоны.

Обоснование объема ОДУ. Полученная медианная оценка промыслового запаса соответствует области эксплуатации восстановления запаса. На каждой реализации метода Монте-Карло величину вылова рассчитывали по формуле:

$$C = w \times C_{\text{rec}} \times FS, \text{ где}$$

w – средняя масса промыслового самца, равная 0,85 кг;

$FS=N_3$ – численность промысловых самцов;

C_{rec} – рекомендуемая согласно зональному ПРП доля изъятия.

Статистические характеристики оценки вылова краба-стригуна бэрди Камчатско-Курильской подзоны в 2027 г. представлены в *таблице 5*.

Таблица 5

Статистические характеристики оценок численности промыслового запаса, доли изъятия и ОДУ краба-стригуна бэрди Камчатско-Курильской подзоны в 2027 г.

Показатель	2,5%	5%	25%	50%	75%	95%	97,5%	SE
Численность пром. запаса, млн экз.	12,276	12,920	15,006	16,980	19,163	22,617	23,660	3,046
Биомасса пром. запаса, тыс. т	10,435	10,982	12,755	14,433	16,289	19,225	20,111	2,589
Доля изъятия согласно ПРП, %	1,63	2,18	3,99	5,70	7,59	10,59	11,49	
Возможный вылов, тыс. т	0,170	0,240	0,509	0,823	1,237	2,036	2,311	0,577

Согласно результатам расчетов, для запаса краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне «предосторожной» оценкой величины ОДУ может являться медиана распределения вылова, т.е. 0,823 тыс. т, что ниже величины ОДУ 2026 г. на 1,315 тыс. т (61,5%).

Полученная величина на 61,5% ниже утвержденного объема ОДУ на 2026 г. (2,138 тыс. т). В соответствии с «Правилами регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов», утвержденными приказом ФГБНУ «ВНИРО» от 10.04.2023 г. № 81, предельный уровень изменения ОДУ для данной единицы запаса составляет $\pm 42\%$. При таком подходе ОДУ на 2027 г. может быть снижен до 1,240 тыс. т.

В то же время, наблюдаемое в последние годы смещение района промысла за пределы акватории, охваченной стандартными учетными работами, свидетельствует о наличии неучтенной части запаса краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне. Промысловые показатели, полученные в 2024 и 2025 гг. на этом участке Камчатско-Курильской подзоны, свидетельствуют о том, что здесь может быть сосредоточена часть запаса, сопоставимая по численности с традиционных районом промысла краба-стригуна бэрди (к северу от параллели 51°30' с.ш., на глубинах 50-150 м).

В связи с этим, на 2027 год рекомендуется сохранить ОДУ краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне на уровне 2026 г. – в объеме 2,138 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне на 2027 г. в объеме 2,138 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов. Анализ и диагностика полученных результатов сводится к проведению статистического имитационного моделирования методом Монте-Карло. Как видно из

результатов (рис. 9), разброс полученных оценок удовлетворительный.

В рамках моделирования методом Монте-Карло была смоделирована динамика запаса на длительную перспективу (10 ближайших лет) при следующих предположениях:

1. пополнение прогнозируется равным среднемуголетнему;
2. ОДУ на 2026 г. останется в объеме 2,138 тыс. т;
3. изъятие после 2025 г. будет производиться согласно зональному ПРП.

В качестве стартовых использовали численность функциональных групп, «зашумленную» путем внесения логнормальной ошибки со стандартным отклонением, оцененным по модели. Значения пополнения в прогнозные годы «зашумляли» с учетом логнормального распределения ошибки. Далее, численность поколений экстраполировали на последующий год по формулам используемой модели динамики численности функциональных групп.

На рисунке 9 представлены результаты моделирования динамики запаса на следующие 10 лет. При сделанных предположениях относительно пополнения и уровня изъятия в соответствии с установленным ПРП, промышленный запас краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне после 2025 г. более чем с 95% вероятностью не выйдет за биологически безопасные границы и к 2034 г. будет находиться в области восстановления запаса (23 млн экз.).

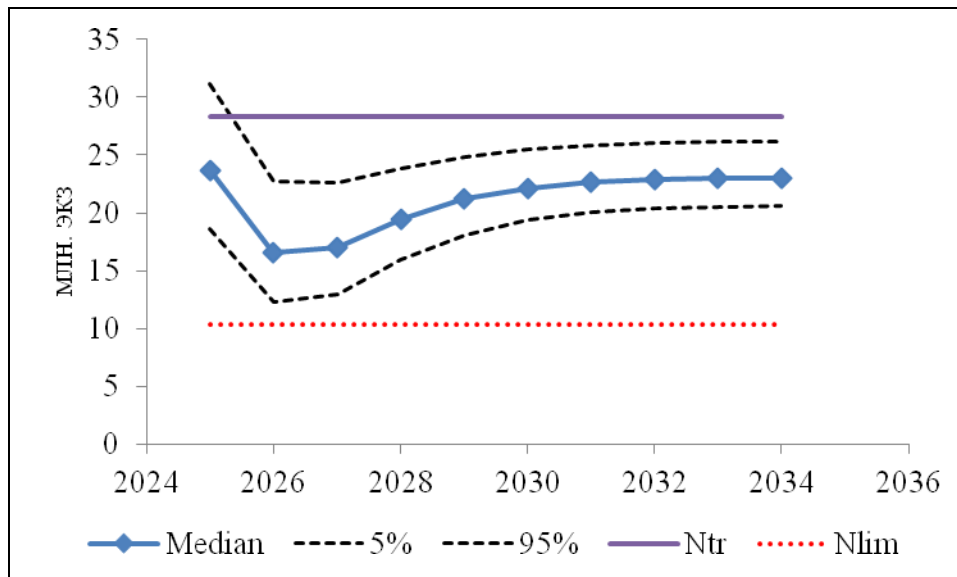


Рис. 9. Модельная динамика численности промышленного запаса краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне, при рекомендуемой, согласно ПРП, доле изъятия.

Краб-стригун ангулятус (*Chionoecetes angulatus*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.1 – подзона Северо-Охотоморская

Исполнитель: С.М. Русяев (МагаданНИРО)

Куратор: Д.А. Ботнев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Основным источником данных к прогнозу ОДУ на 2027 г. послужили материалы, полученные в ходе учётной ловушечной съёмки, проведённой на НИС «Зодиак» в 2025 г. Исследованы оба района промысла ангулятуса в Северо-Охотоморской подзоне: район банки Кашеварова и район впадины ТИНРО. (табл. 1). Для анализа привлечены материалы НИР, промышленного лова (данные ССД) и мониторинга промысла с 2000 по 2025 гг.

Таблица 1

Результаты съёмок, использованные при обосновании ОДУ краба-стригуна ангулятуса в Северо-Охотоморской подзоне на 2027 г.

Год	Район	Промысловый запас, тыс. т	Количество учётных станций	N, экз.
2000	Южная часть банки	2,7	42	3073
2002	Кашеварова (с прилег. участками)	3,8	195	10175
2025		7,1	20	1080
2014	Впадина ТИНРО	25,2	231	2070
2018		14,1	57	1606
2025		4,8	14	668

Информационное обеспечение прогноза ОДУ соответствует III уровню, согласно приказу Росрыболовства от 06 февраля 2015 г. № 104.

Обоснование выбора методов оценки запаса. В связи с отсутствием до 2013 г. регулярного промысла краба-стригуна ангулятуса, временной ряд промысловой статистики пока недостаточен для использования аналитических методов в оценке запаса этого промыслового объекта.

Расчёт запасов краба по результатам научных учётных съёмок проводился методом сплайн-аппроксимации, алгоритм которого описан Д.А. Столяренко [Stolyarenko 1986, 1987] и реализован в программе «КартМастер v.4.1» [Поляков, ВНИРО, 2003-2008]. В расчётах применялся средний показатель влияния глубины – 500, параметр сглаживания – 0,032. Площадь облова конических ловушек (3300 м²) определена по результатам экспериментальных работ [Михайлов и др., 2003; Мельник и др., 2014].

Ловушечные съёмки краба-ангулятуса в истории его изучения единовременно не проводились, поэтому метод определения численности, биомассы и запаса является совокупностью экспертных процедур, основанных на нерегулярных и частичных (по отношению к ареалу вида) оценках биомассы краба-стригуна ангулятуса.

Промысловая биомасса (B) краба-стригуна ангулятуса в Северо-

Охотоморской подзоне определяется как сумма величин биомассы двух поселений: B_1 – поселения банки Кашеварова и B_2 – поселения впадины ТИНРО.

Расчёт промыслового запаса ангулятуса подзоны до текущего момента вёлся с увязкой величины биомассы нерегулярных съёмок и ежегодным индексом биомассы (вылов на усилие). Причем, индекс использовался только для ресурса впадины ТИНРО, так как исторический ряд по банке Кашеварова отсутствует (табл. 2).

Таблица 2

Среднесуточный улов (т) судов на промысле краба-стригуна ангулятуса
в 2016-2025 гг., по участкам промысла

Участок промысла	Годы									
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Впадина ТИНРО	6,6	6,8	4,0	2,8	3,6	4,8	4,3	4,1	2,4	промысел отсутствовал
Банка Кашеварова	данные отсутствуют						2,1	1,6	данные отсутствуют	

Уже в обосновании ОДУ на 2026 г. нерепрезентативные данные I_{2024} , не использовались (использовано I_{2023}), так как были получены при малых промысловых усилиях и, соответственно, несли риск внесения ошибки оценки сырьевой базы ангулятуса. В текущем документе использование индекса невозможно в силу полного отсутствия промысла ангулятуса в 2025 г. в подзоне. В связи с чем, выбор метода оценки запаса на 2027 г. выполняется только на основе данных прошедшей в 2025 г. учётной съёмки ангулятуса в подзоне.

Ретроспективный анализ состояния промысла. Активный поиск промысловых скоплений ангулятуса в северной части Охотского моря был начат в начале 90-х годов прошлого столетия. Исследования краба ангулятуса, выполненные в этот период в центральной части моря, в районе банки Кашеварова и во впадине ТИНРО, позволили оценить его запасы в объёме 7,1 тыс. т. К освоению в Северо-Охотоморской подзоне был рекомендован ОДУ в 1,3 тыс. т. Однако, новый ресурс не заинтересовал компании – величина вылова краба в этот период не превышала 1% от ОДУ.

В 2000-2003 гг. были обнаружены плотные концентрации крабов к югу и востоку от банки Кашеварова. Промысловый запас ангулятуса в этот период на исследованной акватории оценивался в объёме до 3,8 тыс. т [Васильев, 2009; Метелёв, Григоров, Васильев, 2016], а величина рекомендованного ОДУ достигла 0,47 тыс. т. Увеличение интереса компаний к добыче ангулятуса в Северо-Охотоморской подзоне способствовало повышению освоения выделенных квот – до 90% (2003 г.).

В 2004-2009 гг., из-за организационных и экономических причин, освоение ОДУ этого вида снизилось и не превышало 34%. К вылову в подзоне рекомендовалось 0,38 тыс. т краба-стригуна ангулятуса или 10% от запаса, рассчитанного для района банки Кашеварова. С 2010 г. освоение ОДУ

краба-стригуна ангулятуса повышается, и в 2017 г. ОДУ был освоен практически полностью. Этот период можно считать началом устойчивого промысла этого объекта, что позволило увеличить ОДУ (табл. 3).

Таблица 3

Вылов и ОДУ краба-стригуна ангулятуса в Северо-Охотоморской подзоне в 2015-2025 гг.

	Год эксплуатации запаса										
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
ОДУ	0,380	1,260	1,890	2,520	2,520	2,458	1,876	1,410	1,586	1,586	1,586
Вылов, т	0,375	1,255	1,840	1,695	0,537	1,229	1,700	1,284	0,806	0,111	0,001

В 2018-2020 гг. освоение ОДУ краба-стригуна было нестабильным (соответственно, 67, 21 и 48%), что было связано с комплексом организационных и экономических причин [Метелёв и др., 2022]. Ведение ННН-промысла отмечено не было. В 2021 г. освоение квоты краба (86%) стало наибольшим за период 2018-2021 гг., чему способствовало повышение среднесуточного улова. В 2022-2023 гг. уловы стабилизировались. В 2023-2024 гг. произошло резкое снижение вылова ангулятуса из-за перераспределения ранее выделенных долей квот на аукционы, большинство из которых не состоялось. В 2025 г. по этой причине промысел отсутствовал.

Согласно данным ССД, за период с 2012 по 2024 гг. на промысле принимало участие не более 12 судов (табл. 4). При этом, устойчивая добыча ежегодно отмечалась только у 2-3 судов.

Таблица 4

Количество судов на промысле краба-стригуна ангулятуса в 2016-2025 гг.

Показатель	Годы									
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Количество добывающих судов	5	5	7	5	6	9	12	11	2	0
Количество судов с годовым выловом более 100 т	2	2	5	3	3	3	3	2	0	0

До начала эксплуатации краба-стригуна ангулятуса в 2002 г., максимальный размер самцов по ширине карапакса (ШК) достигал 163 мм, составляя в среднем 124 мм. В 2014 г. максимальная ШК самцов в ловушечных уловах составила 168 мм, средняя – 127,3 мм. По данным мониторинга, выполненного в 2015 г., рассматриваемые характеристики составляли 164 и 132,2 мм, соответственно. В 2018 г., в ходе проведения НИР, краб-стригун ангулятус встречен на 51 станции (89,5%). Наибольшие уловы краба регистрировались на глубинах 460-790 м, в уловах преобладали самцы (98,6%). ШК пойманных самцов варьировала от 80,4 до 164,5 мм, в среднем составляя 122,9 мм. Доля узкопалых крабов была незначительной (8,7%). Доля промысловых самцов в уловах была высокой – 76,7%, а средняя ШК промысловых самцов составила 129,8 мм. В 2019 г. мониторинг запасов

во впадине ТИНРО показал незначительную долю узкопалых крабов (4,0%). Доля промысловых самцов была невысокой – 39,9%. ШК самцов достигала 167 мм, а средний размер – 114,6 мм. Средняя масса промысловых особей ангулятуса, по имеющимся данным, составила 0,77 кг. В 2020-2024 гг. судовые исследования не проводились, мониторинг запасов отсутствовал (табл. 5).

Таблица 5

Биологические показатели самцов краба-стригуна ангулятуса
в Северо-Охотоморской подзоне (с 2010 г. – для впадины ТИНРО)

Периоды, год	Средний размер самцов по ШК, мм		Травмированность, %	N, экз.
	Все самцы	Промысловые самцы		
2011-2015	129,1	132,4	32,5	4394
2016-2017	Нет данных			
2018-2019	119,8	128,1	36,1	2494
2020-2024	Нет данных			
2025	123,2	127,4	42,0	1748

Анализ состояния запаса. Статистический ряд наблюдений имеет значительную вариабельность по объёму информации, поэтому оценка современного состояния запаса краба-стригуна ангулятуса носит приближенный характер. В предыдущие годы (годы интервалов между съёмками) состояние запаса определялось на основе всей имеющейся биологической и промысловой информации интегральной оценкой с помощью индикаторного подхода. Границы индикаторов определялись методом перцентилей на основе их годовых значений за период 2001-2024 гг. (табл. 6). Используемые индикаторы соответствовали требованию длины ряда непрерывных наблюдений, предъявляемому для определения состояния запаса [Буяновский, 2012]. Из-за отсутствия промысла в 2025 г., приоритетный индикатор (среднесуточный вылов) использоваться не может, соответственно, и индикаторный подход ограничен только данными биологического профиля промыслового объекта. Кроме того, нами исключен из анализа индикатор травматизма, диапазон величин которого всегда находится на уровне 30-50%, даже в годы отсутствия промысла.

Таблица 6

Индикаторы состояния запаса краба-стригуна ангулятуса
в Северо-Охотоморской подзоне, на основе многолетних данных

Индикатор состояния запаса	Диапазон состояний индикатора	Текущее значение индикатора, цвет	Последний год оценки индикатора
Размер (ШК, мм)	120-125	127,4 (зеленый)	2025
Доля промысловых самцов, %	67-85	85 (зеленый)	2025

Несмотря на положительный «зеленый» цвет индикаторов в текущем состоянии, отсутствие индикатора индекса биомассы (среднесуточного

улова) предполагает трактовать статус запаса как «неопределённый» (без уточнения тренда).

Такая формулировка статуса опирается также и на абсолютную величину запаса, полученную в 2025 г. при проведении учётной съёмки краба-стригуна ангулятуса в Северо-Охотоморской подзоне. Согласно этой съёмке, промысловая численность и биомасса ангулятуса составила 15,484 млн экз. или 11,969 тыс. т (при средней массе промыслового краба 0,773 кг). Эта величина биомассы ниже таковой для 2014 и 2018 гг. (см. табл. 1), когда выполнялись аналогичные съёмки.

Определение биологических ориентиров управления. Определение данных ориентиров управления основано на принципе пропорционального вклада компонент запаса (субъединиц, поселений краба). На основе исторического соотношения запасов на двух участках (банка Кашеварова и впадина ТИНРО) – 1:6, для расчётов принят их вес (вклад локального запаса), равный 0,145 и 0,855, соответственно, и выполнен расчёт граничного (FSB_{lim}) и целевого (FSB_{tr}) ориентиров по следующим формулам (2, 3):

$$(2) \quad FSB_{lim} = (B_{1min} * W_1) + (B_{2min} * W_2) / 2,$$

где B_{1min} – минимальная биомасса на участке банки Кашеварова (съёмка 2001 г.), B_{2min} – минимальная биомасса участка впадины ТИНРО (2018 г.), $W_{1,2}$ – вес факторов (вклад локальных запасов).

$$(3) \quad FSB_{tr} = ((B_{1min} + B_{1max}) * W_1) + ((B_{2min} + B_{2max}) * W_2) / 2,$$

где B_{1min} – минимальная биомасса участка банки Кашеварова (2001 г.), B_{1max} – максимальная биомасса участка банки Кашеварова (2002 г.), B_{2min} – минимальная биомасса участка впадины ТИНРО (2018 г.), B_{2max} – максимальная биомасса участка впадины ТИНРО (2014 г.), $W_{1,2}$ – вес факторов (вклад локальных запасов).

В соответствии с расчётом, граничный ориентир (FSB_{lim}) является осреднённой величиной минимальных оценок биомассы на двух участках, с учётом их исторического веса в общем запасе, и составляет 6,2 тыс. т.

Целевой ориентир (FSB_{tr}) является производной величиной от осреднения минимальных и максимальных величин запаса (средних) на двух участках, с учётом их исторического веса в общем запасе, и составляет 17,0 тыс. т.

Обоснование правила регулирования промысла (ППП). Дальнейшее управление и взаимодействие с предельными уровнями изменения ОДУ сформулировано следующим образом:

1) базовый уровень эксплуатации (доля изъятия E_t) при промысловом запасе равном или выше целевого ориентира по биомассе (FSB_{tr}), устанавливается с учётом предосторожного подхода [Бабаян, 2000], равном целевому уровню эксплуатации ($E_{tr} = 0,1$);

2) При промысловом запасе (B_t) выше граничного ориентира (FSB_{lim}), но ниже целевого, уровень эксплуатации $E_t = E_{tr} * (B_t - B_{lim}) / (B_{tr} - B_{lim})$;

3) При промысловом запасе ниже граничного ориентира, уровень эксплуатации $E_t = 0$ (возможен только промысел в научных целях).

В общем виде правило регулирования промысла краба-стригуна ангулятуса в графическом виде выглядит следующим образом (рис. 1):

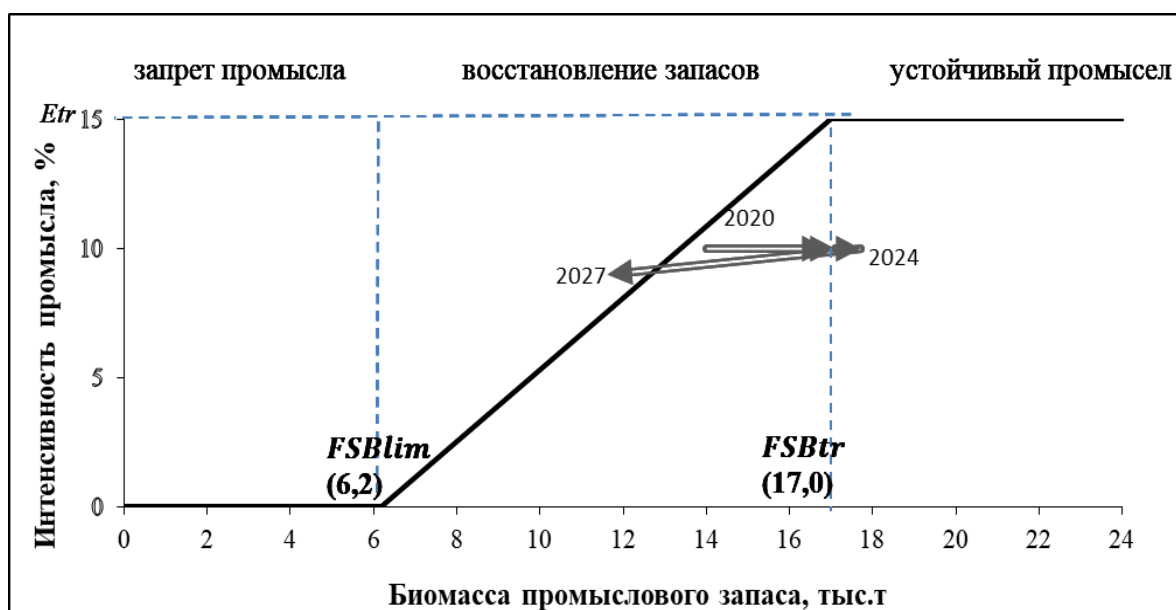


Рис. 1. Схема зонального правила регулирования промысла краба-стригуна ангулятуса и его реализация.

Прогнозирование состояния запаса. Текущий запас (биомасса промысловой части популяции) краба-стригуна ангулятуса Северо-Охотоморской подзоны составляет 11,969 тыс. т – величина, полученная по данным ловушечной съемки, выполненной в 2025 г. Эта величина находится в области «восстановление запасов».

Обоснование объёма ОДУ. В силу ограниченности информации о дальнейшем состоянии запаса, при величине запаса (11,969 тыс. т) ниже целевого ориентира (17,0 тыс. т), на 2027 г. в Северо-Охотоморской подзоне при определении ОДУ краба-стригуна ангулятуса коэффициент промыслового изъятия требует снижения. Однако, из-за отсутствия данных об индексе биомассы (среднесуточного вылова), в условиях полного отсутствия промыслового изъятия объекта в 2025 г., принято решение о незначительном снижении коэффициент изъятия – $E_t = 0,95$. Рекомендуемый объём ОДУ на 2027 год составит 1,137 тыс. т (1,470 млн экз.).

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна ангулятуса в Северо-Охотоморской подзоне на 2027 г. в объёме 1,137 тыс. т.**

Краб-стригун ангулятус (*Chionoecetes angulatus*)

61.05. – зона Охотское море

61.05.2 – подзона Западно-Камчатская

Исполнители: А.Г. Слизкин, А.Н. Деминов (ТИНРО)

Куратор: Д.А. Ботнев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Основой прогноза послужили результаты комплексной донной траловой съемки, выполненной на НИС «ТИНРО» в весенне-летний период 2018 г. на материковом склоне Западно-Камчатской подзоны восточной части Охотского моря, включая впадину ТИНРО (рис. 1). Помимо этих данных, привлекались био- и промыслово-статистические материалы учетной траловой съемки, проведенной в сентябре-октябре 2013 г. на НИС «Профессор Кагановский», и учетных ловушечных съемок на НИС «Владимир Сафонов» в июле 2010 г. в районе впадины ТИНРО и на среднетоннажном арендованном судне РС «Алестар» в период с 14 августа по 27 сентября 2025 на шельфе и верхней части батиаля Западной Камчатки (рис. 2, табл. 1). Кроме того, были привлечены данные предыдущих съемок, а также данные промысловой статистики.

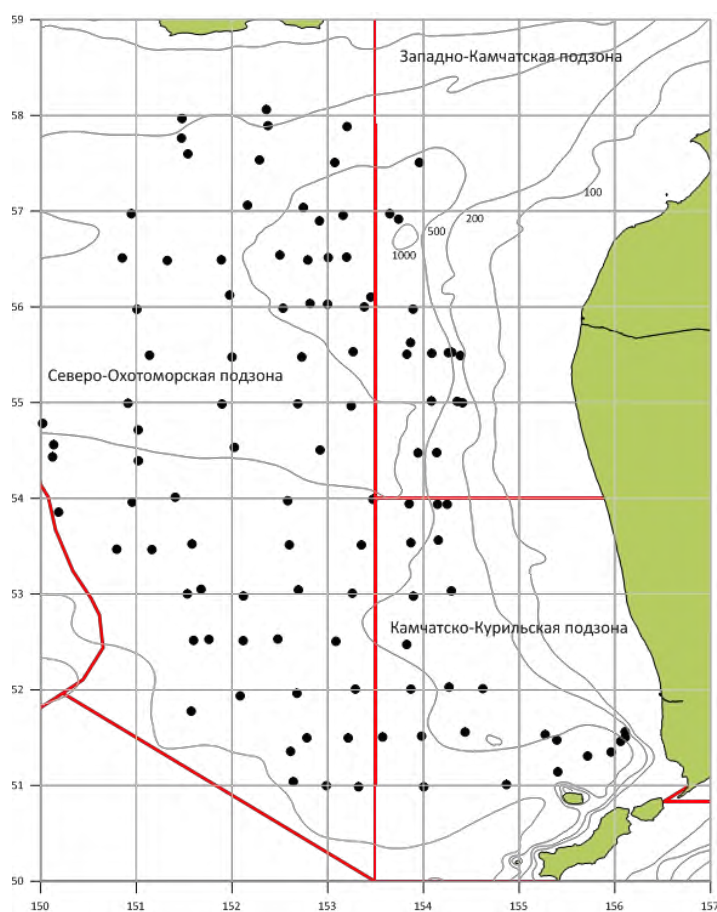


Рис. 1. Карта-схема станций комплексной донной траловой съемки 2018 г.

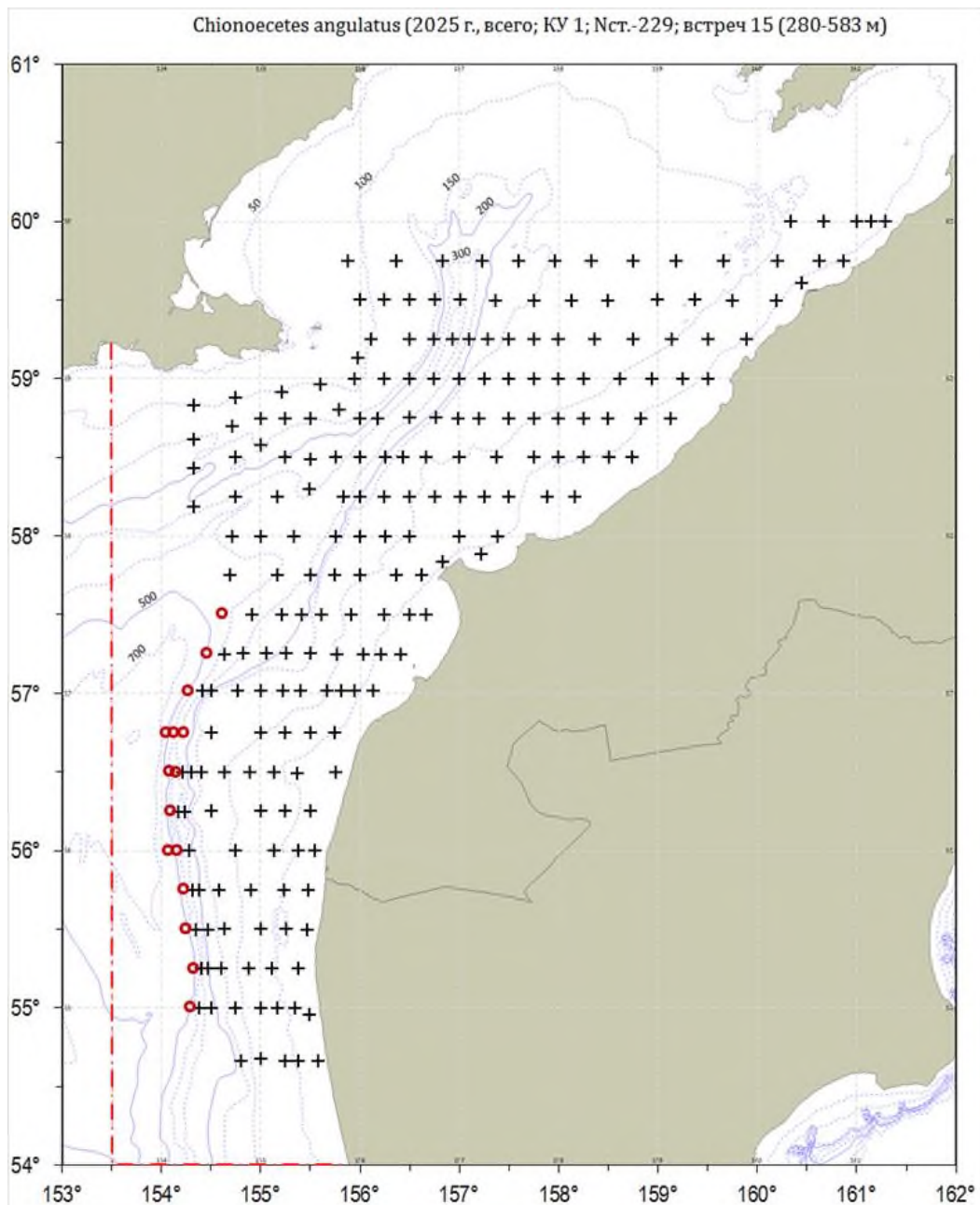


Рис. 2. Карта-схема расположения станций учетной ловушечной съемки в августе-сентябре 2025 г. и встречаемость краба-стригуна ангулятуса на 15 станциях.

Таблица 1

Объем работ и количество обработанного материала в Западно-Камчатской подзоне

Тип, название судна	НИС «ТИНРО»	НИС «Профессор Кагановский»	НИС «Владимир Сафонов»/ РС «Алестар»
Тип орудий лова	ДТ/ТВ-27,1/24,4	ДТ/ТВ-27,1/24,4	конусные ловушки (С-0,7)
Кол-во учетных станций	14	34	47/229
Диапазон глубин (м)	335-951	334-983	550-1010/18-622
Период работ	апрель-июль 2018 г.	сентябрь-октябрь 2013 г.	июль 2010 г./ август-сентябрь 2025 г.
Выпол. биоанализов	3768	3835	9786/499

В ходе съемок применялся донный трал 27,1/24,4 м со стандартным горизонтальным раскрытием 16,26 м. Кутцевая часть оснащена мелкочейной вставкой с ячейей 10 мм. Скорость траления, в зависимости от ветра, волнения, течений и состояния грунтов, изменялась на материковом склоне в пределах 2,2-3,6 узлов (средняя – 2,7 узла). Всего при выполнении донной съемки на материковом склоне было выполнено 171 траловых станций (167 учетных), из которых 24 донных траления в Камчатско-Курильской, 14 – в Западно-Камчатской, 92 – в Северо-Охотоморской и 41 – в Восточно-Сахалинской подзонах.

Разборка улова и обработка первичной информации осуществлялись по стандартным методикам [«Руководство по изучению десятиногих ракообразных ...», Владивосток, 1979; «Пособие по изучению промысловых ракообразных ДВ морей России», Ю.- Сахалинск, 2006].

При оценке запаса, как и в предыдущие годы, коэффициент уловистости трала ДТ/ТВ-27,1/24,4 принимался равным 0,6, горизонтальное раскрытие трала – 16 м, эффективная площадь облова одной ловушки составляла 3300 м² [Михайлов, Бандурин, Горничных, Карасев 2003].

В прогнозе рассматривается распределение промысловых особей (более 110 мм по ширине карапакса – ШК) краба-стригуна ангулятуса, на основе которого определялся его текущий промысловый запас, и базируются расчеты прогнозируемого на 2027 г. ОДУ.

Анализ минимальных требований, предъявляемых приказом Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г. к информационному обеспечению, указывает, что соответствие 1-2 уровню наблюдается лишь частичное. На возможность применения математической модели указывает только исторический ряд учетных съемок. Основной источник неопределенности – отсутствие длительного непрерывного ряда промысловой статистики. В настоящее время, прогноз выполняется на основе традиционной формулы, отталкивающейся от численности, полученной по данным учетных съемок.

Среднегодовая ошибка прогноза составляет 15%, максимальная – 88% (рис. 3). По сравнению с другими единицами запаса, эти величины достаточно большие. Все оцененные значения располагаются выше прогнозных, то есть запас недооценивается (и, соответственно, ОДУ занижается), и только в 2018 г. эти значения практически совпали. В 2019-2022 и 2024 гг. проведенные донные траловые съемки охватывали только шельф Западной Камчатки, без учета свала глубин, поэтому все оцененные и прогнозные значения повторяются. В 2023 г. донная траловая съемка не проводилась. В 2025 г. была проведена учетная ловушечная съемка на восточной части впадины ТИНРО Западно-Камчатской подзоны, захватившая лишь часть его ареала.

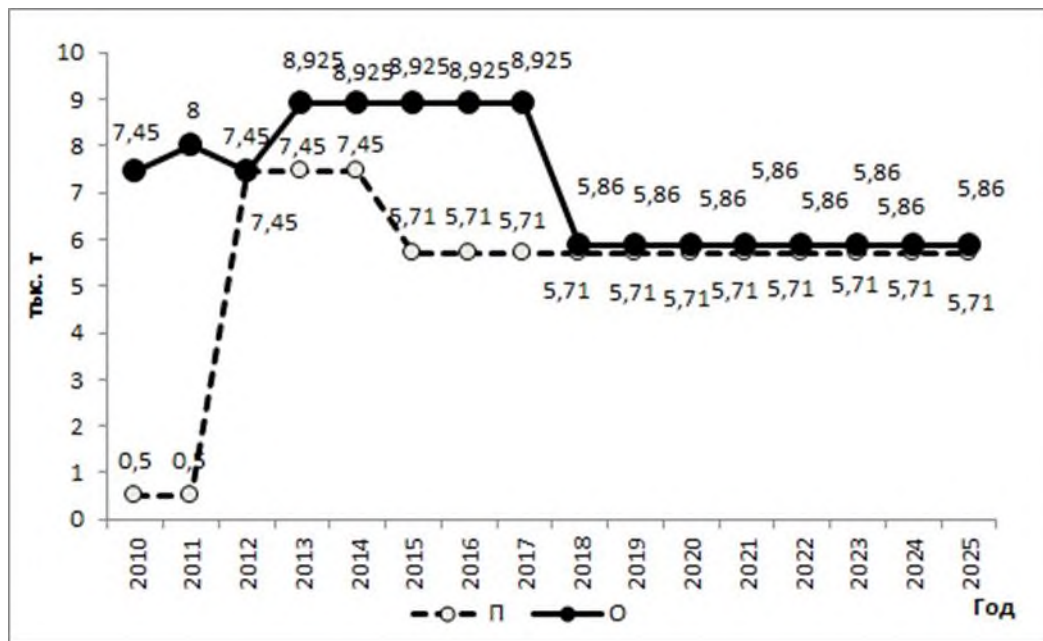


Рис. 3. Динамика прогнозируемого (П) и оцененного (О; в год, на который был сделан прогноз) промыслового запаса краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне, по результатам прогнозов ТИНРО.

В период с 2003 по 2025 гг. в Западно-Камчатской подзоне учетные траловые съемки по глубоководным крабам проводились только в 2010, 2013 и 2018 гг. В 2010 г. ангулятус в траловых уловах встречался единично, что не позволило корректно оценить его запас. В 2016 г. проведенная донная траловая съемка охватила только шельф Западной Камчатки, без учета свала глубин. В 2017 г. находок этого краба было немного, а в других районах данный вид не встречался, что, вероятно, связано с малым количеством станций, выполненных на глубинах более 500 м.

Оценка запаса краба-стригуна ангулятуса на скоплениях основывалась на эпизодических траловых съемках, не полностью охватывающих район обитания этого объекта.

В связи с низким уровнем информационного обеспечения, прогноз носит экспертный и инерционный характер.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Многолетние данные траловых съемок позволяют производить оценку запасов только с помощью площадных методов. Расчет запасов на 2025 г. осуществлялся методом сплайн-аппроксимации [Столяренко, Иванов, 1988]. Данный метод был реализован в ГИС «КартМастер 4.1» [Бизиков, Поляков, 2004]. Эта модель включает все стратифицирующие переменные, используемые в методе стратификации, т.е. координаты и глубину. Другими словами, плотность описывается некоторой «плавной» функцией $u(x, y, z)$, где x – долгота, y – широта, z – глубина. Метод сплайн-аппроксимации, в отличие от остальных методов, снимает проблему проведения границ страт, так как плотность запаса описывается гладкой функцией.

При прогнозе запаса моделирование не имеет смысла из-за невозможности прямого определения основных параметров (K – скорость роста, M – коэффициент естественной смертности, F – коэффициент

промысловой смертности) и большой вариации их значений при использовании литературных данных. В настоящий момент нет информации по численности и распределению крабов за период, превышающий среднюю продолжительность жизни крабов. По крабу-стригуну ангулятусу с 2000 г. было выполнено всего 3 донных съемки. Ловушечные съемки, проведенные в промежутки между траловыми, не позволяют оценить точное количество пререкрутов, но дают точную оценку численности промысловых самцов.

Математические модели, применяемые в настоящее время, принесли одну несомненную пользу – они позволили выделить параметры, на определение которых необходимо направить основные усилия исследователей.

С учетом всего вышесказанного следует, что обоснование ОДУ на 2027 г. относится к третьему уровню – уровню, который характеризуется отсутствием данных, к которым можно было бы применить модели.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Запасы краба-стригуна ангулятуса на востоке Охотского моря представлены несколькими, сравнительно самостоятельными, промысловыми скоплениями: на юге – в районе Камчатско-Курильского желоба, и на севере – в районе впадины ТИНРО. В разные годы исследованиями были охвачены различные локальные скопления этого краба. В силу слабой заинтересованности промышленности в данном ресурсе в прошлом, а также специфики его обитания, исследования краба-стригуна ангулятуса не носили систематического характера. Тем не менее, удалось собрать некоторый статистический материал, позволяющий составить представление о динамике состояния запаса этого объекта.

Первые сведения об обнаружении скоплений краба-стригуна ангулятуса в Охотском море были получены летом 1977 г., когда ТИНРО выполнил на НПС «Геракл», попутно с ихтиологическими исследованиями, траловые работы по донным ракообразным в районе северных Курильских островов.

Летом 1989 г. ТИНРО выполнил на НПС «Дарвин» крупномасштабную траловую съемку на материковом склоне (глубины – 200-2000 м) Охотского моря. Основным, наиболее многочисленным видом батиаля является краб-стригун ангулятус. Он обнаружен во всем исследованном батиметрическом диапазоне от 300 до 2000 м. Огромная площадь, в основном нижняя батиаль, занята разреженными полями с уловами, не превышающими 2-4 экз./траление. Более или менее значительные скопления отмечены на глубинах 600-1200 м. Существенных отличий в батиметрическом распределении между самцами и самками не наблюдалось. Как видно, краб-стригун ангулятус, в отличие от равношипого краба, не образует строго ограниченных группировок.

Впервые этот глубоководный краб-стригун был обнаружен в промысловом количестве (25-60 экз. на прямоугольную американскую ловушку) в южной части впадины ТИНРО ($55^{\circ}50' - 56^{\circ}20'$ с.ш., $153^{\circ}30' - 154^{\circ}10'$ в.д.), на глубинах 600-1000 м, летом 1990 г., когда ТИНРО выполнял

поисково-промысловые работы у западного побережья Камчатки на к/с «Диомидис».

Летом 1991 г. на к/с «Диомидис» и летом 1992 г. на к/с «Сарань» ТИНРО осуществил учетные ловушечные съёмки почти на всей площади впадины ТИНРО ($56^{\circ}00'-57^{\circ}30'$ с.ш., $152^{\circ}20'-155^{\circ}00'$ в.д.), обнаружив на глубинах 500-1000 м значительные запасы краба-стригуна ангулятуса. Первое судно использовало прямоугольные ловушки американского образца ($2,0 \times 2,0 \times 0,9$ м) и выполнило 97 станций, обследовав площадь 16 тыс. км². Второе применяло пирамидальные американские ловушки (сторона верхнего квадрата – 1,35, нижнего – 1,8, высота – 0,7 м) и выполнило 54 станции, обследовав площадь 15,9 тыс. км². При расчете запаса (численности) промысловых самцов использовалась программа «MapDesigner v.2.1». Площадь облова прямоугольной ловушки принималась равной 31400 м², пирамидальной – 13700 м², коэффициент их уловистости – 0,75, средняя масса промыслового краба – 0,8 кг. В 1991 г. запасы промысловых самцов были оценены в 17,5 млн экз. (14,0 тыс. т), в 1992 г. – 14,95 млн экз. (12,0 тыс. т). Среднее их значение составило 16,2 млн экз. или 13,0 тыс. т. Учитывая тот факт, что восточная часть впадины ТИНРО, входящая в Западно-Камчатскую подзону, занимает примерно половину ее площади, промысловый запас ангулятуса в этой части впадины (на площади 8 тыс. км²) составил 8,1 млн экз. или 6,5 тыс. т.

В 1990-1992 гг. в уловах ловушек доминировали самцы размером 125-155 мм. В июле-августе 1991 и 1992 гг. наибольшие уловы (40-100 экз./лов. и более) отмечались на глубинах 800-1000 м. Следует учесть, что в июле-августе в уловах встречаются 30-50% мягко панцирных (линялых) самцов.

В конце сентября 2000 г. СРТМ «Пограничник Петров», выполняя глубоководную траловую съёмку на свале глубин западной Камчатки, обследовал, приблизительно, третью часть впадины ТИНРО, входящей в Западно-Камчатскую подзону, в диапазоне глубин 400-815 м. Наибольшие скопления промысловых самцов ангулятуса (1400-1600 экз./ км²) отмечены на глубинах более 600 м. На участке наибольших скоплений ($55^{\circ}20'-56^{\circ}10'$ с.ш., $153^{\circ}30'-154^{\circ}40'$ в.д.), на площади 6 тыс. км², запасы промысловых самцов этого краба составили 6,33 млн экз. или 3,16 тыс. т. Расчет запасов выполнялся в программе «MapDesigner v.2.1». При этом, уловистость донного трала ДТ-32 (горизонтальное раскрытие – 17 м) принималась равной 0,6, а средний вес промыслового самца (ширина карапакса 118 мм) – равным 0,5 кг. Доля этих самцов составляла 72% от всех пойманных в трал. Повидимому, более крупные промысловые самцы обитали в северных и глубоководных участках впадины ТИНРО. Среди самцов, как и в июле-августе 1990-1992 гг., явно преобладали (68%) мягкопанцирные линялые особи, находившиеся на II и III ранней межлиночных стадиях.

В августе 2001 г. исследования краба-стригуна ангулятуса проводились в районе впадины ТИНРО на КС «Пасифик Орион» (р/к «Восток-1»). В этот период было выполнено 42 постановки порядков по 150-180 конических ловушек японского образца. Уловы промысловых самцов на ловушку

составляли 0,6-30,0 кг (средний – 7,0 кг), на глубинах 650-1025 м. Промысловые запасы краба-стригуна ангулятуса, по результатам ловушечной съемки 2001 г., рассчитывались с помощью программы MIRSOR-II. На обследованной площади 2,96 тыс. км² они составили около 5,5 тыс. т или 6,87 млн экз., при средней массе самца – 0,8 кг.

Наиболее представительные данные о крабе-стригуне ангулятусе были получены при выполнении научно-поисковых работ ТИНРО-центра в районе впадины ТИНРО в 2002 г. на СРТМ-К «Кикинеиз». На основании этих исследований общий запас промысловых самцов составил 6,87 млн/экз., или 5,5 тыс. т, при среднем весе промыслового самца – 0,8 кг.

Фрагментарные исследования глубоководных крабов в этом районе в 2003-2007 гг. позволяли только экспертно оценивать запас и величину ОДУ, который устанавливался на уровне 200-800 т.

По ряду объективных причин в 2007-2009 гг. учетных съемок по глубоководному крабу-стригуну ангулятусу в этой подзоне не проводилось.

В 2010 г. была проделана ловушечная съемка по всей акватории впадины ТИНРО на НИС «Владимир Сафонов», которая подтвердила наличие больших запасов краба-стригуна ангулятуса (10,65 млн/экз.). В целях сохранения подорванных запасов шельфовых видов крабов, ОДУ устанавливался только для проведения НИР в объеме 2-50 т.

В 2010 г. ангулятус в траловых уловах встречался единично, что не позволяло корректно оценить его запас.

В 2013 г., по данным траловой съемки в Западно-Камчатской подзоне, численность самцов промыслового размера оценена в 12,75 млн экз. (8,925 тыс. т), а непромысловых самцов – в 10,9 млн экз.

В 2018 г., по данным траловой съемки, наибольшая оцененная численность всех функциональных групп сосредоточена в районе впадины «ТИНРО», которая разделяется на 2 подзоны – Западно-Камчатскую и Северо-Охотоморскую, но популяция там одна. Общая численность промысловых самцов в Западно-Камчатской подзоне составила 7,51 млн экз., непромысловых самцов – 37,11 млн экз.

По результатам учетной ловушечной съемки, выполненной в 2025 г. (площадь ловушек принималась равной 4100 м²), оценена численность функциональных групп западно-камчатской популяции краба-стригуна ангулятуса. Численность промысловых самцов в 2025 г. составила 0,233 млн экз., непромысловых самцов – 1,555 млн экз.

Промысел краба-стригуна ангулятуса у западной Камчатки, практически, не велся, а с 2009 г. не прогнозируется для промышленного освоения. В 2012-2022 гг. вылов ангулятуса предусматривался в объемах, достаточных только для проведения учетных научно-исследовательских работ (далее НИР), т. е. 2 т. В 2013 г., по данным судовых донесений, в Камчатско-Курильской и Западно-Камчатской подзонах было выловлено, суммарно, 1,3 т ангулятуса, с 2014 по 2022 гг. вылов не осуществлялся. В 2023 г. наблюдалось различное размещение промысловых судов. Кроме того, широко варьировали сроки промысла, промысел велся судами различных

типов, по данным судовых донесений было выловлено около 209,5 т. В 2024 г. также наблюдалось различное размещение промысловых судов, и по данным судовых донесений было выловлено около 314 т. В 2025 г., по данным судовых донесений, было выловлено 212 т (табл. 2). Степень промыслового освоения ОДУ краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне в последние годы показана на рисунке 4. За период промысла с 2003 по 2025 гг. минимальное освоение ОДУ составило 10%, а максимальное – 99%.

Таблица 2

Динамика ОДУ и вылова краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне

Год	ОДУ, т	Официальный вылов, т	Освоение ОДУ, %
2003	550	434	79
2004	550	362	66
2005	650	431	66
2006	200	96	48
2007	800	220	28
2008	800	83	10,4
2009	2	0	0
2010	50	2,2	4,4
2011	50	0	–
2012	2	1	50,0
2013	2	0,8	40,0
2014	2	0	–
2015	2	0	–
2016	2	0	–
2017	2	0	–
2018	2	0,431	21,6
2019	2	0	–
2020	2	0	–
2021	2	0	–
2022	316	0	–
2023	385	209,501 (до 22 ноября)	54
2024	316	314 (28 ноября)	99
2025	316	212	67

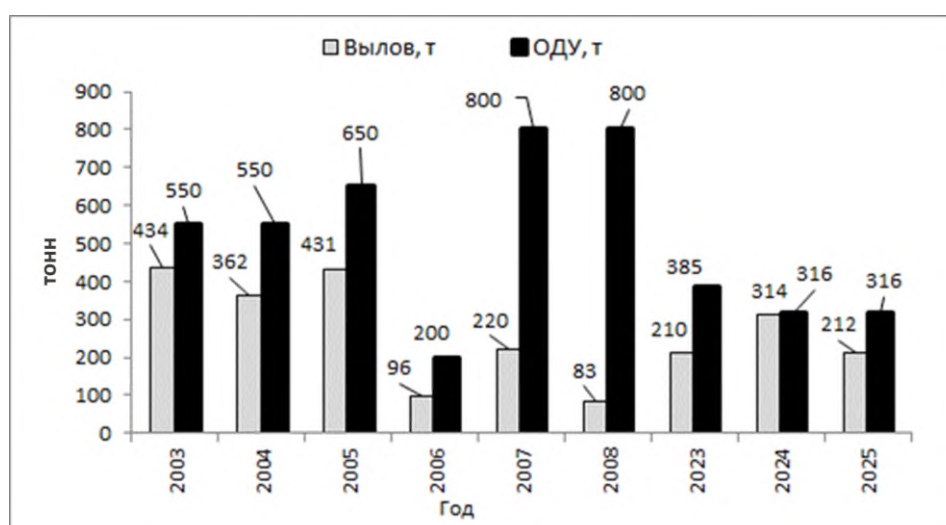


Рис. 4. ОДУ и вылов промысловых самцов краба-стригуна ангулятуса в 2003-2008 и 2023-2025 гг.

Согласно судовым суточным донесениям (ССД), отражаемых в ОСМ (отраслевая система мониторинга) «Рыболовство», в 2025 г. промысел, в подавляющем большинстве, был сосредоточен в районах, прилегающих к району южнее впадины ТИНРО Западно-Камчатской подзоны. Наиболее активная фаза промысла краба-стригуна ангулятуса приходилась на май-июнь. Средний суточный улов составлял 3,1 т, при максимальном – 6,6 т, на глубинах 700-860 м (рис 5, 6).

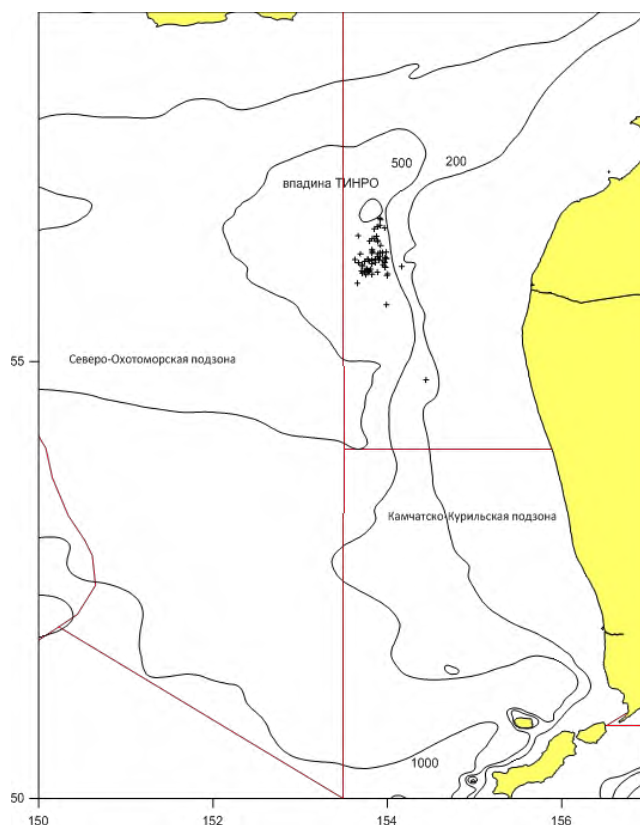


Рис. 5. Распределение промысловых усилий на промысле краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне в 2025 г.

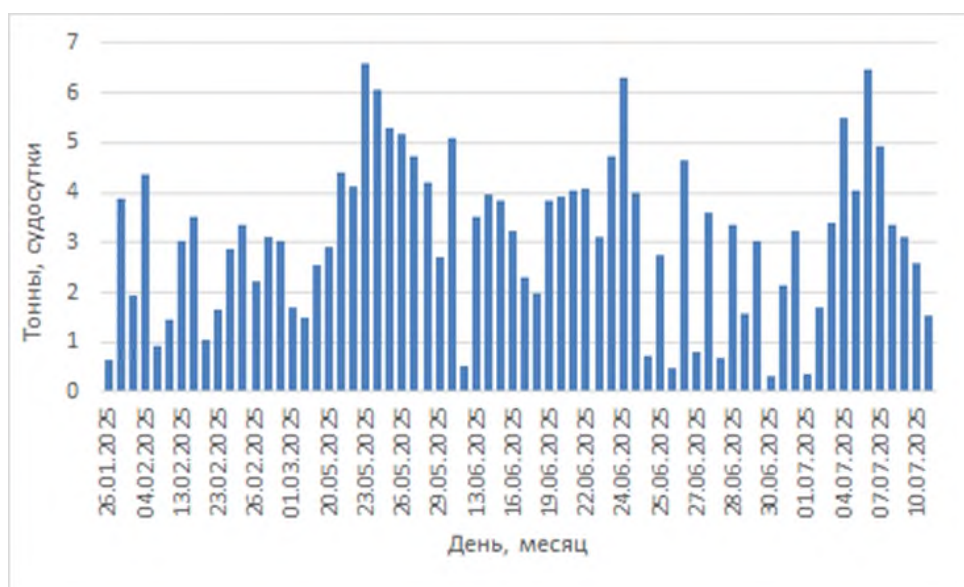


Рис. 6. Динамика суточных уловов краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне в 2025 г.

По данным учетной ловушечной съемки, выполненной на НИС «Владимир Сафонов» в летний период 2010 г., уловы промысловых самцов на коническую ловушку составляли 1-48, в среднем – 11 экз./лов. Максимальный улов – до 50 экз./лов. наблюдался на глубине 600 м. Уловы непромысловых самцов составляли 1-68, в среднем 14 экз./лов. Максимальный улов (до 70 экз./лов.) наблюдался на глубине 730-740 м. Плотность скоплений промысловых самцов достигала 6000 экз./км² на глубине 600-650 м, непромысловых самцов – 6500 экз./км² на глубине 600-650 м.

По результатам комплексной донной траловой съемки, выполненной на НИС «Кагановский» в осенний период 2013 г., как и в предыдущие годы, на юге в уловах преобладали самки и непромысловые самцы, на севере – промысловые самцы. Наибольшие средние уловы всех функциональных групп краба были в диапазоне глубин 601-700 м и составили, соответственно, 25,3/99,7/81,3 экз./трал. для промысловых, непромысловых самцов и самок. Максимальные уловы были выше, чем по результатам предыдущего года. Так, максимальный улов промысловых самцов составил 192 экз./трал. (97 экз./трал. в 2012 г.), непромысловых – 1494 экз./трал. (896 экз./трал. в 2012 г.), и только улов самок был немного меньше – 918 экз./трал. (1098 экз./трал.).

По результатам комплексной донной траловой съемки, выполненной на НИС «ТИНРО» в весенне-летний период 2018 г., наибольшие средние уловы промысловых самцов и самок у западной Камчатки отмечены на максимальных глубинах – более 951 м, они составили 24,0 и 133,1 экз./30 мин. траление, соответственно. Непромысловые самцы ловились на глубинах 751-850 м, их максимальные уловы составили 104,6 экз./30 мин. траления

По данным учетной ловушечной съемки, выполненной на РС «Алестар» в летне-осенний период 2025 г., скопления краба-стригуна ангулятуса были отмечены в традиционном для этого вида районе, но только в восточной части впадины ТИНРО Западно-Камчатской подзоны, захватывая лишь часть его ареала. В этом районе число поимок ангулятуса было небольшим, что связано с малым количеством станций, выполненных для этого вида в районе к западу от меридиана 154°00' в.д. Краб-стригун ангулятус встречался в уловах в широком диапазоне глубин – от 280 до 583 м, его скопления были рассредоточены мозаично, на малые группировки, которые облавливались по краю ареала. Наибольших плотностей самцы достигали на изобатах 450-550 м (до 4000 экз./км²). Основу улова, более 80%, составляли непромысловые самцы. Самки в уловах не попадались.

Максимальные уловы промысловых самцов пришлось на восточную часть впадины ТИНРО, на глубинах 550-583 м. Уловы на усилие составляли до 2 экз. на ловушку, плотность промысловых самцов на скоплении достигала 500 экз./км². Средняя плотность поселений на скоплении была равна 225 экз./км². В южном направлении исследований уловы промысловых самцов отмечены на трех станциях. Средняя плотность поселений самцов составляла 100 экз./км², при максимальной – 220 экз./км² (рис. 7).

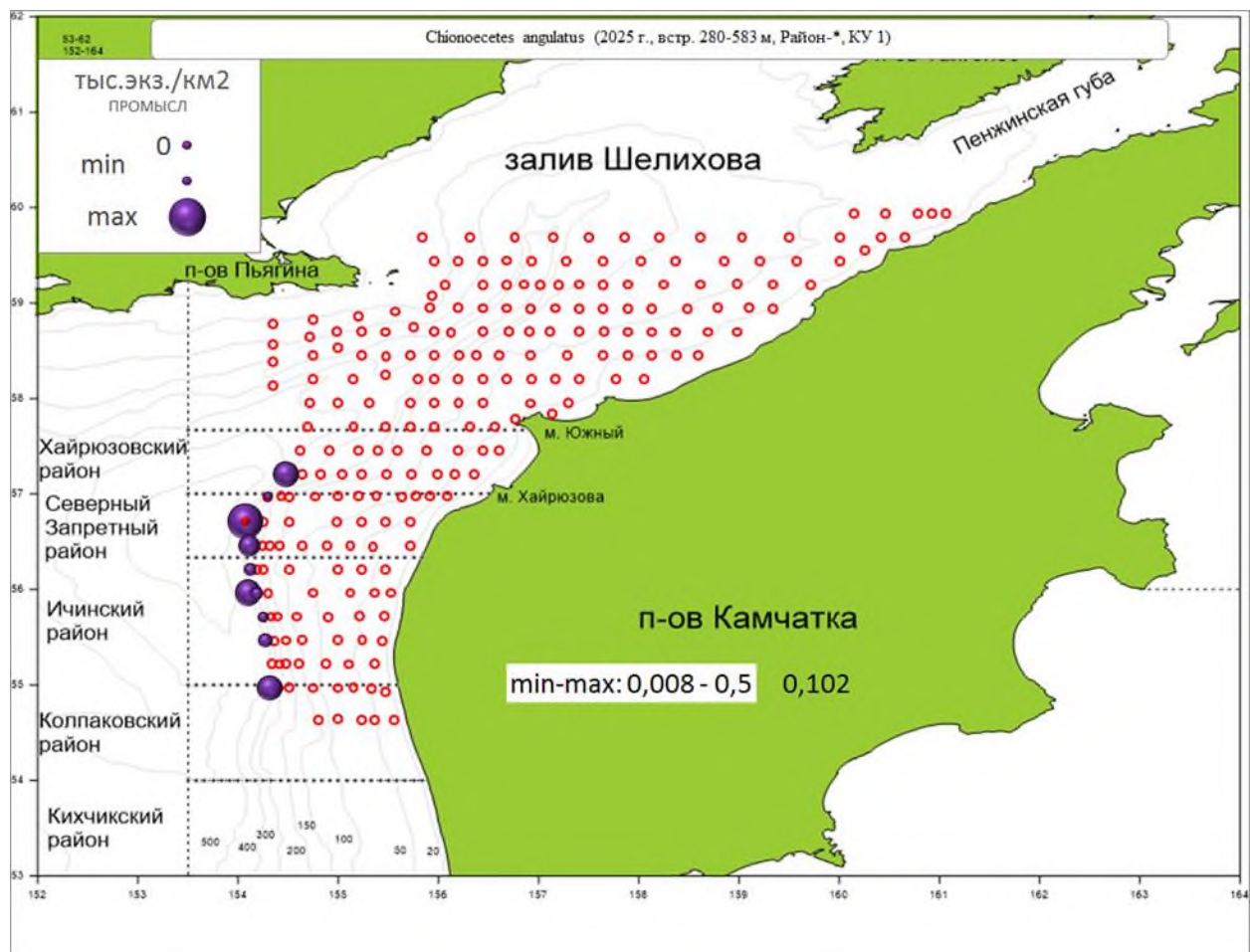


Рис. 7. Пространственное распределение (экз./км²) промысловых самцов краба-стригуна ангулятуса в верхней части батиали Западной Камчатки в августе-сентябре 2025 г.

Размерный состав самцов в 2013 г. имел две выраженные размерные группировки среди ранней молодежи – с модой около 35-40 и 65-75 мм по ширине карапакса, и среди промысловых самцов – с модой 135-145 мм (рис. 8).

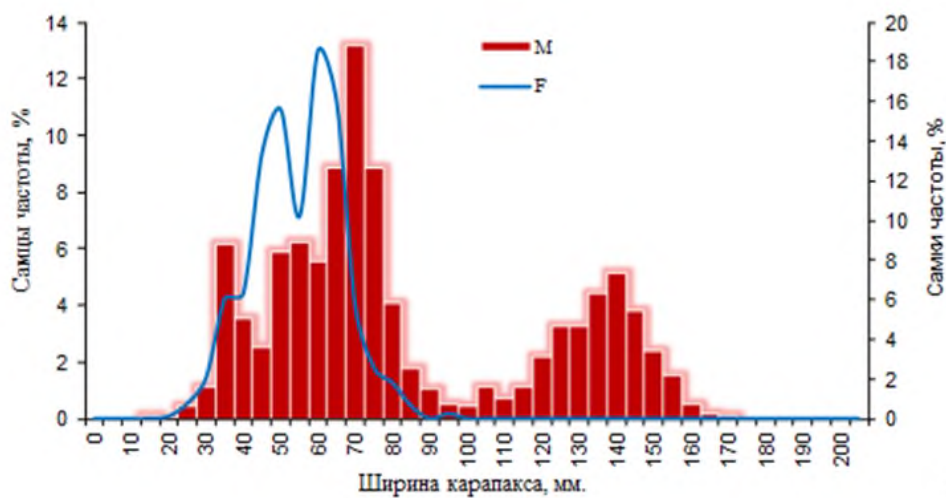


Рис. 8. Размерный состав самцов краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне в апреле-июле 2013 г. (М – самцы, F – самки).

Приведенные размеры краба-стригуна ангулятуса из траловых уловов 2018 г. весьма выражено показывают изменения, произошедшие в составе популяции этого вида с 2013 г. (рис. 9, 10). Наблюдающееся снижение численности промысловых особей за последние годы связано, скорее всего, с естественными причинами – элиминацией крабов старших возрастных групп. Среди самцов краба в 2018 г. преобладали крупноразмерные особи предельных размеров, вероятно, достигшие терминальной линьки (рис. 9).

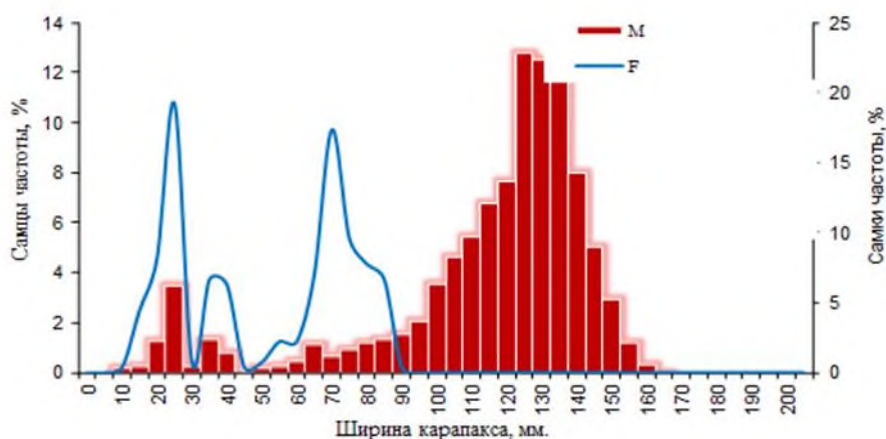


Рис. 9. Размерный состав самцов краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне в сентябре-октябре 2018 г. (М – самцы, F – самки).

Данные ловушечных уловов ангулятуса 2010 г. показывают, что в рассматриваемом районе доминировало поколение молодых самцов размерами 90-110 мм по ширине карапакса, а доля промысловых самцов значимо была представлена только на больших глубинах (800-1010 м) (рис. 10, 11). Доля самцов промыслового размера в этом диапазоне глубин была наибольшей – 45,2%. Надо полагать, что именно это преобладающее поколение молодых самцов к 2013 г. подросло до размеров, показанных на рисунке 9, а средние показатели превысили 130 мм по ширине карапакса.

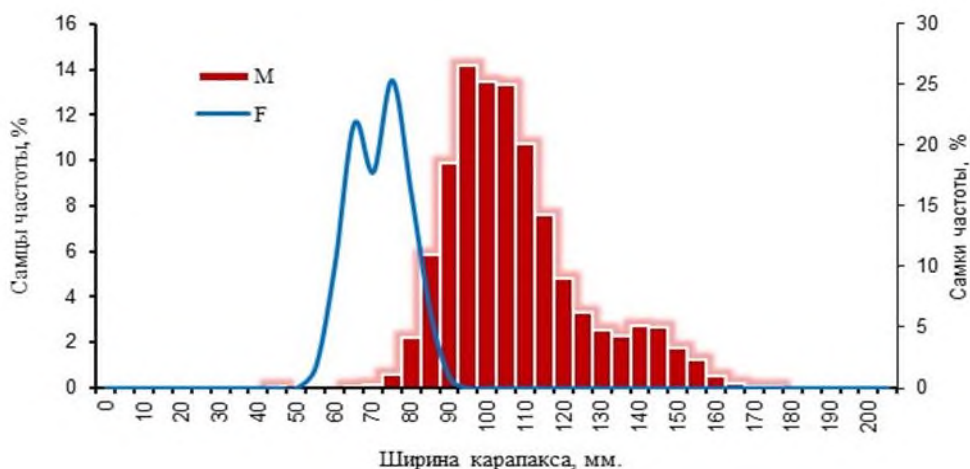


Рис. 10. Размерный состав самцов краба-стригуна ангулятуса по данным ловушечной съемки, выполненной в Западно-Камчатской подзоне в период с 18 июля по 4 августа 2010 г. (М – самцы, F – самки).

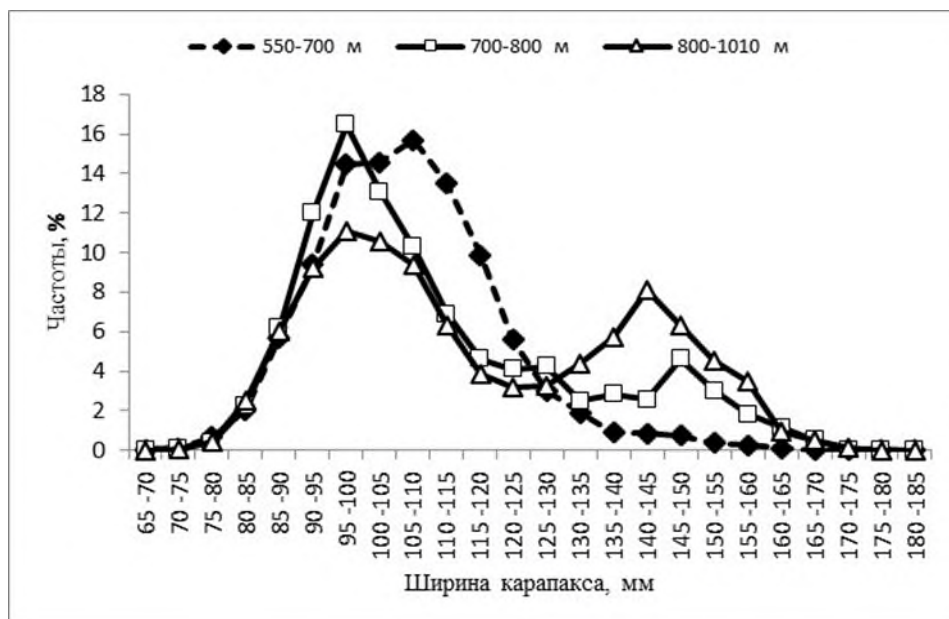


Рис. 11. Размерный состав самцов краба-стригуна ангулятуса по данным ловушечной съёмки, выполненной в Западно-Камчатской подзоне в период с 18 июля по 4 августа 2010 г. в разных диапазонах глубин.

По данным ловушечной в 2010 г. и траловых 2010 и 2013 гг. съёмок, доля самцов промыслового размера была максимальной и достигала 40 и 75%, соответственно. Средний размер промысловых самцов (126,4 и 131,4 мм) несколько увеличился. Среди самцов преобладали особи с шириной карапакса 125-135 мм, их доля составляла 55% (см. рис. 8). По данным траловой съёмки 2018 г. средние размеры промысловых самцов увеличились с 131,4 до 138,0 мм, по сравнению 2013 г., т.е. произошло некоторое увеличение размерной группы в сторону крупноразмерных особей, но снизилась доля промысловых особей – с 75 до 29% (см. рис. 9).

В результате анализа размерного состава, в 2010 г. отмечался рост доли самцов с шириной карапакса 95-105 мм (пререкруты 1 и 2 порядков) до 42%, в 2013 г. – с шириной карапакса 125-135 мм до 49%, в 2018 г. отмечается дефицит пререкрутов (ширина карапакса 100-110 мм), их доля (3,5%) была на рекордно низком уровне, но отмечался рост доли самцов с шириной карапакса 65-80 мм – до 28%. Согласно многолетним данным (2010-2018 гг.), доля пререкрутов 1 порядка, в среднем, составляла 33,5%.

По данным ловушечной съёмки 2025 г., размеры самцов варьировали в пределах 59-156 мм, средний размер составил 110,1 мм, их индивидуальная масса колебалась в пределах 140-1268 г, составив в среднем 490 г. Среди самцов особи промыслового размера составили 53% по численности и 73% по биомассе. Индивидуальная масса промысловых самцов колебалась в пределах 446-1268 г, составив в среднем 677 г. Средняя ширина карапакса промысловых самцов была равна 125,9 мм (доля 53%), непромысловых – 92,4 мм (доля 47%). При этом выделялись несколько возрастных групп, одна из которых принадлежит к молодежи с ШК менее 90 мм (30%), вторая группа – к пререкрутам II-ого порядка с шириной карапакса от 90 до 99 мм (17%), третья группа – пререкруты I-ого порядка с шириной карапакса от 100 до 109

мм (11%), следующая – к промысловым самцам с ШК от 110 мм до 135 мм (47%). Большая часть самцов была представлена особями с шириной карапакса 80-95 мм и 115-135 мм – 34 и 47%, соответственно, от общего количества самцов (рис. 12).

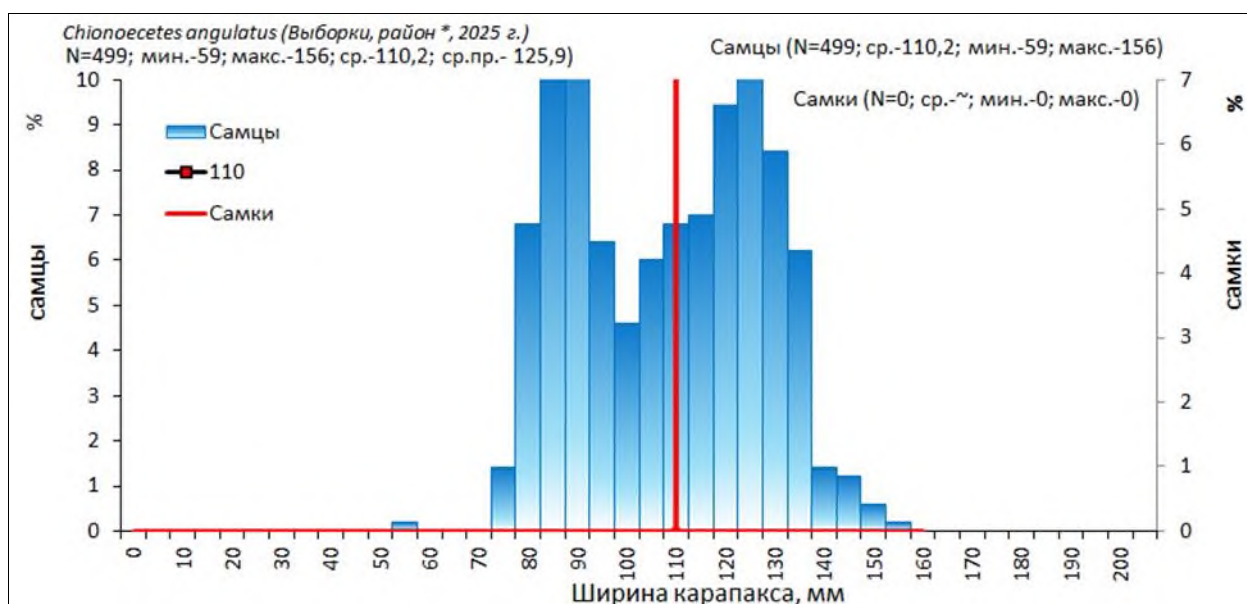


Рис. 12. Размерный состав самцов краба-стригуна ангулятуса в верхней части батииали Западной Камчатки в августе-сентябре 2025 г.

В целом, состояние популяции краба-стригуна ангулятуса в этом районе можно оценить, как удовлетворительное.

Определение биологических ориентиров. Определение биологических ориентиров выполнялось исходя из ретроспективных данных по максимальным и минимальным значениям запаса. Снижение оценки величины промыслового запаса отмечалось в 2000 г., из-за не охваченной съемкой северной части впадины ТИПРО. Величина промыслового запаса с 1992 по 2000 гг. стабилизировалась на низком уровне численности, которая достигла, в среднем, 3,16 тыс. т. Поэтому более правильно взять за граничный ориентир величину, которая близка к значениям 1992-2000 гг.

В 2000 г. обследована акватория площадью около 6000 км². Промысловые самцы встречались на глубинах 400-815 м. Доля промысловых самцов в уловах, в среднем, составила 72%. Средний размер промысловых самцов был равен 118 мм по ширине карапакса, а средний вес одного экземпляра самца краба – 0,5 кг. Таким образом, промысловые запасы краба-стригуна ангулятуса стабилизировались в 2000 г. на низком уровне численности, достигли своего минимального значения – 3160 т, соответственно, граничный ориентир будет равен 3,16 тыс. т. Целевой ориентир соответствует величине среднегодовой учтенной промысловой биомассы (в 2000-2020 гг. она варьировала от 3,1 до 8,9 тыс. т), составляющей 7,344 тыс. т. Таким образом, ориентируясь на динамику биомассы запаса, можно предложить следующие биологические ориентиры: $V_{lim} = 3,16$ тыс. т, $V_{tr} = 7,3$ тыс. т (рис. 13).

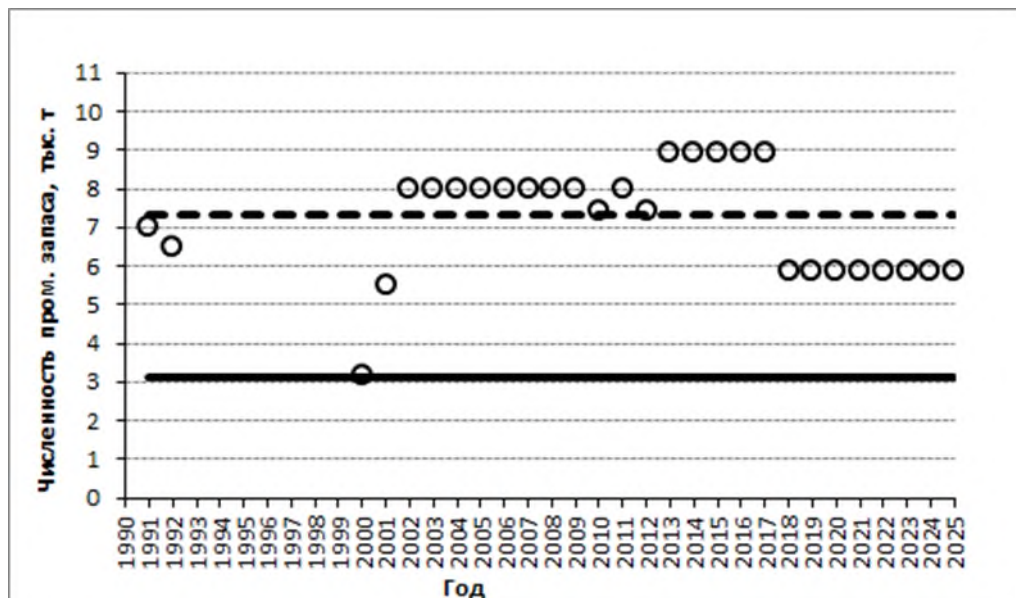


Рис. 13. Динамика численности краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне; горизонтальные линии – ориентиры управления; линия тренда построена для значений, по которым определяли среднегодовой прирост.

Граничный ориентир по промысловому изъятию определялся исходя из объемов, необходимых для проведения НИР [Бабаян, 2000], как отношение этих объемов к граничному ориентиру по биомассе. Целевой ориентир по промысловой смертности определялся убылью популяции, в результате ее изъятия промыслом, сопоставимой с величиной ОДУ этого объекта. Коэффициент изъятия промыслового запаса рекомендуется установить на уровне 10%, он традиционно используется для промысловых видов крабов.

Обоснование правил регулирования промысла. Согласно результатам анализа динамики численности краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне, можно считать, что запас, пройдя этап роста, стабилизировался, дойдя до исторического максимума.

Рост запаса в 2013 г. во многом связан с увеличением обследованной площади, с преобладанием крупноразмерных особей и максимальной долей самцов промыслового размера. Наблюдающееся снижение численности промысловых особей в 2018 г. связано, скорее всего, с естественными причинами – элиминацией крабов старших возрастных групп. Среди самцов в последние годы преобладали крупноразмерные особи.

Индикаторы состояния запаса:

1. Численность промыслового запаса – в 2005-2009 гг. стабильна на одном уровне, в 2010 г. – снижение, в 2013-2017 гг. – максимально высокая, в 2018 г. – снижение, в 2019-2024 гг. – работы не проводились, на уровне 2018 г., в 2025 г. число поимок этого краба было незначительным, что связано с малым количеством станций, выполненных к западу от меридиана 154°00' в.д. – оценка нейтральная;

2. Соотношение самки/самцы – данных недостаточно, оценка нейтральная;

3. Средний размер промысловых самцов – стабильный, оценка положительная;

4. Доля промысловых самцов – отчасти снизилась, оценка отрицательная;

5. Доля яловых самок в популяции – практически, отсутствует, оценка положительная;

6. Признаки превышения оптимальной численности – нет, оценка нейтральная.

Общая оценка. Из 6 индикаторов: 2 оценки положительные, 3 – нейтральные и 1 – отрицательная. Сопоставление всех этих данных указывает, что запас после бурного роста в 2001-2005 гг., дойдя до исторического максимума в 2013 г., стабилизировался, что позволяет уверенно говорить о росте его промысловой численности и стабильном благополучном состоянии. В 2018 г. – некоторое снижение промыслового запаса. В связи с падением промысловой численности, существенных увеличений в величине запаса в пределах обследованных акваторий не ожидается.

Предельные уровни изменения ОДУ. Для установления границ изменения ОДУ, при стабильном запасе, можно использовать значения 2002-2017 гг., располагающиеся выше целевого ориентира. Среднее значение величины промыслового запаса составляет 8,186 тыс. т, ширина 95% доверительного интервала – 0,497 тыс. т или 6,5% от среднего. На эту величину в течение ближайших 2 лет допускается как увеличение ОДУ, так и его уменьшение. В пределах этих значений регулировка выполняется согласно ПРП.

Прогнозирование состояния запаса. Расчет величины промыслового запаса краба-стригуна ангулятуса был произведен по результатам траловой съемки на НИС «ТИНРО», выполненной в 2018 г., методом сплайн-аппроксимации, на площади 18,9 тыс. км², при средней плотности – 1600 экз./км² (рис. 14).

При среднем размере промыслового самца в 126-138 мм (величины получены по материалам траловых и ловушечных съемок, выполненных в 2010, 2013 и 2018 гг.) и при средней массе 1 экз. – 0,780 кг, расчетная промысловая численность краба в 2018 г. составила 7,510 млн экз. или 5,858 тыс. т.

Поскольку популяция краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне до сих пор очень слабо осваивается промыслом, а условия ее обитания на больших глубинах довольно стабильны, можно допустить, что ее промысловый запас к 2027 г. сильно не изменится.

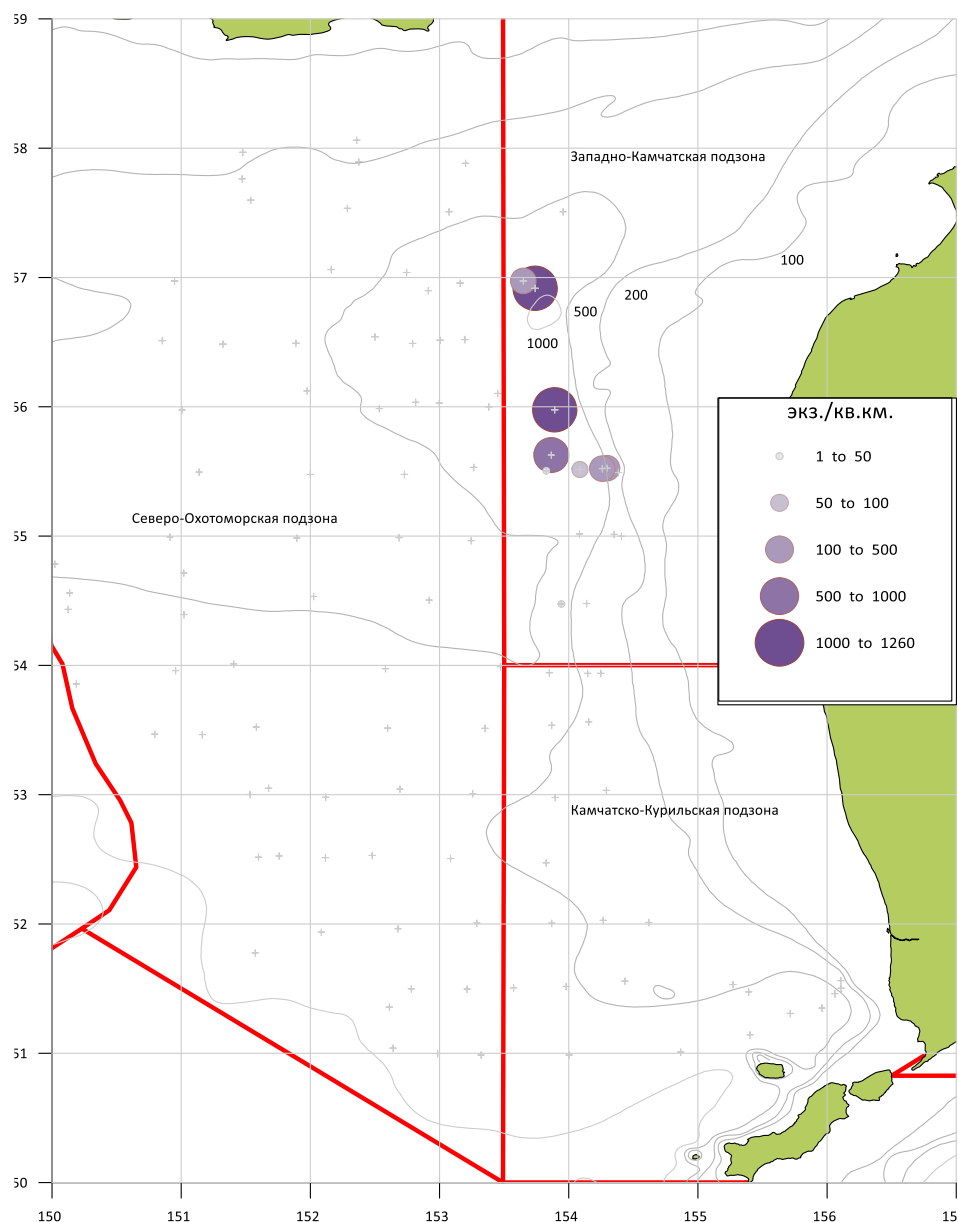


Рис. 14. Распределение и численность промысловых самцов краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне в 2018 г.

Обоснование объема ОДУ. Данные промысловой статистики за 2023-2025 гг. свидетельствуют, что этот объект начал осваиваться промыслом, что сказалось на расширении района промысла. С учетом недостатка информационного обеспечения, связанного с отсутствием постоянного промысла, цель эксплуатации на данном этапе должна заключаться в поддержании постоянного вылова на уровне, когда промысел можно считать безопасным для популяции. Изменение ОДУ после ввода в промысел допустимо только в пределах уровней, установленных для стабильного запаса. Фрагментарные исследования глубоководных крабов в этом районе в 2003-2008 гг. позволяли только ориентировочно оценивать запас и величину общего допустимого улова, который устанавливался на уровне 200-800 т. Позже, с 2009 по 2021 гг., в целях сохранения подорванных запасов шельфовых видов крабов, ОДУ устанавливался только для проведения НИР,

в объеме 2-50 т. В 2022-2025 гг. ОДУ предлагалось ориентировать на минимальное значение, соответствующее граничному ориентиру.

Прогнозируемая на 2027 г. величина промыслового запаса (5,858 тыс. т) превышает граничный ориентир управления, но не достигает целевого. Для этого значения величины запаса рассчитанный коэффициент изъятия составит 6,5%. Согласно выполненным расчетам, вылов может составить 0,385 тыс. т, что превышает ОДУ на 2026 г. Однако, за отсутствием новых данных, рекомендуется оставить ОДУ краба-стригуна ангулятуса на уровне 2026 года – 0,316 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне на 2027 г. в объеме 0,316 тыс. т.**

Краб-стригун ангулятус (*Chionoecetes angulatus*)

61.05. – зона Охотское море

61.05.3 – подзона Восточно-Сахалинская

Исполнители: А.Г. Слизкин, А.Н. Деминов,
И.С. Черниенко (ТИНРО)
Куратор: Д.А. Ботнев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Для характеристики состояния запаса краба-стригуна ангулятуса в Восточно-Сахалинской подзоне использованы данные мониторинга, проведенного в июне-сентябре 2023 г. и в мае-июле 2025 г. Используются также данные промстатистики за период с 2003 по 2025 гг. В 2024 г. мониторинг краба-стригуна ангулятуса в Восточно-Сахалинской подзоне не проводился.

В 2025 г. мониторинг глубоководных видов крабов в Охотском море проведен на судах АО «РК Восток-1». Исследованиями предусматривалось получение сведений о пространственном распределении, оценка плотности основных промысловых скоплений ангулятуса в районах его промышленного лова.

При проведении биоанализов у краба измеряли ширину карапакса (ШК) и размеры клешни, определяли межлиночное состояние самцов и самок и стадию зрелости икры, учитывали травматизм. Для обработки данных использовалась программа электронных таблиц Excel v.7.0 с пакетом анализа для статистической обработки. Запас оценивался методом сплайн-аппроксимации (с учетом глубины) в ГИС КартМастер 4.1 [Бизиков и др., 2006]. Площадь эффективного облова стандартной ловушки принята равной 3300 м². Сбор и обработка биологических материалов осуществлялись в соответствии с действующими методиками Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО») [Руководство ..., 1979; Бизиков и др., 2006; Низяев и др., 2006].

Мониторинг проводился в районе промысла ангулятуса, на свале глубин у Восточного Сахалина (*рис. 1, слева*) в период с 11 мая по 18 июля 2025 г. Материал собирали из усечённо-конических ловушек, выполнено 110 станций в координатах 51°02'2"-53°09'3" с.ш. и 144°24'0"-146°14'8" в.д., в диапазоне глубин от 532 до 1400 м (*рис. 1, справа*). Площадь, учетной ловушечной съёмки составила 11,8 тыс. км².

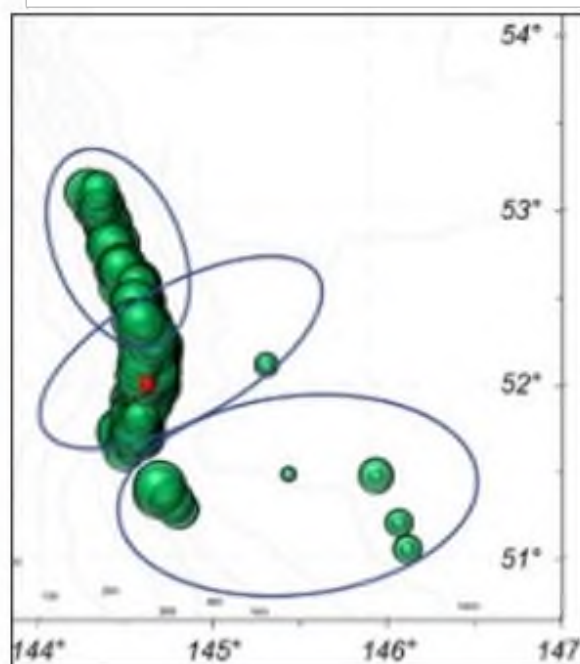
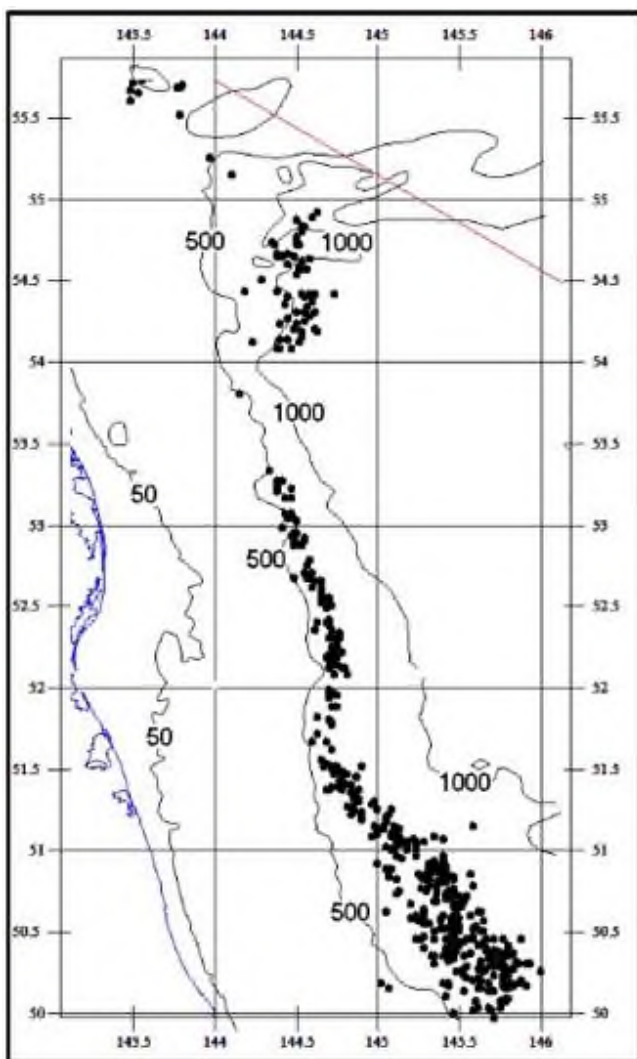


Рис. 1. Пространственное распределение полей промысла краба-стригуна ангулятуса в Восточно-Сахалинской подзоне в 2025 г. (слева) и положение учётных станций при мониторинге ангулятуса у восточного Сахалина в мае-июле 2025 г. (справа).

На обследованной акватории наиболее плотные скопления краба были отмечены к северу $51^{\circ}00'$ с.ш., на глубинах от 530 до 690 м. Максимальная плотность скоплений достигала 17000 экз./кв. км, на глубине 648-664 м, улов самцов на усилие составлял 55 экз./лов. В скоплениях присутствовали особи краба всех размерно-функциональных группировок. На долю промысловых самцов (ширина карапакса от 110 мм и более) приходилось – 74% общего улова.

Обоснование выбора методов оценки запаса. В 2003-2025 гг. пространственное распределение промысловых судов различалось как по локализации, так и по охвату площади (рис. 2, 3).

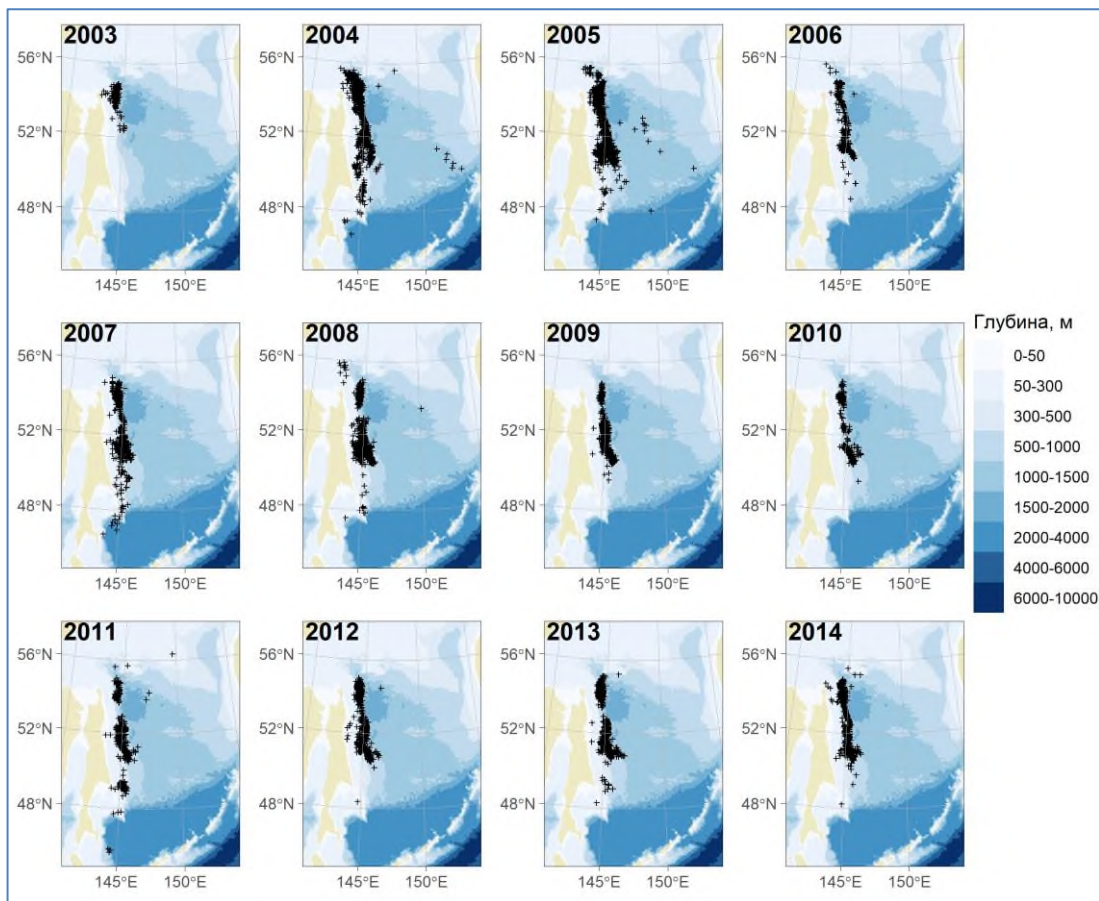


Рис. 2. Размещение промыслового усилия в 2003-2014 гг.

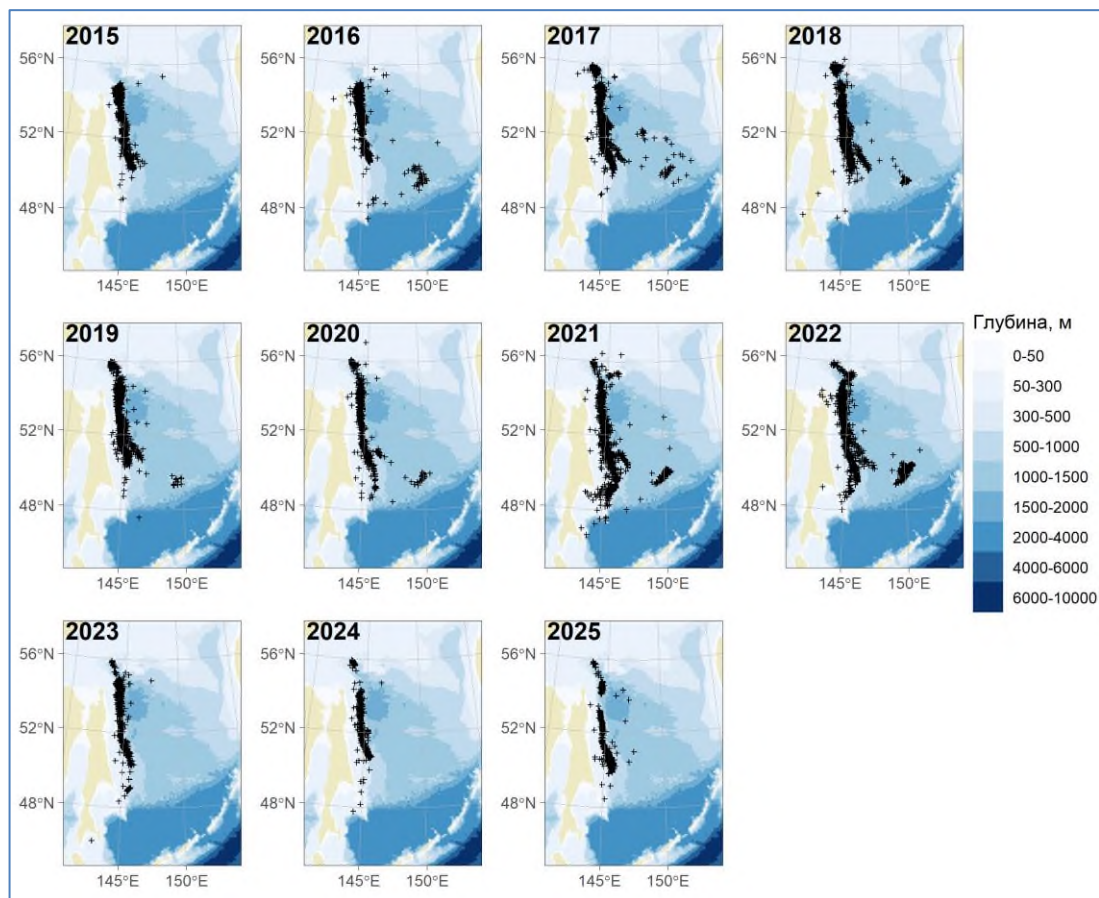


Рис. 3. Размещение промыслового усилия в 2015-2025 гг.

В 2003-2025 гг. промысел осуществлялся промышленными судами с различными техническими характеристиками, варьировалась их локализация по глубинам и срокам промысла. На *рисунке 4* приведены данные о распределении значений различных факторов окружающей среды и промысловых характеристик при добыче краба-стригуна ангулятуса в подзоне Восточно-Сахалинской в 2003-2025 гг. D – глубина (м), L – длина судна (м), P – мощность силовой установки (kWt), p_Y – доля года, E – промысловое усилие (ежедневное количество судов на промысле). Доля года рассчитывалась по формуле:

$$d_Y = \frac{d}{N_Y} \quad (1)$$

где d – порядковый номер дня в году, N_Y – число дней в году Y (365 или 366).

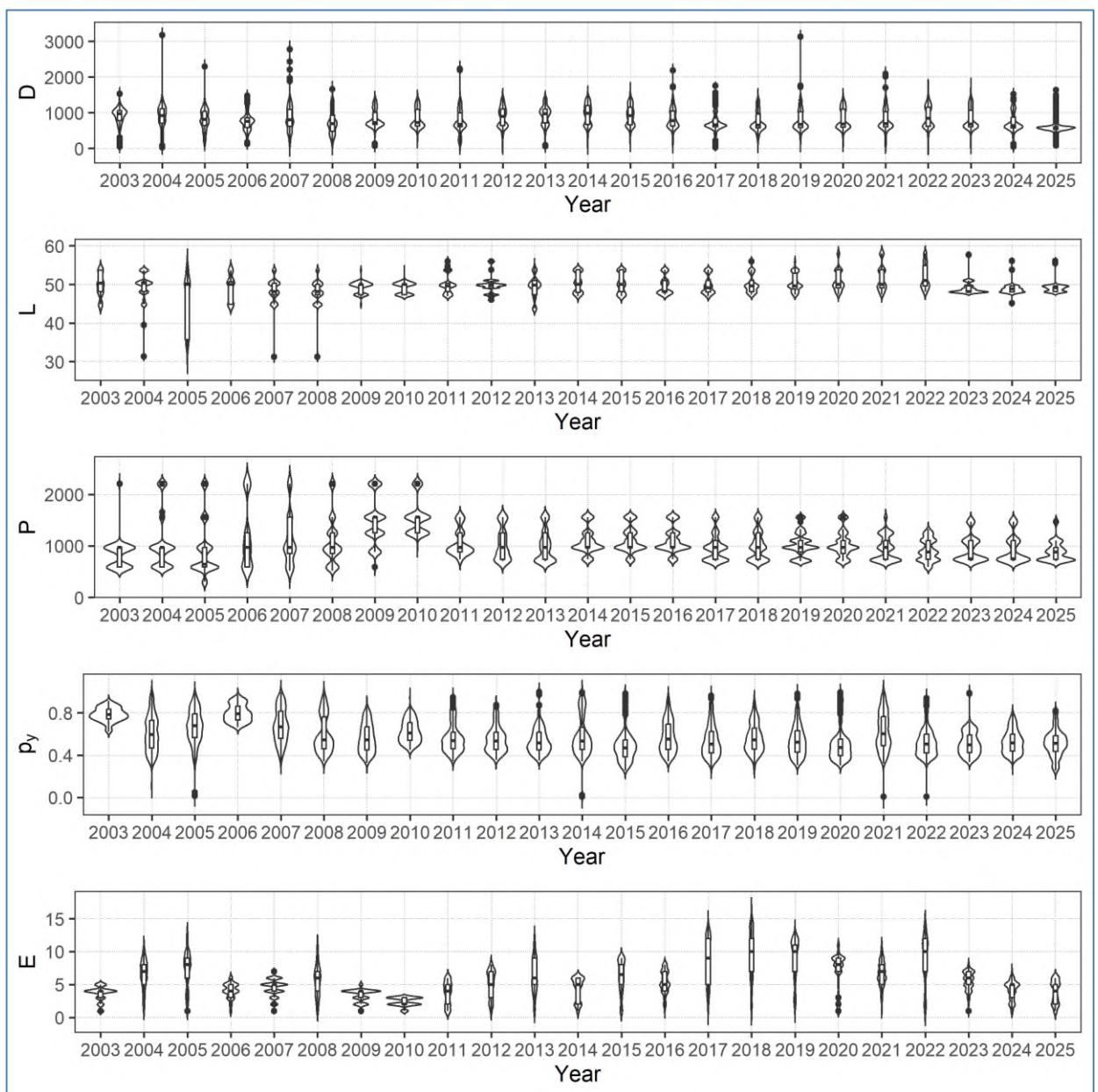


Рис. 4. Распределение природных и промысловых факторов в 2003-2025 гг.

Такой разброс факторов вносит дополнительную вариабельность в индекс обилия, поэтому необходимо применять процедуру стандартизации промыслового усилия [Баканев, 2019; Буяновский, 2019; Кулик, Варкентин, Ильин, 2020; Черниенко, 2021]. В качестве индекса обилия запаса рассматривали улов на единицу промыслового усилия ($CPUE$), в данном случае – среднюю массу крабов, взятую на борт судна за сутки. Для набора данных формировали дополнительные переменные: день года, глубина, расстояние от берега, суточное усилие. 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:

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

$$d_{cos} = \cos \frac{2\pi d}{N_y} \quad (3)$$

В таблице 1 представлено описание использованных переменных.

Таблица 1

Факторы, учтенные при стандартизации индекса обилия

Переменная	Обозначение	Единицы измерения
Год	Y	Категориальная переменная
Широта	y	Градусы с десятичными долями
Долгота	x	Градусы с десятичными долями
Доля года	d_Y	Доли единицы
Циклическая компонента 1	d_{sin}	Радианы
Циклическая компонента 2	d_{cos}	Радианы
Глубина	H	Метры
Длина Судна	L	Метры
Мощность силовой установки	P	КВт
Суточное промысловое усилие	E	Судо-сутки

Рассматривали следующие модели-кандидаты:

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

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

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

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

$$д \quad CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_Y) + s(E) \quad (8)$$

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

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

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

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

где $CPUE$ – математическое ожидание интенсивности промысла, s – тонкоплечный регрессионный сплайн (TPC) [Wood, 2003], te – тензорное произведение, f^Y – коэффициент для фактора года.

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].

По совокупности показателей производительности модели была выбрана модель (11). В *таблице 2* приведены значения информационных критериев и доли объясненной дисперсии.

Таблица 2

Информационные критерии и объясненная дисперсия для моделей-кандидатов

		AIC	BIC	Var _{expl}
<i>a</i>	(4)	81331	81530	9,7%
<i>б</i>	(5)	80919	81149	11,4%
<i>в</i>	(6)	79877	80280	15,6%
<i>г</i>	(7)	77892	78312	22,9%
<i>д</i>	(8)	77868	78311	23,0%
<i>е</i>	(9)	77327	77789	24,9%
<i>ж</i>	(10)	77499	77963	24,3%
<i>з</i>	(11)	76985	77454	26,1%
<i>и</i>	(12)	76977	77469	26,1%

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	144,76
λ	52,36
d_{sin}	0,017
d_{cos}	0,99
P	970
E	6

На *рисунке 5* приведены стандартизованные и номинальные значения уловов на усилии.

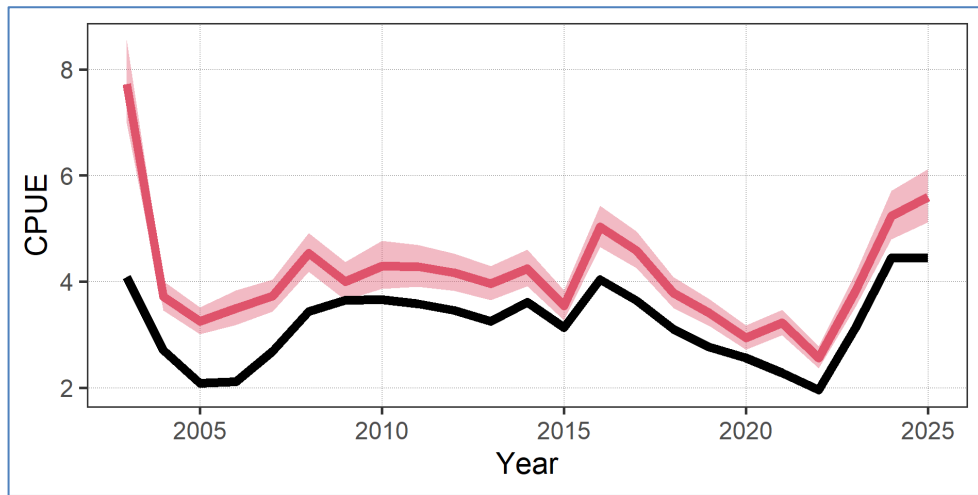


Рис. 5. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов с доверительными интервалами (красная сплошная линия и область).

Помимо исторического ряда стандартизованного улова на усилие, имеется исторический ряд уловов и оценки запаса на основе материалов ловушечных съемок, выполненных в 2016-2017 и 2019-2021 гг.

Доступная информация соответствует II уровню информационного обеспечения обоснования прогноза ОДУ и допускает проведение ограниченного аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ с использованием продукционных моделей эксплуатируемого запаса [Приказ, 2015]. Использовали конечно-разностную модель 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.

Принимали, что зависимость запас–пополнение описывается уравнением Рикера, и что промысловый запас пропорционален нерестовому, и 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 :

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

Чтобы избавиться от коррелированности девственной биомассы и параметров модели, что искажает оценку параметров при выполнении сэмпирования, использовали 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, представили модель 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.

Использовано два индекса обилия. Первый – оценки промысловой биомассы, выполненные по материалам учетных траловых и ловушечных съемок методом площадей. Второй – стандартизованные уловы на судосутки.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Анализ пространственного распределения промысловых самцов краба-стригуна ангулятуса показал, что в мае-июле 2025 г. уловы этой функциональной группы достигали максимальных значений на трех участках района промысла: в координатах 51°10'-51°30' с.ш., на глубине 574-629 м (до 50 экз./лов.), в координатах 51°35'-52°20' с.ш., на глубине 534-692 м (до 55 экз./лов.) и в координатах 52°30'-53°00' с.ш., на глубине 518-638 м (до 45 экз./лов.) (см. *рис. 1*). Плотность распределения промысловых самцов в районе исследований достигала 13770, 16275 и 13160 экз./км², их средний улов составил 28 экз./лов. (8655 экз./км²).

Площадь учетных съемок при мониторинге крабов на промысловых краболовных судах в 2023 г. составила 5,5 тыс. км², в 2025 г. – 11,8 тыс. км², это значительно меньше площади промыслового района (55 тыс. км²).

В целом, по району исследований промысловые самцы были распределены достаточно широко, их средний улов составил 28 экз./лов. (8655 экз./км²).

Максимальные уловы промысловых самцов в мае 2025 г. пришлось на первый и второй участки района промысла. Уловы на усилие составляли до 55 экз./лов., плотность промысловых самцов на скоплении достигала 16500 экз./км². Средняя плотность поселений на скоплении была равна 9980 экз./км² (средний улов составил 33 экз./лов.).

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. В 2025 г. основной лов краба-стригуна ангулятуса локализовался на традиционных участках материкового склона между 50°00 и 56°00 с.ш. (рис. 6), где добывали краба-стригуна ангулятуса 8 краболовных судов. Ранее, с 2003 г. краба-стригуна ангулятуса добывали от 8 до 18 краболовных судов (табл. 4).

В 2019-2022 гг. краболовные суда добывали краба-стригуна ангулятуса на приостровном склоне, включая район Кашеваровского каньона и возвышенности Академии Наук, на акватории более 50 тыс. км² (рис. 6). В 2023-2025 гг. промысел в районе возвышенности Академии Наук не проводился.

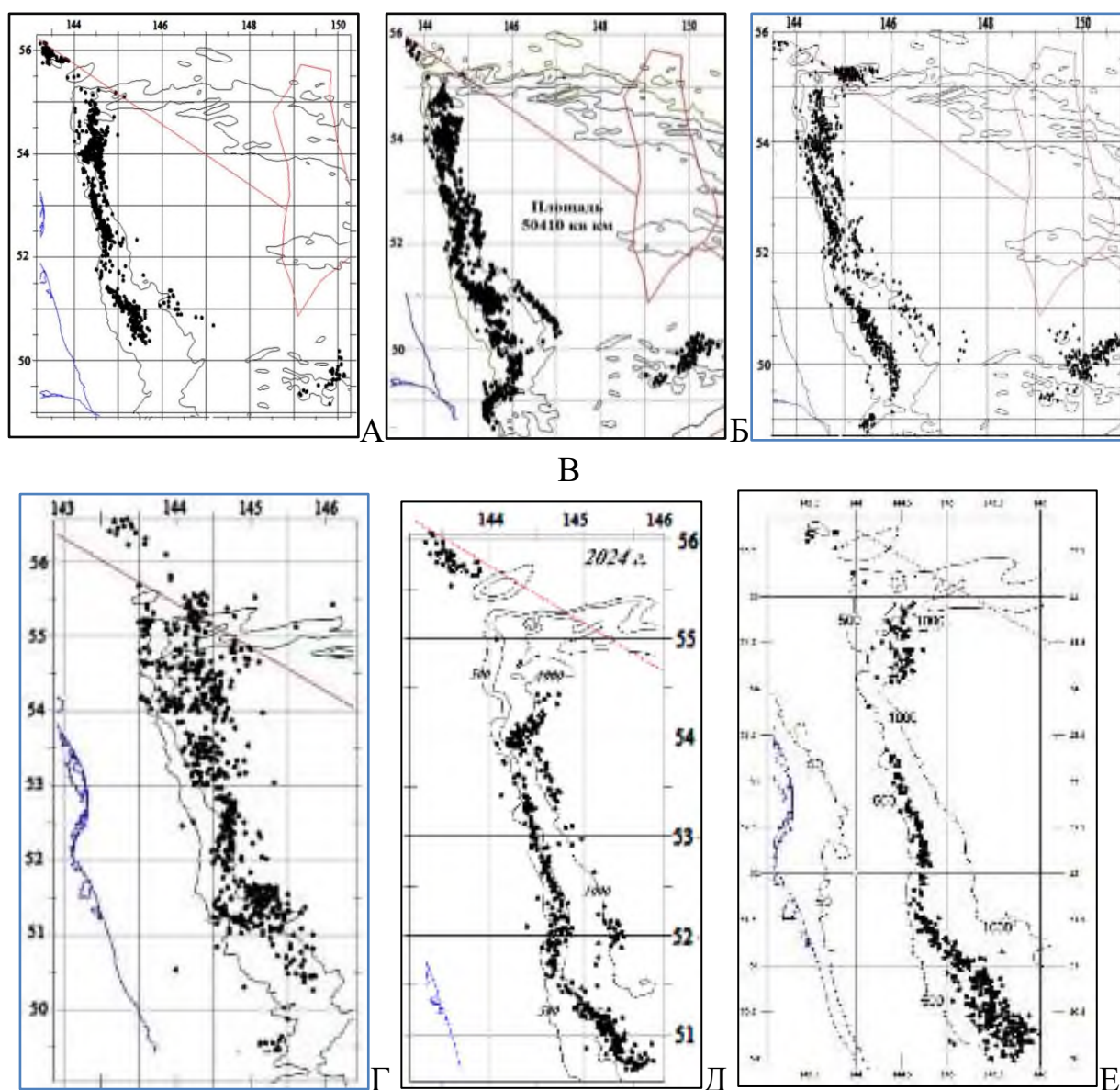


Рис. 6. Поля промысла краба-стригуна ангулятуса в Восточно-Сахалинской подзоне в 2020 г. – А, 2021 г. – Б, 2022 г. – В, 2023 г. – Г, 2024 г. – Д, 2025 г. – Е.

Таблица 4

Параметры промысла краба-стригуна ангулятуса в Восточно-Сахалинской подзоне за период с 2003 по 2025 гг. Данные ИС «Рыболовство»

Период промысла	Год	Судо-сутки	Судов	Глубины, м	Сред/сут, т	ОДУ, тыс. т
Август-декабрь	2003	395	7	720-1350	4,16	5,25
Апрель-декабрь	2004	128	16	700-1380	2,79	5,15
Апрель-август	2005	693	16	720-1350	2,48	5,4
Август-декабрь	2006	351	9	710-1360	2,27	7,94
Май-декабрь	2007	832	13	730-1420	2,73	7,93
Май-июль	2008	388	11	720-1480	3,89	7,93
Апрель-октябрь	2009	499	6	755-1370	3,7	6,38
Июнь-октябрь	2010	282	3	770-1300	3,69	5,0
Май-ноябрь	2011	494	10	610-1325	3,58	5,0
Май-ноябрь	2012	699	11	610-1600	3,46	5,0
Май-ноябрь	2013	847	12	610-1350	2,97	5,0
Май-июнь	2014	650	8	600-1380	3,77	4,0
Май-ноябрь	2015	890	9	600-1500	3,9	7,24
Май-ноябрь	2016	962	8	497-1460	5,0	6,82
Апрель-ноябрь	2017	1516	16	500-1470	3,6	6,25
Январь-декабрь	2018	1630	18	500-1475	3,7	7,63
Январь-декабрь	2019	1576	15	470-1360	2,8	7,194
Май-ноябрь	2020	1630	16	460-1363	2,57	6,1
Апрель-декабрь	2021	3981	18	577-1540	2,28	5,38
Май-октябрь	2022	1268	17	500-1510	1,96	4,99
Май-декабрь	2023	700	9	548-1450	3,1	4,89
Апрель-октябрь	2024	583	8	300-1326	4,44	4,7
Апрель-октябрь	2025	211	8	440-1722	4,53	5,18

По данным мониторинга, в 2016 г. широкопалые самцы краба-стригуна ангулятуса образовывали две ярко выраженные группировки с модами в размерных классах 95 и 125 мм по ШК, в 2023 г. – 90-95 мм и 130-135 мм, в 2025 г. – 120-124 мм. В 2021, 2022 и 2025 гг. широкопалые самцы формировали однородную размерную группировку с модами в размерных классах ~ 120-130 мм по ШК (рис. 7).

При этом средний размер группировки широкопалых самцов промысловых размеров в 2023 г. равнялся 129,4 мм. В 2025 г. на обследованной акватории промысловые самцы за рассматриваемый период имели минимальный размер – 119,3 мм.

Наиболее многочисленная группировка широкопалых самцов менее промысловой меры была отмечена только в 2016 и в 2023 гг., с модами в размерах 90-95 мм по ширине карапакса. Эти самцы размерами менее промысловой меры для пополнения запаса промысловых самцов никакого значения не могут иметь, поскольку они уже полиняли последний раз и более не прирастут в размерах [Слизкин, Кобликов, 2013]. Поскольку широкопалые самцы любых размеров являются функционально зрелыми и в популяции играют важную роль в воспроизводстве, особенно в том случае, когда крупноразмерные особи по той или иной причине, естественным образом или вследствие промысла, элиминируют. В рассматриваемой популяции краба-стригуна ангулятуса такие особи широкопалых самцов в 2016 и 2023 гг. будут способствовать успешному естественному воспроизводству вида.

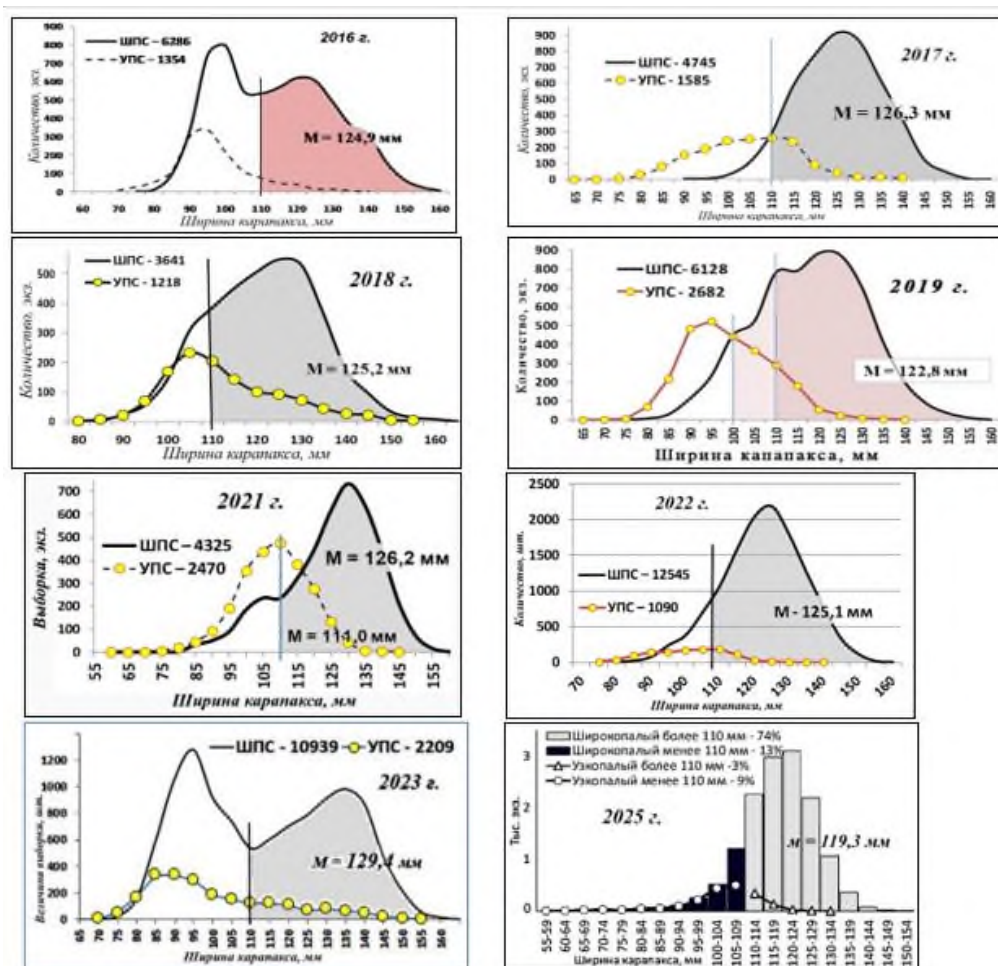


Рис. 7. Размерный состав краба-стригуна ангулятуса в Восточно-Сахалинской подзоне по данным мониторинга, проведенного на краболовных судах АО «РК» «Восток-1» в 2016-2025 гг. ШПС – широкопалые самцы, УПС – узкопалые самцы, М – средний размер промысловых самцов.

В 2025 г., как показали результаты мониторинга, доля непромысловых самцов, и особенно узкопалых, была небольшой – около 10%. Аналогичный размерный состав был отмечен в 2017 г. и в 2022 г.

Ловушечные уловы узкопалых самцов в рассматриваемые годы динамично изменялись от сравнительно высоких уловов крупных особей УПС в 2021 г., когда значительная их часть уже вошла в промысловую группу, размеры которых в среднем равнялись 114 мм по ШК. Улов в ловушках узкопалых самцов был лишь в 2 раза ниже, чем широкопалых. По-видимому, это закономерно, поскольку мелкие узкопалые самцы менее активны [Иванов, Соколов, 1997], ловушками они недолавливаются, то есть, ловушечные уловы непоказательны в части оценки перспектив пополнения популяции крабов-стригунов [Слизкин, Кобликов, 2014].

В районе возвышенности Академии Наук промысловые суда работали непродолжительное время. В 2020 г. в этом районе краба-стригуна ангулятуса добывали на глубинах 989-1232 м, в среднем – 1076 м. За 175 промысловых операций добыто 121,0 т, при среднесуточном вылове – 3,56 т. На этих участках в уловах были преимущественно самцы промысловых

размеров с наполнением 80% и более. Наиболее успешный промысел приходится на первую половину промыслового сезона май-июль (рис. 8).

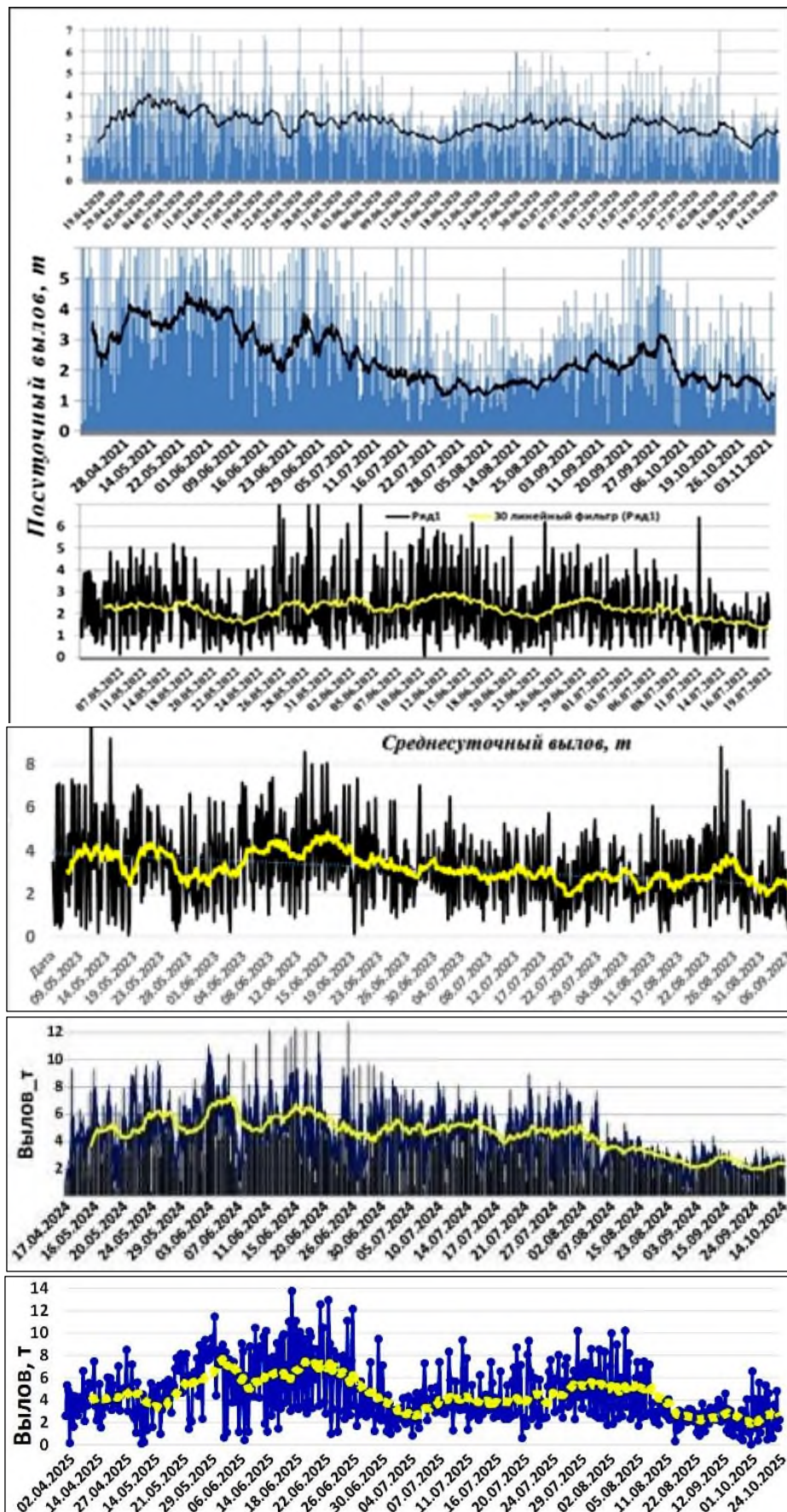


Рис. 8. Динамика среднесуточного вылова краба-стригуна ангулятуса в 2020-2025 гг.

В апреле-мае 2020 и 2021 гг. среднесуточные уловы достигали 3-4 т, в 2022 г. они понизились до 1,5-3,0 т, в 2023 г. вновь возросли до 3-4 т. В 2024 г. уловы превышали 5 т за судосутки. К концу промыслового сезона во все годы уловы на усилие понижаются до 1,5-2 т и лишь в августе-сентябре 2025 г. уловы на усилие составляли около 2 т. Тренд снижения уловов с увеличением числа краболовных судов на промысле показан на *рисунке 9*.



Рис. 9. Тренд снижения уловов на усилие по мере увеличения количества судов на промысле краба-стригуна ангулятуса.

Определение биологических ориентиров. Краб-стригун ангулятус, как глубоководный вид, не значится в числе приоритетных, однако, по уровню информационной обеспеченности и динамике основных индикаторов его запас можно отнести к статусу «стабильный».

Максимальный промысловый запас краба-стригуна ангулятуса, определенный для Восточно-Сахалинской подзоны, по данным наблюдений с 2011 по 2024 гг., составил 103,44 тыс. т (2016 г.), минимальный – 17,39 тыс. т (2013 г.), в среднем – около 50,8 тыс. т (*табл. 5*).

Таблица 5

Динамика состояния запаса и промысла краба-стригуна ангулятуса в подзоне Восточно-Сахалинская с 2011 по 2025 гг.

Год	Запас ПС, тыс. т	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Среднесуточный улов, т	Освоено, %
2011	21,72	5	3,9	3,58	78,0
2012	20,73	5	4	3,46	80,0
2013	17,39	5	3,8	2,97	76,0
2014	44,16	4	2,5	3,77	62,5
2015	44,09	6,8	4	4,57	58,8
2016	103,44	6,82	3,9	4	57,2
2017	68,42	6,25	5,5	3,6	88,0
2018	64,11	7,63	5,02	3,23	65,8
2019	49,03	7,194	4,37	2,7	60,7
2020	61,13	6,1	2,29	2,6	37,5
2021	53,81	5,38	3,101	2,28	57,6
2022	53,81	4,99	2,48	1,96	49,7
2023	53,48	4,89	2,18	3,1	44,6
2024	55,2	4,7	2,346	4,4	49,9
2025	55,9	5,1	1,164*	4,53	22,8

* – вылов на начало ноября

Устойчивость такой единицы запаса к неблагоприятному воздействию биотических и абиотических факторов определяется по критерию размера запаса и характеризуется как высокая, если ОДУ её превышает 1 тыс. т [Алексеев, Буяновский и др., 2017].

В 2025 г. вылов за судосутки составил 4,53 т, что существенно больше среднего за рассматриваемые годы – 3,3 т. При этом, освоен установленный объем ОДУ был только на 22,8% (табл. 5). Эффективность лова была сравнительно высокая, а недолов оцененного ОДУ связан с малым числом краболовных судов на промысле. При сравнительно высоких показателях уловов на усилие, недоосвоение ОДУ вызвано не низкой плотностью скоплений промысловых самцов, а организационными причинами.

Поскольку данная единица запаса слабо охвачена учетными съемками, в качестве целевого ориентира по промысловой эксплуатации принимается традиционная доля изъятия равная 10%.

Ориентиры управления промыслом для краба-стригуна ангулятуса рассчитаны методом перцентилей (табл. 6). Ориентиры по обилию запаса приведены в единицах биомассы.

Таблица 6

Биологические ориентиры для краба-стригуна ангулятуса подзоны Восточно-Сахалинской (биомасса в тыс. т)

B_{lim}	B_{tg}	F_{tg}	F_{lim}
17,35	46,5	0,1	0,2

Прогнозирование состояния запаса. Оценка запаса краба-стригуна ангулятуса в Восточно-Сахалинской подзоне в 2025 г., полученная по результатам моделирования, находится в 95% доверительном интервале 53,29-67,79 тыс. т (75,03-95,40 млн экз.), в среднем – 60,52 тыс. т (85,22 млн экз.). Оценка ожидаемой в 2027 г. величины запаса – находится в доверительном интервале 52,63-68,79 тыс. т (74,10-96,86 млн экз.), в среднем – 60,71 тыс. т (85,48 млн экз.) (рис. 10).

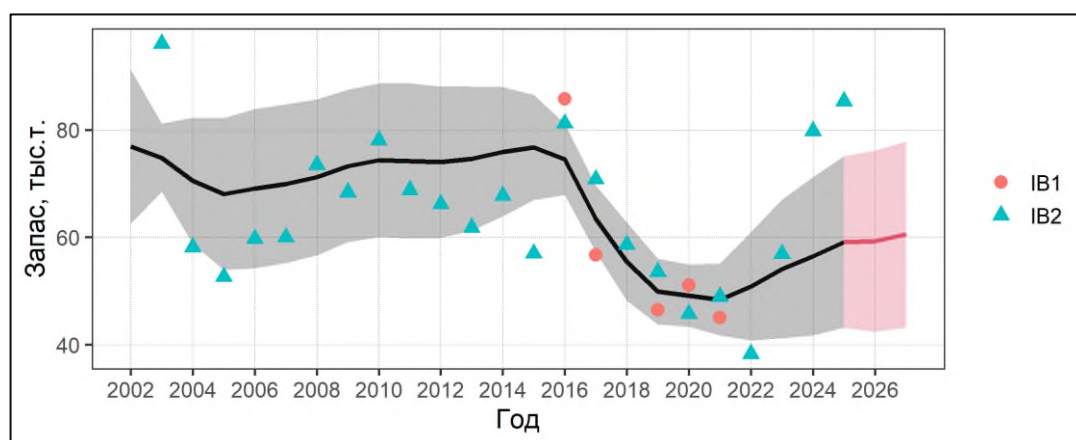


Рис. 10. Динамика биомассы запаса краба-стригуна ангулятуса в Восточно-Сахалинской подзоне. IB1 – оценка запаса, выполненная методом площадей, IB2 – средние уловы на судосутки по данным ИС «Рыболовство».

Согласно построенному ПРП, доля промышленного изъятия в 2027 г. может составить 10%.

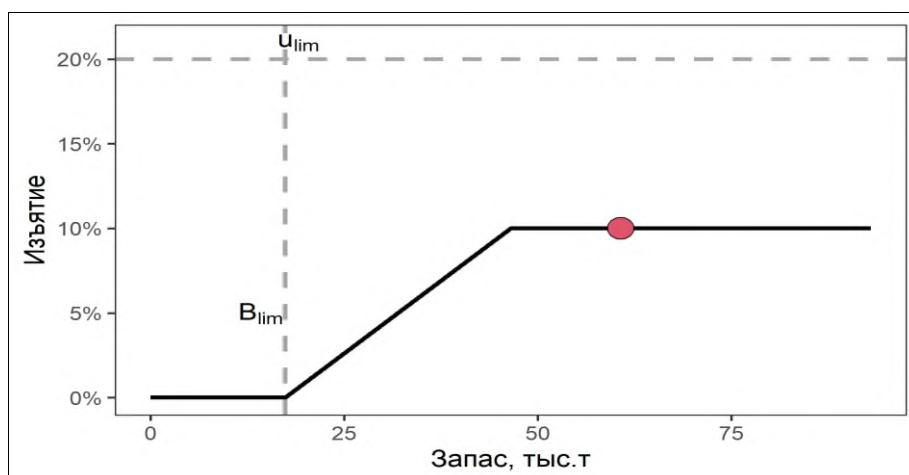


Рис. 11. Графическое представление ПРП для краба-стригуна ангулятуса подзоны Восточно-Сахалинской (биомасса в тыс. т).

Вместе с тем, ожидаемая в 2027 г. величина запаса демонстрирует значительную неопределенность. Несмотря на то, что риск достижения биомассой граничного ориентира отсутствует, нижняя граница 95% доверительного интервала (43,18 тыс. т) лежит ниже целевого ориентира по биомассе (46,5 тыс. т). В связи с этим, предлагается оставить ОДУ на 2027 г. на уровне 2026 г. – 5,59 тыс. т или 7,87 млн экз.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна ангулятуса в Восточно-Сахалинской подзоне на 2027 г. в объеме 5,590 тыс. т.**

Краб-стригун ангулятус (*Chionoecetes angulatus*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.4 – подзона Камчатско-Курильская

Исполнители: А.Г. Слизкин, А.Н. Деминов (ТИНРО)

Куратор: Д.А. Ботнев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечение. Основой прогноза послужили результаты комплексной донной траловой съёмки, выполненной на НИС «ТИНРО» в восточной части Охотского моря, на материковом склоне Камчатско-Курильской, Западно-Камчатской, включая впадину ТИНРО и район Камчатского-Курильского желоба, а также Северо-Охотоморской и Восточно-Сахалинской подзон, в весенне-летний период 2018 г. Помимо этих данных, привлекались био- и промыслово-статистические материалы учетных траловых съёмок, проведенных в сентябре-октябре 2013 г. на НИС «Профессор Кагановский», и в июле-августе 2010 г. на НИС «Профессор Кизеветтер» на свале глубин Камчатско-Курильской подзоны (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Объем работ и количество обработанного материала в Камчатско-Курильской подзоне

Тип, название судна	НИС «ТИНРО»	НИС «Профессор Кагановский»	НИС «Профессор Кизеветтер»
Тип орудий лова	ДТ/ТВ-27,1/24,4	ДТ/ТВ-27,1/24,4	ДТ/ТВ-27,1/24,4
Количество учетных	24	40	56
Диапазон глубин, м	335-951	334-983	200-968
Период работ	апрель-июль 2018 г.	сентябрь-октябрь 2013 г.	август-сентябрь 2010 г.
Выполнено	3768	3835	348

При работах применялся донный трал ДТ/ТВ-27,1/24,4 м со стандартным горизонтальным раскрытием 16,26 м (применялось при расчетах раскрытие – 16 м). Кутцевая часть оснащена мелкочейной вставкой с ячейей 10 мм. Скорость траления, в зависимости от ветра, волнения, течений и состояния грунтов, изменялась на материковом склоне в пределах 2,2-3,6 узлов (средняя – 2,7 узла). Всего, при выполнении донной съёмки на материковом склоне было выполнено 171 траловых станций (167 учетных), из которых – 24 донных траления в Камчатско-Курильской, 14 – в Западно-Камчатской, 92 – в Северо-Охотоморской и 41 – в Восточно-Сахалинской подзонах.

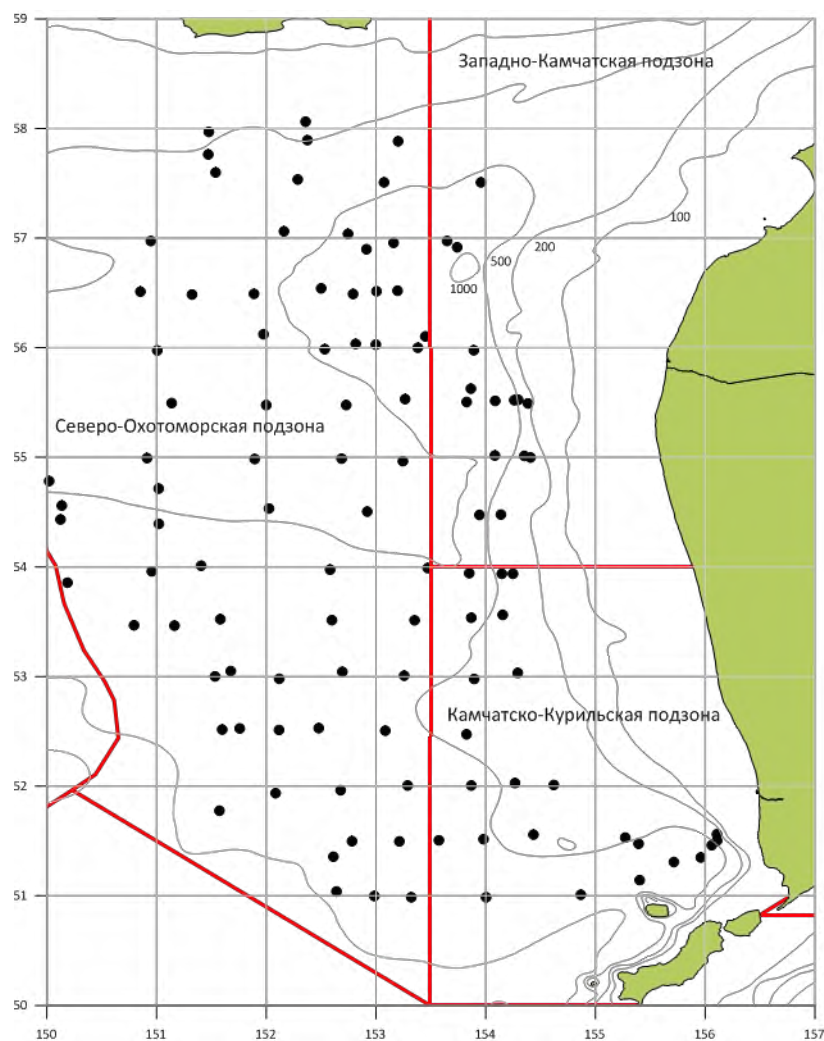


Рис. 1. Карта-схема станций комплексной донной траловой съемки 2018 г.

Разборка улова и обработка первичной информации осуществлялись по стандартным методикам [«Руководство по изучению десятиногих ракообразных ...», Владивосток, 1979; «Пособие по изучению промысловых ракообразных ДВ морей России», Ю.- Сахалинск, 2006].

При оценке запаса, как и в предыдущие годы, коэффициент уловистости трала ДТ/ТВ-27,1/24,4 принимался равным 0,6, горизонтальное раскрытие трала – 16 м [Михайлов, Бандурин, Горничных, Карасев 2003].

В связи с низким уровнем информационного обеспечения, прогноз носит экспертный и инерционный характер.

Анализ минимальных требований, предъявляемых приказом Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г. к информационному обеспечению прогноза ОДУ, указывает, что соответствие данного обоснования 1-2 уровню наблюдается лишь частично. На возможность применения математической модели указывает только исторический ряд учетных съемок. Основной источник неопределенности: отсутствие длительного непрерывного ряда промысловой статистики. В настоящее время прогноз выполняется на основе традиционной формулы, отталкивающейся от численности, полученной по данным учетных съёмов.

Среднегодовая ошибка прогноза составляет 19%, максимальная – 74%. По сравнению с другими единицами запаса, эти величины достаточно большие. В оценках все оцененные значения располагаются выше прогнозируемых, то есть запас недооценивается (и, соответственно, ОДУ занижается), исключение составляют 2012-2014 гг., когда прогнозируемые значения были выше оцениваемых, что указывает на переоценку, и только в 2015-2017 гг. эти значения, практически, совпали (рис. 2).

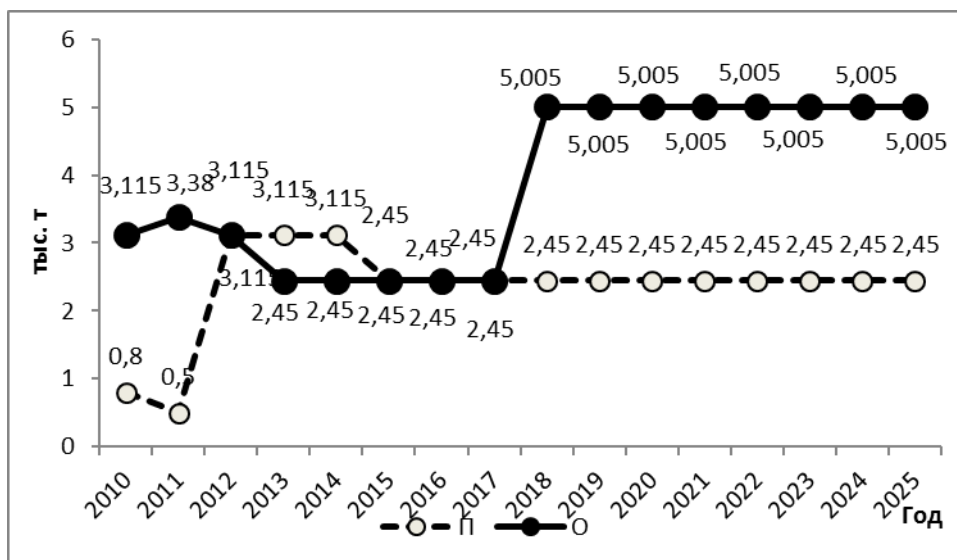


Рис. 2. Динамика прогнозируемого (П) и оцененного (О; в год, на который был сделан прогноз) промышленного запаса краба-стригуна ангулятуса в Камчатско-Курильской подзоне, по результатам прогнозов ТИНРО.

В 2019-2024 гг. проведенные донные траловые съемки охватывали только шельф Западной Камчатки, без учета свала глубин, поэтому все оцененные и прогнозные значения повторяются. В 2025 г. была проведена учетная ловушечная съемка на восточной части впадины ТИНРО Западно-Камчатской подзоны, захватывая лишь часть его ареала.

Оценка запаса краба-стригуна ангулятуса на скоплениях основывалась на эпизодических траловых съемках, в различной степени, не полностью, охватывающих район обитания этого объекта. В целом, информационную обеспеченность прогноза можно признать удовлетворительной и отнести к третьему уровню.

В период с 2003 по 2017 гг. в этой подзоне учетные траловые съемки по глубоководным крабам проводилось только в 2010 и 2013 гг. В 2010 г. ангулятус в траловых уловах встречался единично, что не позволило корректно оценить его запас. В 2016 г. проведенная донная траловая съемка охватила только шельф западной Камчатки, без учета свала глубин. В 2017 г. число поимок этого краба было достаточно небольшим, а в других районах данный вид не встречался, что, вероятно, связано с малым количеством станций, выполненных на глубинах более 500 м.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Многолетние данные траловых съемок позволяют производить оценку запаса только с помощью площадных методов. Расчет запасов в 2025 г. осуществлялся методом

сплайн-аппроксимации [Столяренко, Иванов, 1988]. Данный метод был реализован в ГИС «КартМастер» 4.1 [Бизиков, Поляков, 2004].

Для хранения, обработки данных и графических построений, а также расчетов использовался MS Excel.

В прогнозе рассматривается распределение промысловых (более 110 мм по ширине карапакса – ШК) особей краба-стригуна ангулятуса, на основе которого определялся его текущий промысловый запас, и базируются расчеты прогнозируемого на 2027 г. ОДУ.

Результаты исследований позволяют выделить промысловые и биологические ориентиры для формирования ПРП (правил регулирования промысла) на основе принципа «предосторожности».

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Первые учетные работы по данному глубоководному крабу выполнялись в августе-сентябре 1990 г. с борта к/с «Персевирен». В результате выполненной учетной ловушечной съемки (прямоугольными ловушками американского образца) в южной части Камчатско-Курильской подзоны (50°30'-52°00' с.ш., 152-155° в.д.) обнаружено на глубинах 400-1000 м небольшие скопления краба-стригуна ангулятуса. На площади 32,2 тыс. кв. км было выполнено 103 станции. При расчете запаса использовали программу MapDesigner v.2.1, принимая площадь облова прямоугольной ловушки равной 31400 м², коэффициент уловистости – 0,75, среднюю массу краба – 0,6 кг. Запас промысловых самцов на обследованной площади составил 8,3 млн экз. (5,0 тыс. т).

В октябре-ноябре 2001 г. КС «Дальокеан-1» (ООО «Океанпродукт») выполнил 28 станций (порядков по 120 конических ловушек японского образца) в южной части подзоны в координатах 51°00'-51°35' с.ш. и 154°35'-156°00' в.д. Уловы на ловушку составляли от 0,5 до 7 кг. На площади 1,7 тыс. км², в диапазоне глубин 500-980 м, промысловый запас был оценен в 2,5 тыс. т или 4,2 млн экз., при средней массе самца 0,6 кг.

В уловах ловушек в 2002 г. встречались самцы с шириной карапакса 60-161 мм, среди которых преобладали особи размером 125-135 мм и массой 0,62-0,78 кг. Доля промысловых самцов составляла 96,9%, самок – не более 1%. На обследованной площади 4,52 тыс. км² промысловый запас составил 3,38 тыс. т, или 4,84 млн экз.

По ряду организационных и технических причин в 2003-2009 гг. учётных съёмок по глубоководному крабу-стригуну ангулятусу в этой подзоне не проводилось.

В 2010 г. при проведении глубоководной траловой съемки на НИС «Профессор Кизеветтер» ангулятус в уловах встречался единично, что не позволяло корректно оценить его запас. Специализированных исследований не велось и в 2011-2012 гг.

Результаты траловой съемки 2013 г. показали, что промысловые самцы ангулятуса встречается в небольшом количестве преимущественно на севере подзоны, их текущий запас составил 3,5 млн экз. Молодь краба обнаружена на самом юге подзоны, ее численность составила 89,7 млн экз.

В 2014-2016 гг. проведенные донные траловые съёмки, охватили только шельф западной Камчатки, без учета свала глубин. В 2017 г. число поимок краба-стригуна ангулятуса не было достаточно большим, а в других районах данный вид не встречался, что, вероятно, связано с малым количеством станций, выполненных на глубинах более 500 м.

В 2018 г., по данным траловой съёмки, при среднем размере промыслового самца в 122-128 мм, и при средней массе такой особи в 0,700 кг, расчетная промысловая численность краба составила 7150 тыс. экз., или 5005 т.

Динамика промыслового запаса краба-стригуна ангулятуса в период с 1990 по 2025 гг. показана на *рисунке 3*.



Рис. 3. Динамика промыслового запаса краба-стригуна ангулятуса в Камчатско-Курильской подзоне в 1990-2025 гг., по данным траловых и ловушечных съёмок.

Промысел краба-стригуна ангулятуса в Камчатско-Курильской подзоне, практически, не ведется, а с 2009 г. не прогнозируется для промышленного освоения. В 2013 г., по данным судовых донесений, в Камчатско-Курильской подзоне было выловлено, суммарно, 0,6 т ангулятуса, в 2014-2017 гг. вылов не осуществлялся (*табл. 2*). В целях недопущения неучтенного вылова камчатского краба под видом ангулятуса, вылов последнего был ограничен объемами, необходимыми при проведении НИР.

Фрагментарные исследования глубоководных крабов в этом районе в 2003-2008 гг. позволяли только ориентировочно оценивать запас и величину общего допустимого улова, который устанавливался на уровне 80-340 т. Позже, на 2012-2019 гг., в целях сохранения подорванных запасов шельфовых видов крабов, ОДУ краба-стригуна ангулятуса устанавливался только для проведения научно-исследовательских работ (НИР), в объеме 1-50 т. В 2020-2025 гг. вылов ангулятуса предусматривался в объемах, достаточных только для проведения НИР в объеме 1,0 т.

ОДУ и вылов краба-стригуна ангулятуса в Камчатско-Курильской подзоне

Годы	ОДУ, т	Официальный вылов, т	% освоения ОДУ
2003	250	133	53
2004	340	148	44
2005	340	192	56
2006	200	100	50
2007	340	45	13
2008	80	55	69
2009	2	0	–
2010	50	0,03	–
2011	50	0	–
2012	1	1	100,0
2013	1	0,6	60,0
2014	1	0	–
2015	1	0	–
2016	1	0	–
2017	1	0	–
2018	1	0,086	8,6
2019	1	0	–
2020	1	0	–
2021	1	0	–
2022	1	0	–
2023	1	0	0
2024	1	0	0
2025	1	0	0

Краб-стригун ангулятус образует два скопления в восточной части Охотского моря, на юге – в районе Камчатско-Курильского желоба и на севере – в районе котловины ТИНРО. Этот глубоководный вид краба-стригуна встречался в уловах трала на изобатах от 319 м и до максимальной обследованной.

По результатам комплексной донной траловой съемки, выполненной на НИС «ТИНРО» в весенне-летний период 2018 г., в уловах на юге (в районе Камчатско-Курильского желоба) преобладали самки и непромысловые самцы, на глубинах 650-800 м, на севере (в районе котловины ТИНРО) – промысловые самцы. Наибольшие средние уловы всех функциональных групп краба были в диапазоне 700-795 м и составили, соответственно, 16/104,6/104,3 экз./30 мин. траление (рис. 4).

На рисунке 5 отражено распределение краба-стригуна ангулятуса по глубинам. Краб встречался в уловах в узком диапазоне глубин – от 600 до 800 м. Значения средних плотностей непромысловых самцов и самок достигали наибольших величин на изобатах 700-800 м, а промысловых самцов – от 700 до 795 м (11000, 9600 и 2100 экз./км², соответственно).

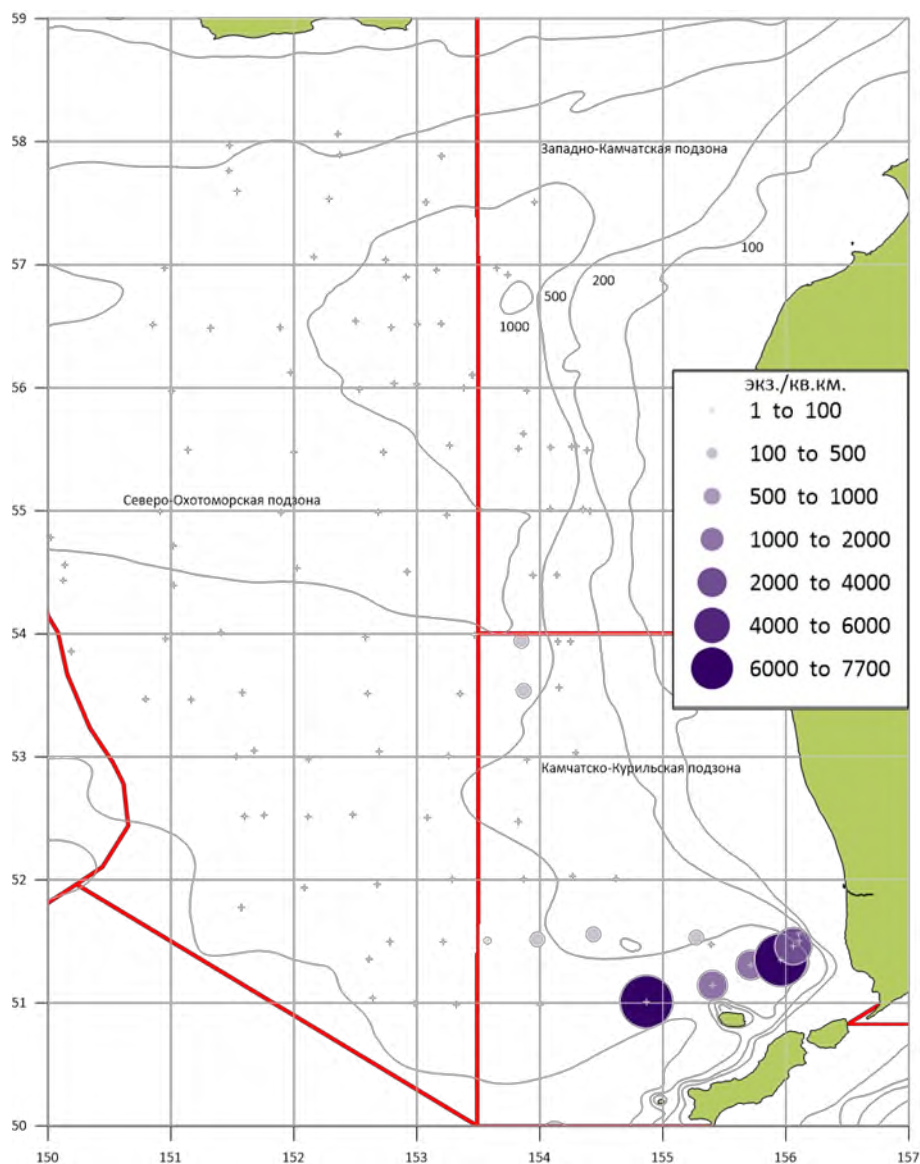


Рис. 4. Распределение и численность промысловых самцов краба-стригуна ангулятуса в Камчатско-Курильской подзоне в весенне-летний период 2018 г.

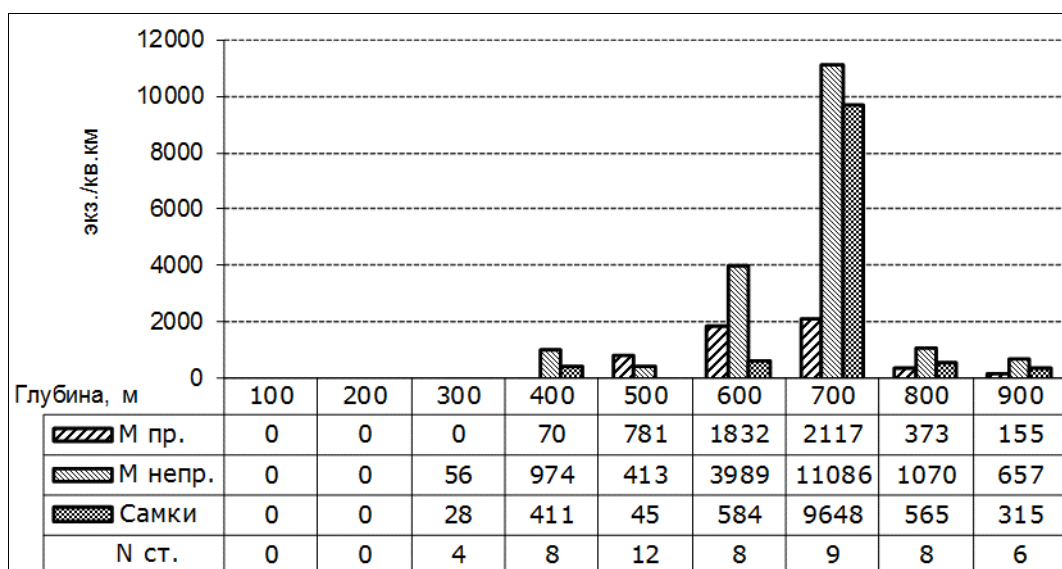


Рис. 5. Батиметрическое распределение краба-стригуна ангулятуса, по данным траловой съемки у западной Камчатки (Камчатско-Курильская подзона) в 2018 г.

Размерный состав самцов носил бимодальный характер и был представлен особями от 14 до 153 мм. При этом, выделялись три возрастные группы, одна из которых принадлежит к ювенильным особям (30-45 мм), вторая – к пререкрутам II и I порядков (90-100 и 100-110 мм) и третья – часть особей промысловых размеров (120-130 мм). Средняя ширина карапакса промысловых самцов была равна 121,6 мм, непромысловых – 67,3 мм, общая для всех самцов – 84,5 мм. Доля самцов промыслового размера достигала 32% (рис. 6).

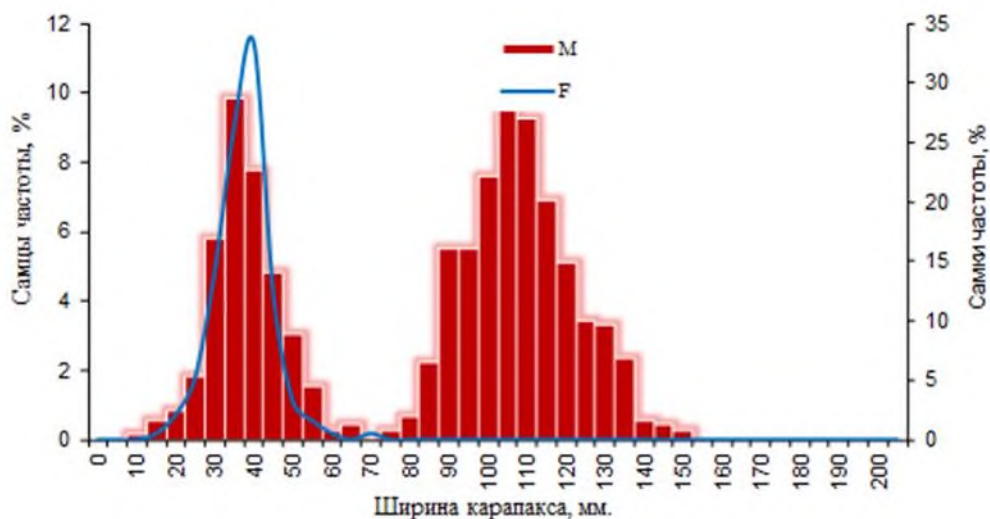


Рис. 6. Размерный состав самцов краба-стригуна ангулятуса, по данным траловой съемки у Западной Камчатки (Камчатско-Курильская подзона) в 2018 г. (М – самцы, F – самки).

Как и в предыдущие годы, размерный состав самцов в 2013 г. имел две выраженные размерные группировки среди ранней молодежи – с модой около 40 и 85 мм по ширине карапакса, соответственно (рис. 7).

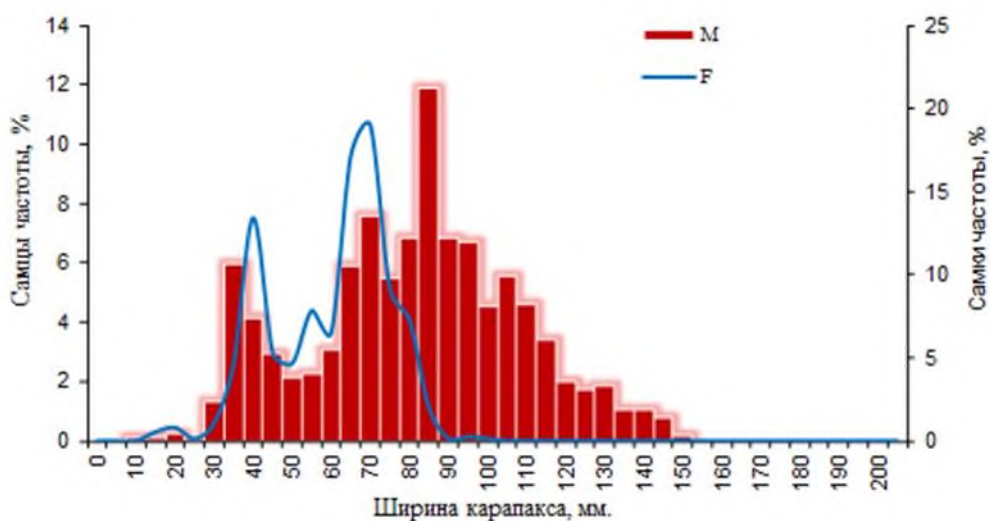


Рис. 7. Размерный состав самцов краба-стригуна ангулятуса, по данным траловой съемки у западной Камчатки (Камчатско-Курильская подзона) в осенний период 2013 г. (М – самцы, F – самки).

Приведенные размеры краба-стригуна ангулятуса из траловых уловов 2013 г. свидетельствуют об изменениях, произошедших в составе популяции вида с 2010 г. Данные траловых уловов ангулятуса в 2010 г. показывают, что в рассматриваемом районе доминировали поколение молодых самцов (с размерами 45-50 мм по ширине карапакса) и промысловые самцы (средние размеры составляли 130 мм) (рис. 8). Надо полагать, что именно это преобладающее поколение молодых самцов к 2013 г. подросло до размеров, показанных на рисунке 7, где средние показатели превысили 85 мм по ширине карапакса, а к 2018 г. – до промысловых особей (см. рис. 6), где средние показатели превысили 100 мм по ширине карапакса.

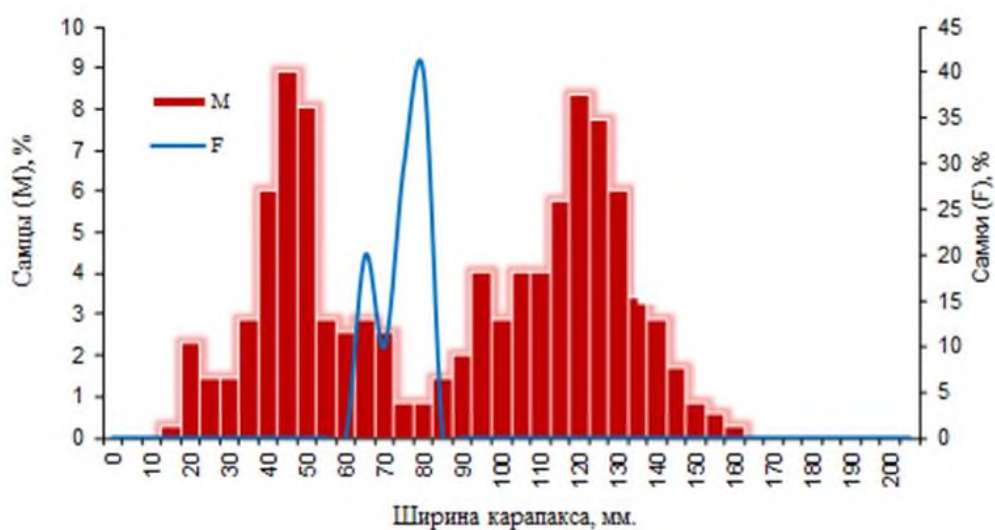


Рис. 8. Размерный состав самцов краба-стригуна ангулятуса, по данным траловой съемки, выполненной у западной Камчатки (Камчатско-Курильский желоб) в летний период 2010 г. (М – самцы, F – самки).

По данным траловых съемок 2010 и 2013 гг., доля самцов промыслового размера снизилась с 42 до 17%, соответственно. Средний размер промысловых самцов (127,9 и 123,1 мм, соответственно) несколько уменьшился. По данным траловой съемки 2018 г., средние размеры промысловых самцов практически не изменились (с 123,1 до 121,6 мм), по сравнению 2013 г., но, отчасти, произошло некоторое увеличение размерной группы в сторону промысловых особей и доли промысловых самцов с 17 до 32%. Среди самцов, по данным 2010 и 2018 гг., преобладали две размерные группы – с шириной карапакса 30-50 и 90-130 мм, их доли были на самом высоком уровне, и практически все размерные характеристики (средние и модальные размеры промысловых и непромысловых особей и др.) остались на прежнем уровне.

В целом, состояние популяции краба-стригуна ангулятуса в этом районе можно оценить, как удовлетворительное.

Определение биологических ориентиров. Определение биологических ориентиров выполнено, исходя из ретроспективных данных по

максимальным и минимальным значениям запаса.

По материалам траловых уловов краба-стригуна ангулятуса, его промысловый запас оценен в 3,5 млн экз., на площади 28,0 тыс. км². По материалам исследований 2013 г., средняя навеска промысловых самцов составила 700 г, текущий запас – 2,45 тыс. т. Поэтому более правильно взять за граничный ориентир величину, которая близка к значениям 2013 г.

Таким образом, промысловый запас краба-стригуна ангулятуса достиг своего минимального значения – 2450 т, соответственно, граничный ориентир будет равен 2,45 тыс. т. Целевой ориентир соответствует величине среднегодовой учтенной промысловой биомассы (в 1991-2012 гг. он варьировал от 2,450 до 5,0 тыс. т), составляющей 3,38 тыс. т (рис. 9). Таким образом, ориентируясь на динамику биомассы запаса, можно предложить следующие биологические ориентиры: $V_{lim} = 2,45$ тыс. т, $V_{tr} = 3,38$ тыс. т (рис. 9).

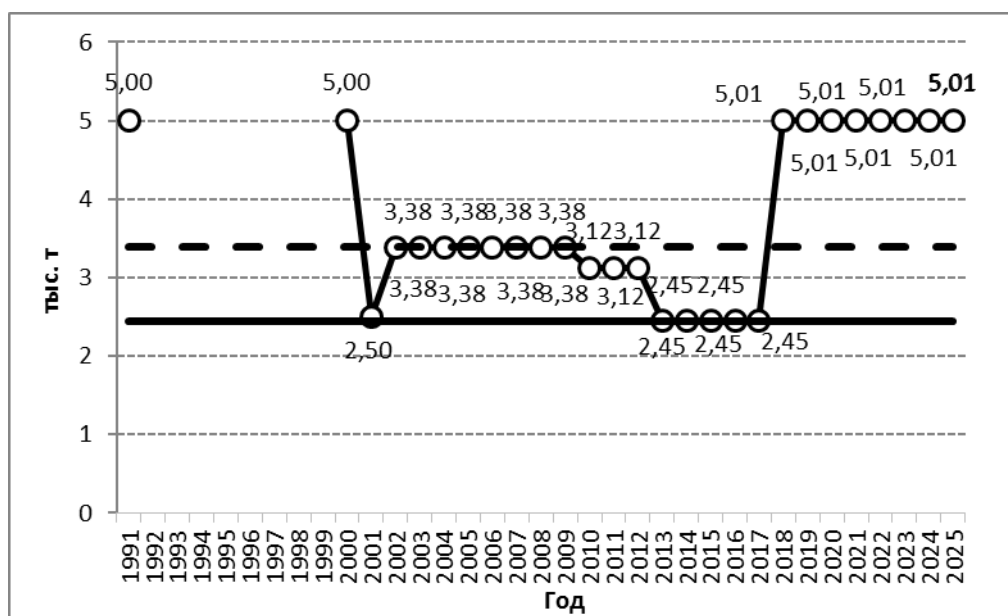


Рис. 9. Динамика численности краба-стригуна ангулятуса в Камчатско-Курильской подзоне. Горизонтальные линии – ориентиры управления; линия тренда построена для значений, по которым определяли среднегодовой прирост.

Граничный ориентир по промысловой смертности определялся исходя из объемов изъятия, необходимых для проведения НИР. Целевой ориентир по промысловой смертности определялся убылью части популяции, изъятая промыслом, сопоставимой с величиной ОДУ данного объекта.

Обоснование правил регулирования промысла. При использовании ориентиров можно констатировать, что запас краба-стригуна ангулятуса, пройдя этап роста, стабилизировался, дойдя до исторического максимума, даже несмотря на падение численности в последние годы.

Рост запаса в последние годы во многом связан с увеличением обследованной площади, с преобладанием крупноразмерных особей и максимальной долей самцов промыслового размера.

Индикаторы состояния запаса:

1. численность промыслового запаса – в 2002-2009 гг. высокая, в 2013 г. – резкое снижение, в 2014-2017 гг. – работы не проводились, в 2018 г. – максимально высокая, в 2019-2025 гг. – работы не проводились, на уровне 2018 г.; оценка нейтральная;

2. соотношение самки/самцы – данных недостаточно, оценка нейтральная;

3. средний размер промысловых самцов – стабильный, оценка положительная;

4. доля промысловых самцов – увеличилась, оценка положительная;

5. доля яловых самок в популяции – практически, отсутствует, оценка положительная;

6. признаки превышения оптимальной численности – нет, оценка нейтральная.

Общая оценка – из 6 индикаторов: 3 оценки положительные, 3 – нейтральные. Сопоставление всех этих данных указывает, что запас, после бурного роста в 2001-2009 гг. и падения в 2010-2013 гг., стабилизировался к 2018 г. на высоком уровне численности, что позволяет уверенно говорить о росте его промысловой численности и стабильном, благополучном состоянии. Из *рисунков 6, 7, 8* видно, что в указанный период просматривается цикличность в размерной группе самцов. Соответственно, в последние годы происходило естественное снижение промыслового запаса, которое сменилось, в дальнейшем, его увеличением в 2018 г. В пользу этого предположения свидетельствует и рост численности пререкрутов I и II порядков и молодых самцов в 2013 г., их численность составила 89,7 млн экз. Надо полагать, что именно это преобладающее поколение молодых самцов к 2018 г. подросло до размеров, показанных на *рисунке 6*, где средние показатели превысили 100 мм по ширине карапакса. Среди самцов, по данным 2018 г., преобладали две размерные группы – с шириной карапакса 30-50 и 90-130 мм, их доли были на самом высоком уровне и, практически, все размерные характеристики (средние и модальные размеры промысловых и непромысловых особей и др.) остались на прежнем уровне.

Предельные уровни изменения ОДУ. Для установления границ изменения ОДУ, при стабильном запасе, можно использовать данные о величине запаса за 2002-2011 и 2018 гг., располагающиеся выше целевого ориентира. Среднее значение составляет 3,565 тыс. т, ширина 95% доверительного интервала – 0,388 тыс. т или 14% от среднего. На эту величину в течение ближайших двух лет допускается как увеличение ОДУ, так и его уменьшение. В пределах этих значений регулировка выполняется согласно ПРП.

Прогнозирование состояния запаса. Расчет величины промыслового запаса краба-стригуна ангулятуса на 2027 г. был произведен по результатам траловой съёмки на НИС «ТИНРО», выполненной в 2018 г., методом сплайн-аппроксимации, на площади 28,05 тыс. км², при средней плотности – 2800 экз./км².

При среднем размере промыслового самца в 122-128 мм (величины

получены по материалам траловых съемок, выполненных в 2010, 2013 и 2018 гг.) и при средней массе такой особи в 0,7 кг, расчетная промысловая численность краба составила 7170 тыс. экз. или 5005 т.

Обоснование объёма ОДУ. До 2001 г. в Камчатско-Курильской подзоне этот глубоководный краб-стригун не осваивался промыслом. В 2001-2006 гг. процент освоения ОДУ составлял не более 50%, а к 2007 г. уменьшился до 13%. В последние годы прогноз ОДУ краба-стригуна ангулятуса определялся в объеме, необходимом для проведения НИР. Специализированный лов краба-стригуна ангулятуса в настоящее время не проводится, этот ресурс, практически, не осваиваются промыслом. В Камчатско-Курильской подзоне находится только небольшая часть общего запаса промысловых самцов краба-стригуна ангулятуса в северо-восточной части, где промысел, в подавляющем большинстве, был сосредоточен в районах, прилегающих к впадине ТИНРО в Западно-Камчатской подзоне, на глубинах в довольно узких границах – 700-950 м (рис. 10).

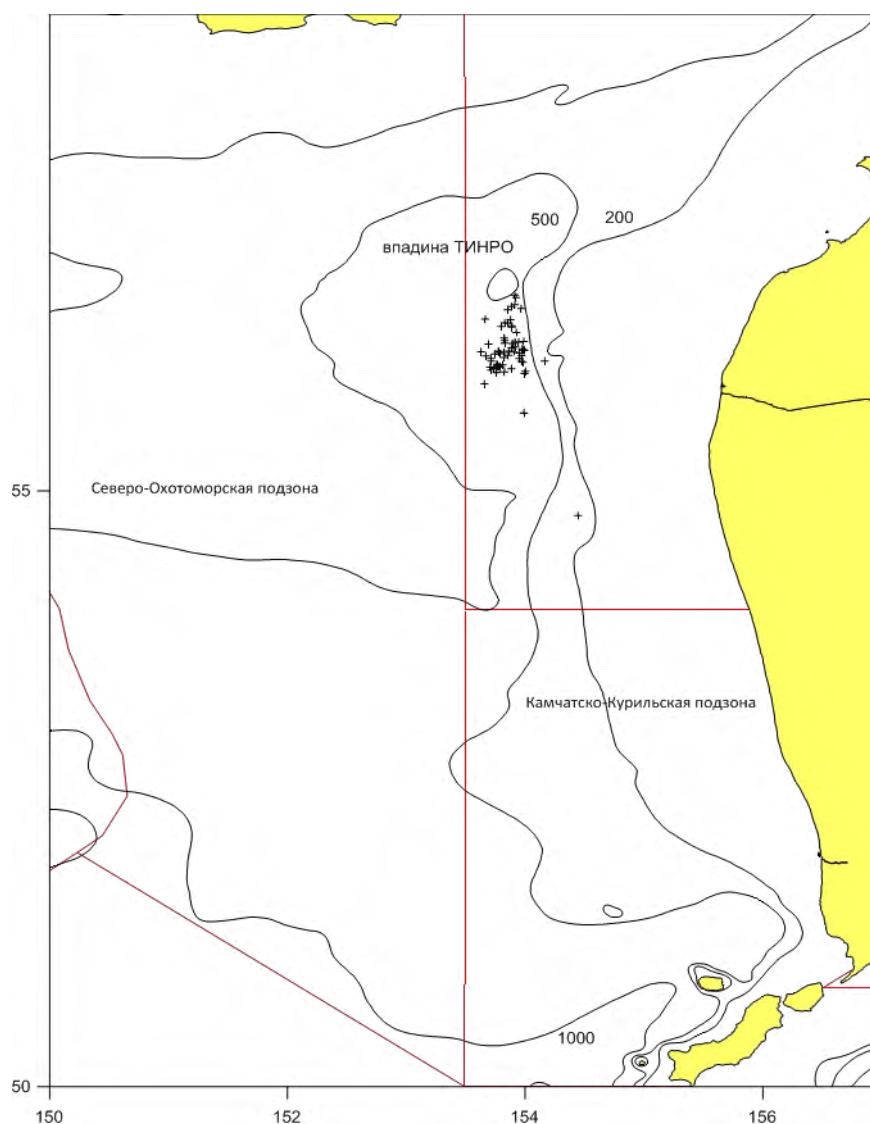


Рис. 10. Распределение промысловых усилий на промысле краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне в 2025 г.

В южной части подзоны диапазон встречаемости для краба-стригуна ангулятуса был заметно шире – в пределах 700-1200 м. При таком резком свале глубин происходит неравномерное распределение глубоководного краба-стригуна ангулятуса, с небольшой плотностью скоплений промысловых самцов, что приведет к расширению района промысла для крабодобывающих судов. Учитывая эти обстоятельства, и отсутствие запросов от промышленности на лов именно краба-стригуна ангулятуса, а также в связи со слабым информационным обеспечением, предлагается ограничить ОДУ объемами, необходимыми для проведения научных исследований, в объеме 1,0 т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна ангулятуса в Камчатско-Курильской подзоне на 2027 г. в объеме 0,001 тыс. т исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.**

Краб-стригун ангулятус (*Chionoecetes angulatus*)

61.05 – зона Охотское море

61.52 – подрайон Центральная часть Охотского моря

Исполнители: С.М. Русяев, С.В. Клинушкин (МагаданНИРО)

Куратор: Д.А. Ботнев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Прогноз ОДУ краба-стригуна ангулятуса на 2027 г. в подрайоне 61.52 Центральная часть Охотского моря подготовлен на основе данных учётно-ловушечной съёмки, выполненной с 1 августа по 10 сентября 2025 г. с борта НИС «Зодиак». Исследованиями охвачена акватория от 54° с.ш. до 57°23' с.ш. и от 145°43' в.д. до 153°21' в.д., с диапазоном глубин от 295 до 922 м. Выполнено 14 станций, промерено 145 экз. краба-стригуна ангулятуса. Расчётная площадь для оценки промыслового запаса стригуна ангулятуса составила 13,3 тыс. км².

Кроме этого, использовались данные учётно-ловушечных съёмок 2015 и 2018 гг., выполненных на НИС «Зодиак», в которых выполнено, соответственно, 27 (проанализировано 975 экз. самцов) и 20 (проанализировано 499 самцов) учётных станций. Информационное обеспечение прогноза соответствует III уровню, согласно приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Расчёт запасов проводился методом сплайн-аппроксимации, алгоритм которого описан Д.А. Столяренко [Stolyarenko, 1986, 1987], с помощью программы «КартМастер v. 4.1» [Поляков, ВНИРО, 2003-2008]. В расчётах применялся средний показатель влияния глубины – 500, параметр сглаживания – 0,032. Эффективная площадь облова конусовидной ловушки была принята равной 3300 м² [Михайлов и др., 2003; Мельник и др., 2014].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Решением 33 сессии Комиссии ООН, анклав срединной части Охотского моря был признан частью российского континентального шельфа, что позволило в 2015 г. провести на этой части акватории Охотского моря комплекс работ по оценке запасов промысловых видов крабов, в том числе, и краба-стригуна ангулятуса [Метелёв и др., 2017].

В ходе проведения исследований в 2015 г., краб-стригун ангулятус был обнаружен на всей исследованной акватории подрайона, в диапазоне глубин от 500 до 1120 м. Краб образовывал два поля скоплений повышенной плотности: в южной (на глубинах 970-990 м) и северной (на глубинах 650-900 м) частях подрайона. В среднем, его вылов на ловушку составлял 1,1 экз. В 2018 г. краб-стригун ангулятус встречался на 14 станциях съёмки, в диапазоне глубин от 304 до 570 м. Средний улов на всей исследованной акватории составил 1,0 экз./лов.

В 2025 г. ангулятус встречался в диапазоне глубин от 440 до 870 м. Средний улов на всей исследованной акватории составил 0,4 экз./лов. (табл. 1).

Таблица 1

Показатели прилова самцов краба-стригуна ангулятуса
в подрайоне 61.52 Центральная часть Охотского моря

Год	Глубины	Кол-во станций с уловом краба	Средний улов на ловушку, экз./лов.	Максимальный улов на ловушку, экз./лов.
2015	500-1120	18	1,0	3,7
2018	304-570	14	1,0	5,7
2025	440-870	14	0,4	3,8

Размеры самцов ангулятуса в 2015 и 2018 гг. варьировали от 71,0 до 166,5 мм по ширине карапакса (ШК). Доминировали в уловах (64,8%) самцы размером 110-135 мм. Доля особей промыслового размера составила в 2015 и 2018 гг. – 82% и 96%, соответственно. Доля узкопалых (морфометрически неполовозрелых) самцов в уловах составила 10,3%, их размер колебался от 71,0 до 123,3 мм по ШК, в среднем составив $96,3 \pm 0,2$ мм. Размеры самцов в 2025 г. колебались от 76,0 до 153,0 мм, средний размер составил 118,8 мм. Преобладали самцы модальной группы 120,0-129,0 мм. В целом, среди самцов доминировали крабы размером 110-139 мм. Около 87% самцов имели размеры выше промысловой меры. Средний размер самцов промыслового размера составил 122,4 мм (табл. 2).

Таблица 2

Биологические показатели самцов краба-стригуна ангулятуса
в подрайоне 61.52 Центральная часть Охотского моря

Годы	Средняя ширина карапакса \pm ошибка, мм		Средняя масса промысловых самцов \pm ошибка, г	Доля промысловых самцов, %	N, экз.
	самцов	промысловых самцов			
2015	112,1 \pm 0,4	116,4 \pm 0,3	521 \pm 5	82	975
2018	125,5 \pm 0,6	126,8 \pm 0,3	679 \pm 8	96	499
2025	118,8 \pm 0,5	122,4 \pm 0,5	683 \pm 9	87	145

Оценить численность и биомассу пререкрутов (узкопалых самцов) по ловушечным уловам затруднительно, так как уловистость этой группы крабов крайне низка из-за обособленности поселений разноразмерных групп краба и внутривидовой пищевой конкуренции (крупные самцы препятствуют проникновению мелких особей в ловушки).

Промысел краба-стригуна ангулятуса в Центральной части Охотского моря не ведётся, несмотря на утверждение ОДУ с 2019 г. Предложенная величина ОДУ для этого объекта, рассчитанная на 2021-2024 гг. в объёме 67 т, в эти годы также не использовалась промыслом. В отличие от ангулятуса, освоение ОДУ краба равношипного в Центральной части

Охотского моря (обитающего на сопредельных глубинах) в 2021-2023 гг. было высоким (92,8-99,3% от ОДУ), но, по данным 2024 г., снизилось до 50,6%. Однако невысокое освоение связано не с состоянием запаса ВБР, а с перераспределением квот на добычу краба равношипого, в связи с уходом с промысла крупного держателя их долей. В то же время, освоение запасов ангулятуса в Центральной части Охотского моря, вероятно, произойдет после реализации инвестиционных квот.

Определение биологических ориентиров и обоснование правила регулирования промысла (ПРП). Граничные и целевые ориентиры при существующем информационном обеспечении установить невозможно. Ранее статус запаса ангулятуса в Центральной части Охотского моря устанавливался как «неопределённый», так как до 2015 г. он не исследовался. Ловушечными съёмками были разведаны и подтверждены промысловые скопления ангулятуса в срединной части Охотского моря. Поселения стригуна ангулятуса в этом районе разрежены, поэтому для стимулирования добычи этого объекта статус его запаса изменён с «неопределённого» на «вводимый в промысел» [Алексеев и др., 2017]. При развитии промысла и получении необходимого и достаточного информационного обеспечения, планируется перейти к обоснованию величины вылова на основе ПРП [Бабаян, 2000], с оценкой коэффициента эксплуатации.

Оценка состояния и прогноз промыслового запаса. По данным учётно-ловушечной съёмки 2015 г., численность промысловых самцов на площади 42,3 тыс. км² составила 11,257 млн экз. (5,865 тыс. т). Так как краб-стригун ангулятус на большой акватории плотных концентраций не образует, отдельно был подсчитан запас на площади 2,345 тыс. км², со средним уловом 2 экз./лов., запас на этом участке составил 1,649 млн экз. (0,859 тыс. т).

Учётно-ловушечной съёмкой 2018 г. детально обследована акватория северной части района, где стригун ангулятус обитает совместно с равношипым крабом. Численность самцов промыслового размера на исследованной акватории (6,364 тыс. км²) составила 1,712 млн экз. (1,162 тыс. т). Отдельно была подсчитана численность самцов промыслового размера на площади 1,1 тыс. км², со средним уловом более 2 экз./лов., которая составила 0,991 млн экз. (0,673 тыс. т).

В 2025 г. при проведении учётной съёмки на площади 13,3 тыс. км² промысловая численность и биомасса краба-стригуна ангулятуса в Центральной части Охотского моря составила 4,413 млн экз. или 3,014 тыс. т. В целях получения объективного состояния запаса выполнено сравнение биомассы промысловых особей в съёмках 2018 и 2025 гг. Для сравнительной характеристики запаса выбрана акватория общая для съёмок 2018 и 2025 гг., с расчётной площадью 6,2 тыс. км². По итогам расчётов, на этой акватории Центральной части Охотского моря выявлено увеличение биомассы краба-стригуна ангулятуса в 28%.

Обоснование объёма ОДУ. Для промысла рекомендуется запас, рассчитанный как превышение биомассы 2025 г. (+28%) к величине биомассы, полученной по результатам съёмки 2018 г., на акватории наиболее

частой встречаемости ангулятуса. Эта величина составила 0,861 тыс. т. (1,260 млн. экз.). Несмотря на отсутствие организации промышленного лова ангулятуса в Центральной части Охотского моря с момента открытия запаса для промысла, возможность организации его добычи по-прежнему актуальна. В связи с этим, ОДУ рекомендуется определить по наиболее объективной оценке промыслового ресурса, полученной в 2025 г.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна ангулятуса в подрайоне Центральная часть Охотского моря на 2027 г. в объёме 0,086 тыс. т.**

Краб-стригун красный (*Chionoecetes japonicus*)

61.06. – зона Японское море

61.06.1 – подзона Приморье

Исполнители: А.Г. Слизкин, И.С. Черниенко (ТИНРО)

Куратор: Д.А. Ботнев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Анализ биологического состояния, оценка и прогноз запаса краба-стригуна красного выполнены для всей подзоны Приморье.

Материалом послужили данные промысла, проведённого с 1 января по 10 октября 2025 г. на свале глубин Приморья от 42°30 до 48°01 с.ш., а также ретроспективные данные ловушечных учетных съёмок и статистика промысла за 2008-2025 гг.

Целью исследований являлось получение сведений о пространственном распределении краба-стригуна красного в северо-западной части Японского моря в районах его промышленного лова и об условиях формирования промысловых скоплений.

Состояние краба-стригуна красного в 2025 г. в рамках мониторинга промысла не исследовано по производственным причинам, возникшим у АО «РК» «Восток-1», на краболовных судах которого планировалось собрать материал.

Обработку промысловых материалов проводили в соответствии с действующими методиками Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО») [Руководство..., 1979; Низяев и др., 2006]. Для анализа промысла использовали данные судовых суточных донесений (ССД) из отраслевой системы мониторинга Росрыболовства. По данным 2025 г. построены карты распределения и оценен запас промысловых самцов размером ≥ 90 мм ШК.

Учитывая вышеизложенное, структура и качество доступного информационного обеспечения для данной единицы запаса соответствуют II уровню, согласно Приложению 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. Район обитания краба-стригуна красного в 2007-2025 гг. промыслом был охвачен неравномерно (рис. 1А, Б). Широко варьировали сроки промысла, промысел велся судами различных типов. Такой разброс факторов вносит дополнительную вариабельность в индекс обилия, поэтому необходимо применять процедуру стандартизации промыслового усилия [Баканев, 2019; Буяновский, 2019; Кулик, Варкентин, Ильин, 2020; Черниенко, 2021; Приказ Росрыболовства от 06.02.2015 № 104 (ред. от 04.04.2016)].

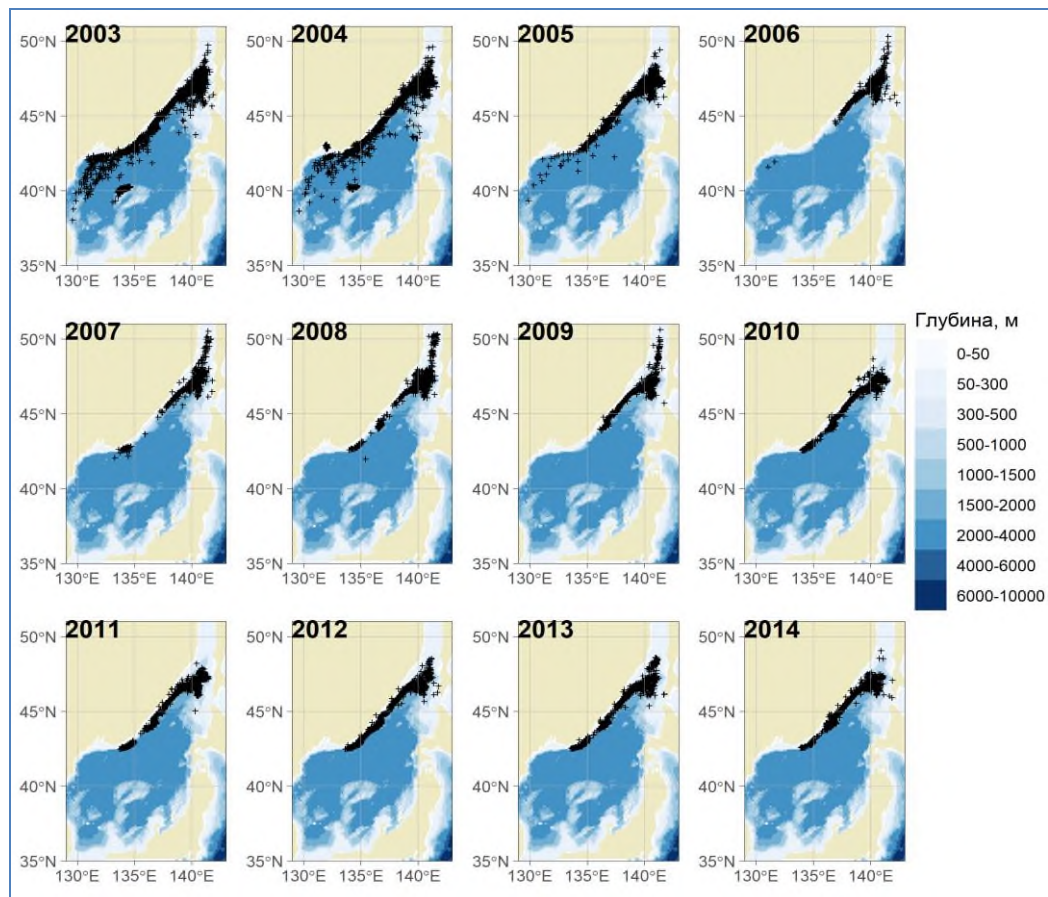


Рис. 1А. Распределение промыслового усилия в 2003-2014 гг.

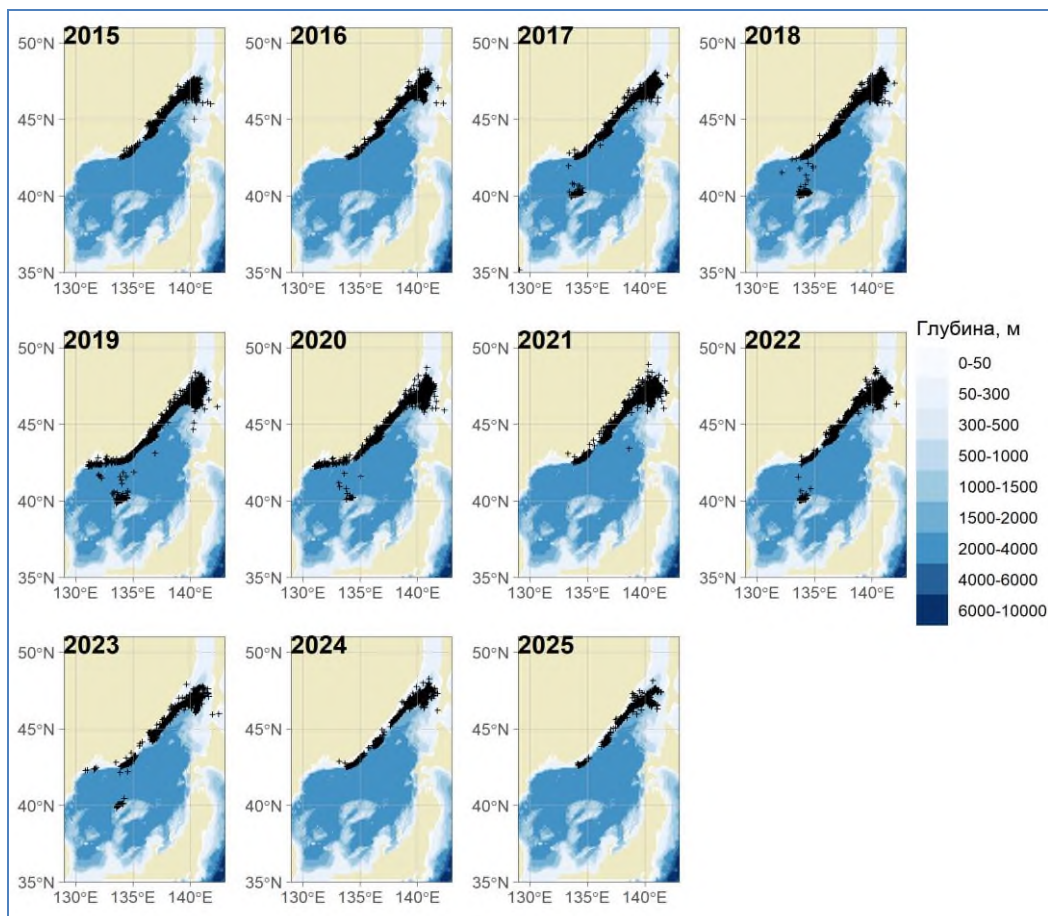


Рис. 1Б. Распределение промыслового усилия в 2015-2025 гг.

На *рисунке 2* приведена динамика сопутствующих природных и производственных факторов. D – глубина, м, L – длина судна, м, P – мощность двигательной установки, Квт, p_Y – доля года, E – промышленное усилие для судна, сутки. Как видно, эти факторы также изменялись в широком диапазоне.

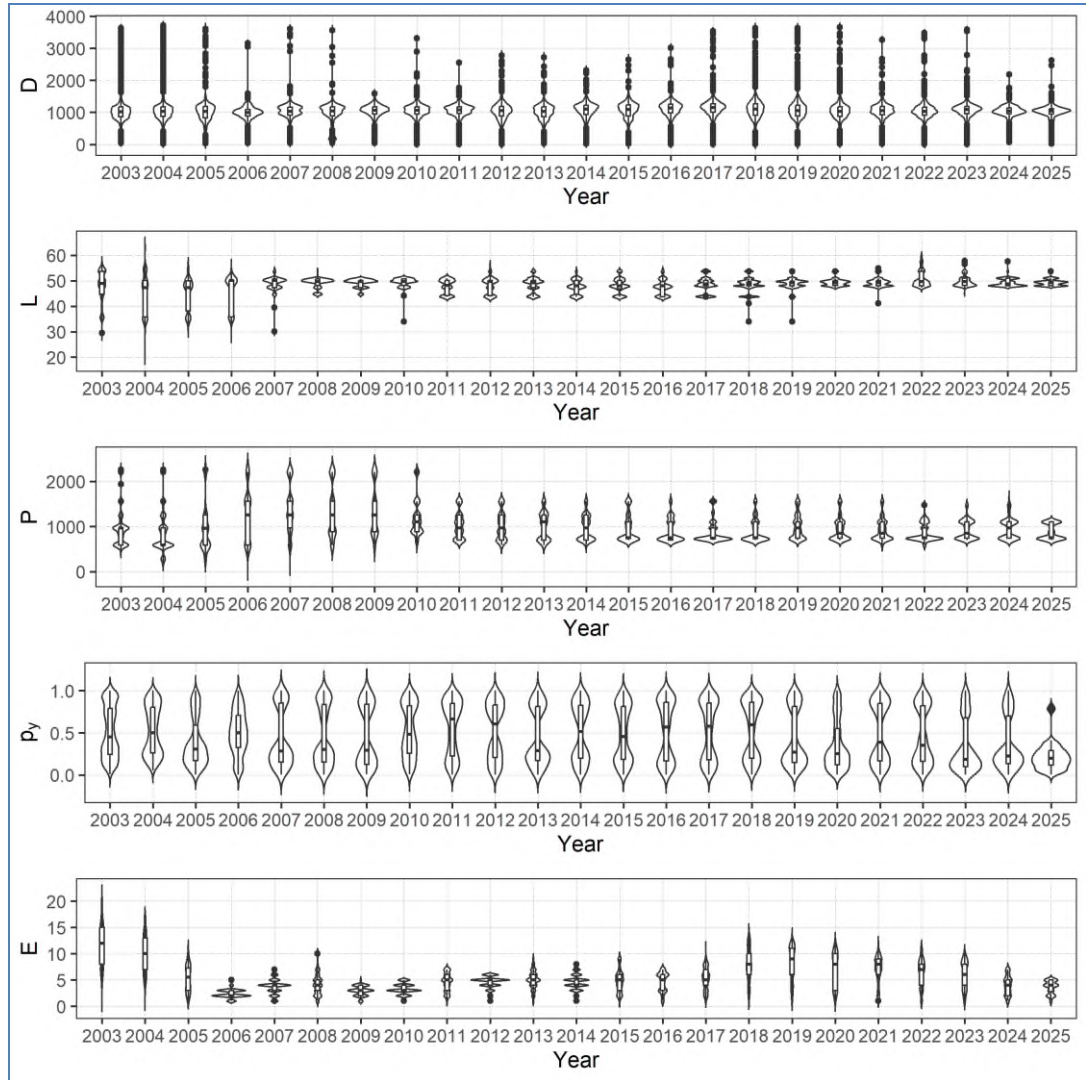


Рис. 2. Динамика значений природных и производственных факторов в 2003-2025 гг.

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.

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 промышленное 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:

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

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

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

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

$$д \quad CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_Y) + s(E) \quad (8)$$

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

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

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

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

$$к \quad CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + s(L) + s(E) \quad (13)$$

где $CPUE$ – математическое ожидание интенсивности промысла, s – тонкоплечный регрессионный сплайн (TPC) [Wood, 2003], te – тензорное произведение, f^Y – коэффициент для фактора года.

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 (9) (табл. 2)

Таблица 2

Информационные критерии и объясненная дисперсия для моделей-кандидатов

		AIC	BIC	Var _{expl}
<i>a</i>	(4)	125955	126164	12,3%
<i>б</i>	(5)	125504	125744	13,4%
<i>в</i>	(6)	124104	124487	16,9%
<i>г</i>	(7)	123521	123935	18,3%
<i>д</i>	(8)	123419	123858	18,6%
<i>e</i>	(9)	122916	123381	19,7%
<i>ж</i>	(10)	123498	123947	18,4%
<i>з</i>	(11)	123181	123635	19,1%
<i>и</i>	(12)	122926	123408	19,7%
<i>к</i>	(13)	123048	123514	19,4%

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	138,87
λ	46,28
D	1059
d_{γ}	0,373
P	882
E	6

Номинальные и стандартизованные значения индексов, приведены на рисунке 3.

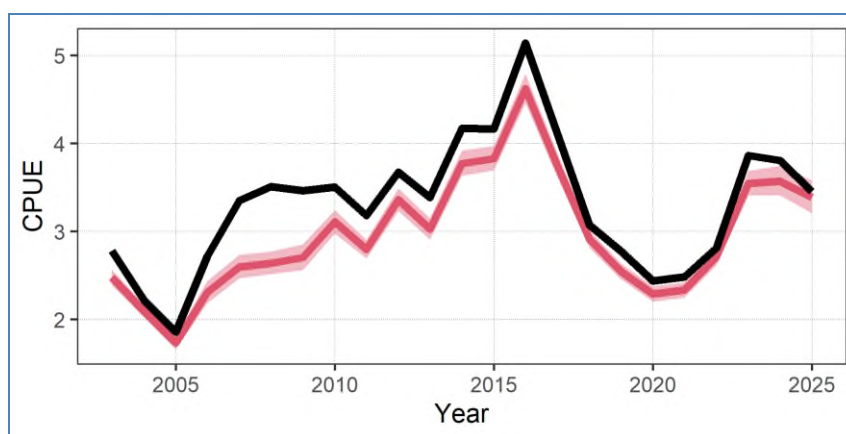


Рис. 3. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов с доверительными интервалами (красная область).

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 производственными моделями [Deriso, 1980; Schnute, 1987].

Уравнение модели имеет вид:

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

здесь t – год промысла, a_R – возраст пополнения, w_{aR} , w_{aR-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:

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

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

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

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

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 и численности рекрутов по материалам учетных траловых и ловушечных съемок, полученные методом площадей, уловы на ловушку промысловых самцов и рекрутов, соответственно, в килограммах и экземплярах, по данным ловушечных съемок и наблюдений на промысле.

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. Доступная величина к вылову краба-стригуна красного в 2025 г. оценена в 6,11 тыс. т (табл. 4). При вылове 1,75 тыс. т, на конец октября, освоение составило около 29%, то есть произошло снижение этого показателя по сравнению с предыдущим годом почти на 25%. Причина такого недоосвоения ОДУ кроется не в уменьшении плотности запаса и ухудшении биологического состояния крабов, а в закрытии промысла во второй половине года для основного числа краболовных судов по форс-мажорным обстоятельствам.

Таблица 4

Динамика запаса, ОДУ, вылова и освоения краба-стригуна красного в подзоне Приморье в 2005-2025 гг.

Годы	Запас, млн экз.	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение, %
2005	119	11,9	2,77	23,3
2006	115,9	11,59	2,33	20,1
2007	126	12,9	2,78	21,6
2008	119,6	12,25	3,3	26,9
2009	139,8	13,98	3,7	26,5
2010	102,7	10,27	3,49	34,0
2011	95,9	6,71	3,86	57,5
2012	101,1	6,71	3,96	59,0
2013	136,6	6,78	3,75	55,3
2014	128,0	7,5	5,12	68,3
2015	146,3	6,42	5,8	90,3
2016	159,3	7,34	6,1	83,1
2017	167,1	7,17	5,89	82,1
2018	223,0	9,36	6,95	74,3
2019	171,7	7,9	5,005	63,4
2020	194,3	4,3	3,37	73,02
2021	181,6	6,81	3,657	53,7
2022	137,14	6,13	4,465	72,8
2023	131,75	5,9	3,68	62,37
2024	119,23	5,6	3,05	54,46
2025	151,10	7,10	1,72*	28,6

* – на начало ноября 2025 г.

В начале 2025 г., по апрель, включительно, уловы за судосутки составили чуть более 3 т, и были примерно такими же, как в и 2024 г. (рис. 4), однако, позже уменьшились до ~ 2 т за судосутки по причинам, указанным выше.

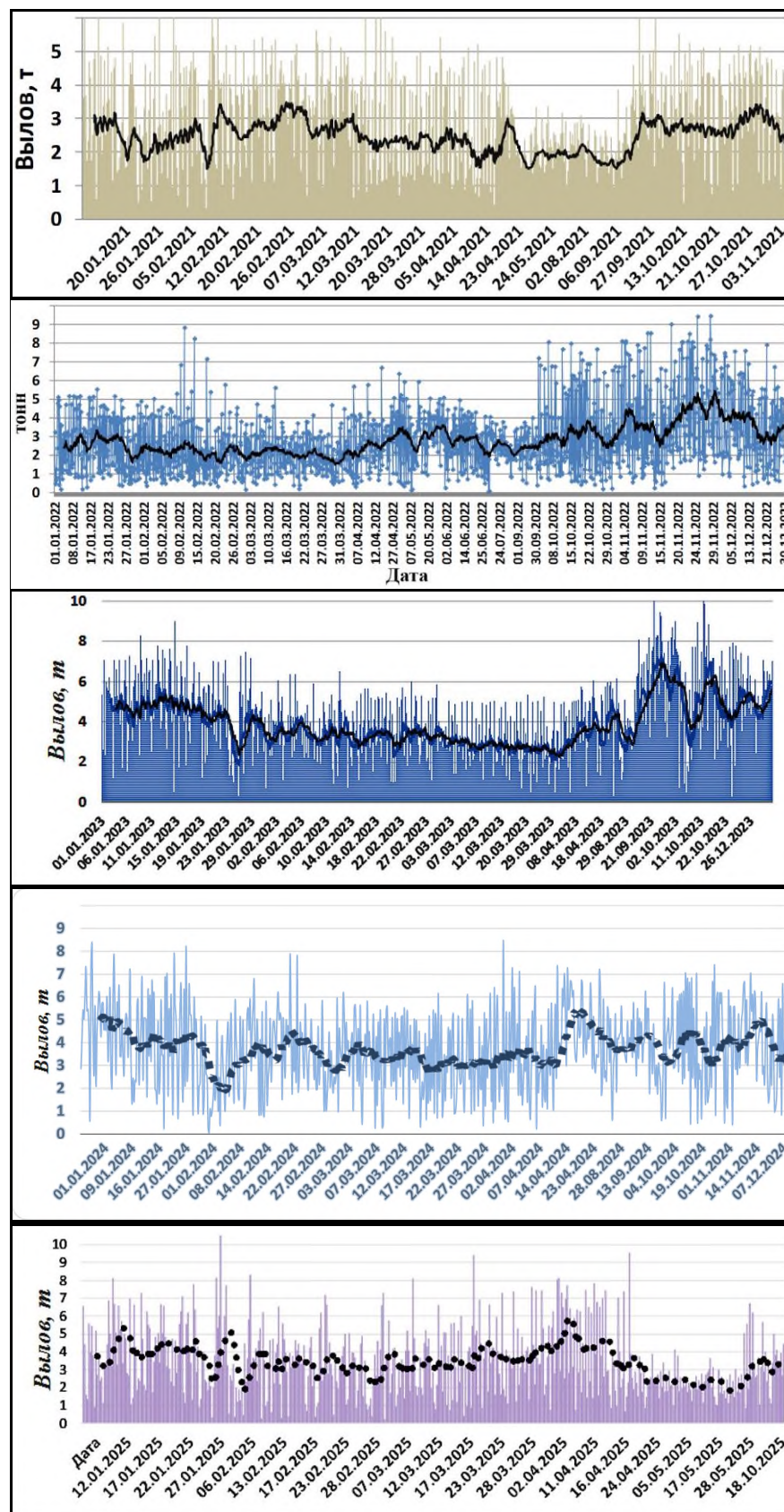


Рис. 4. Вылов за судосутки краба-стригуна красного в подзоне Приморье в 2021-2025 гг. Данные ССД отраслевой системы «Мониторинг» Росрыболовства.

В 2020-2025 гг. краба промышленяли на приматериковом склоне российских вод Японского моря, а в 2022 и 2023 гг. – и в районе банки Кита-Ямато (рис. 5А-5Е).

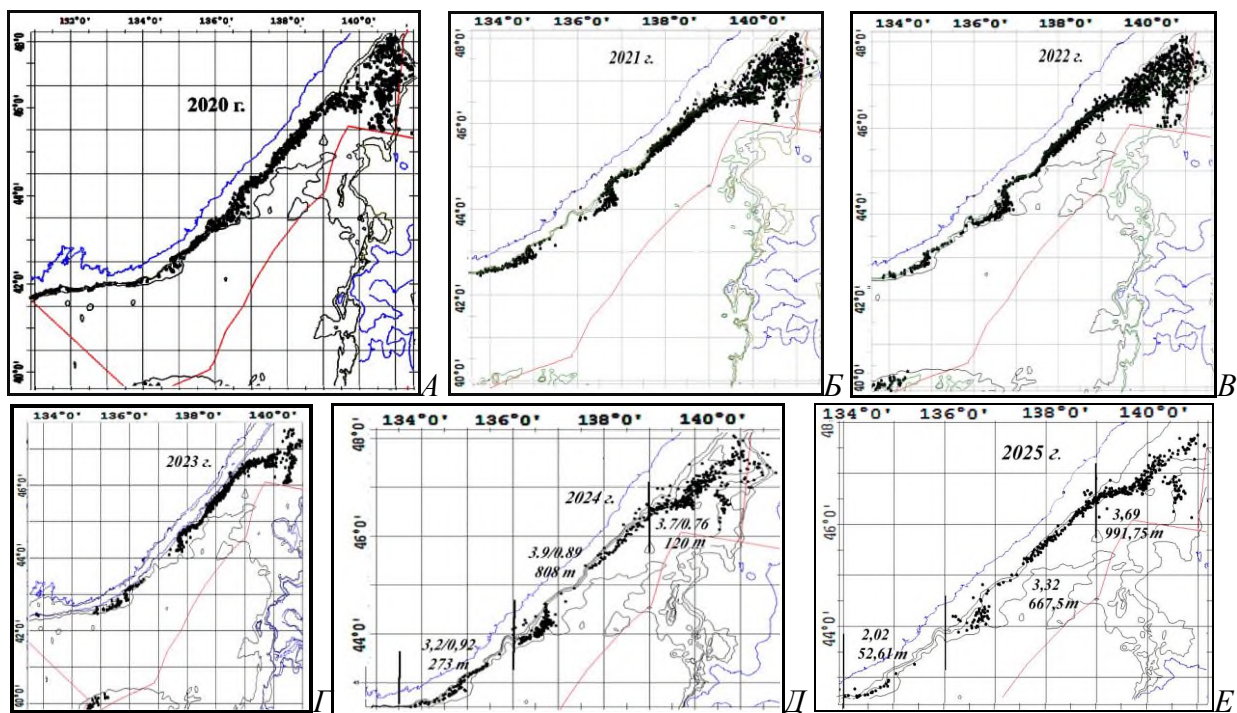


Рис. 5. Положение полей промысла краба-стригуна красного в подзоне Приморье в период 2020-2025 гг. (А-Е).

В районе узкого материкового склона зал. Петра Великого промысел краба-стригуна красного, по ряду причин, не ведется, хотя запасы промысловых самцов на этом участке имеются [Слизкин, Деминов, 2012].

Согласно данным ССД отраслевой системы «Мониторинг» Росрыболовства, в 2011-2024 гг. на промысле находилось от 7 до 22 краболовных судов, принадлежащих от 6 до 13 квотовладельцам. В 2016 г. отмечен максимум среднесуточного вылова – 5,3 т. В 2022 г. краба добывали наибольшее число краболовных судов – 22, когда на промысел пришли новые промысловые краболовные суда, не имеющие опыта глубоководного лова, что привело к уменьшению показателя среднесуточного вылова до 2,16 т. В 2025 г. краба добывали 8 краболовных судов 5-ти фирм квотовладельцев, вылов за судосутки составил 3,45 т, что немного меньше, чем в 2024 г. (табл. 5).

Таблица 5

Количество фирм квотовладельцев, краболовных судов, участвующих в промысле краба-стригуна красного, вылов за судосутки промысловых самцов в подзоне Приморье в 2011-2025 гг.

Годы	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Квото-влад.	6	10	10	9	13	12	11	12	12	10	11	13	10	8	5
Судов	8	17	7	11	11	8	14	19	18	19	20	22	13	11	8
Улов за с/сут, т	3,18	3,56	3,03	4,35	4,42	5,3	4,5	3,2	2,8	2,4	2,5	2,16	3,9	3,72	3,45

В 2023 г. эффективность промысла краба-стригуна красного составила 3,9 т за судосутки после пятилетнего периода сравнительно низкого уровня

этого показателя – 2,16-3,20 т. Как видно на *рисунке 6*, где показано размещение промысловых усилий по промысловому ареалу на промысле краба-стригуна красного, в 2024 и 2025 гг. значительная его часть не осваивалась. Результаты промысла в 2025 г. усугубили эту ситуацию, появились свидетельства о недоосвоении оцененного ресурса этого глубоководного краба-стригуна по причине недостаточности промыслового флота, что может послужить причиной увеличения плотности скоплений и основанием для обоснования стабильной величины объема изъятия.

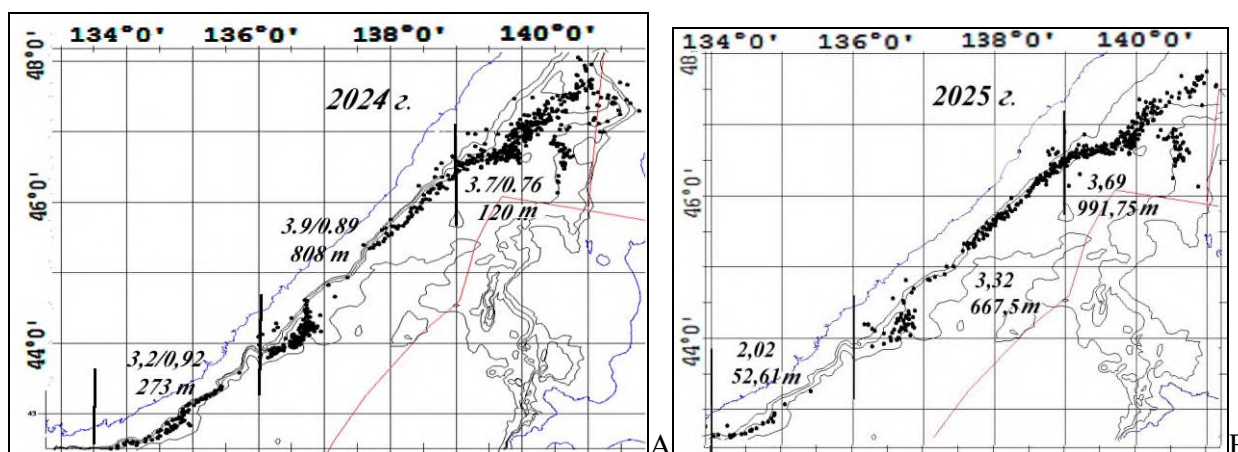


Рис. 6. Положение условных участков промысла краба-стригуна красного в подзоне Приморье в 2024 и 2025 гг. Перед каждым участком показан вылов за судосутки (в 2024 г. вылов за одно усилие показан через слеш), и общий вылов за путину в тоннах.

Такая динамика лова обуславливается и общей плотностью запаса промысловых самцов и ее неравномерным распределением по району промысла. Сравнительно малое количество краболовных судов обеспечивает возможность размещения промысловых участков краболовных судов на скоплениях повышенной плотности крабов. Однако, снижение вылова за судосутки в конце текущего года до 2 тонн послужило поводом для выведения из промысла наиболее эффективно работающих краболовных судов АО «РК» «Восток-1».

По отдельным участкам распределения краба-стригуна красного промысловые усилия и эффективность лова были неравномерными, что подтверждается при условном делении общего промыслового района на участки между меридианами 139°00', 136°00' и 134°00' в.д.: Восточный, Центральный, Западный. Самым продуктивным участком в 2024 г. был Центральный, где добыто 808 т краба, при среднесуточном улове 3,9 т за судосутки, а в 2025 г. – Восточный, где добыто 991 т, при среднесуточном улове за судосутки 3,69 т. Эти участки традиционно обеспечивают наибольшие среднесуточные уловы в подзоне. Эффективность лова в Западном участке была существенно ниже.

Анализируя размеры промысловых самцов 2019-2023 гг. (*рис. 7*) заметно их резкое уменьшение в 2023 г., по сравнению с предыдущими, 2019-2022 гг., когда основная группировка ШПС сохранялась в среднем на уровне 114-115 мм по ширине карапакса. Мониторинг в 2023 г. проведен в

координатах 42°29'-43°16' с.ш., 133°50'-135°15' в.д., в этом районе были зафиксированы крайне низкие размеры ШПС – 100 мм (рис. 7Г). Причиной такой ситуации могут быть как сбор информации на локальном участке проведения учетных работ, так и естественная элиминация промысловых широкопалых самцов, отмеченных при проведении учетных работ в 2020 и 2022 гг. (рис. 7Б, 7В).

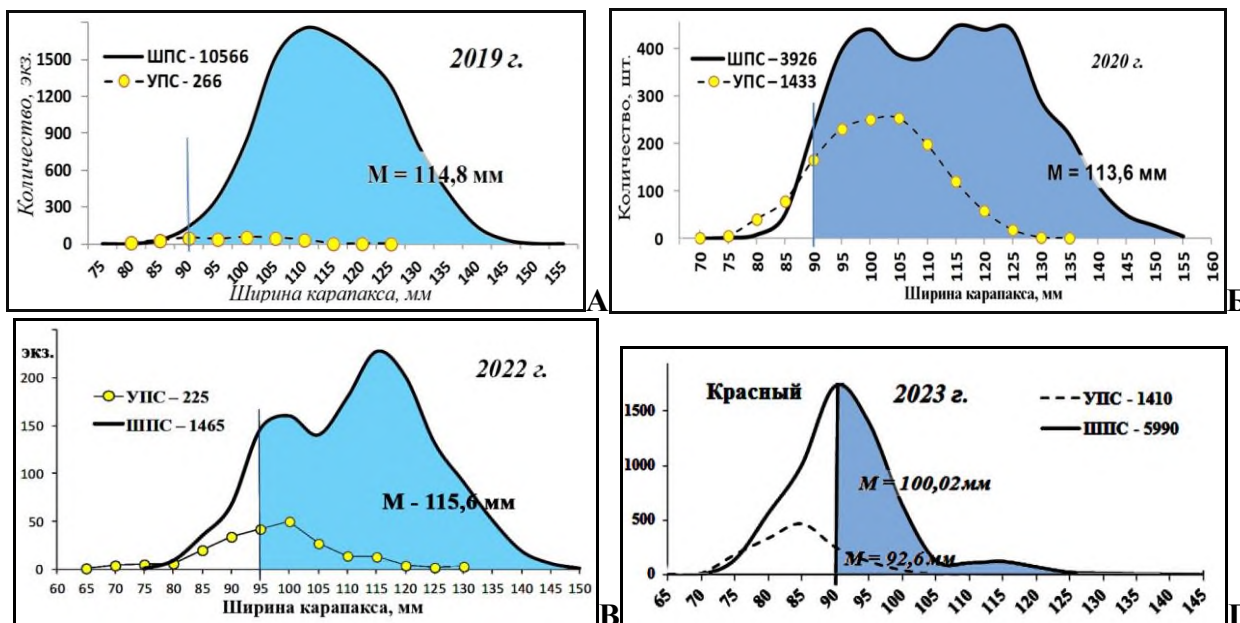


Рис. 7. Динамика размеров краба-стригуна красного в подзоне Приморье в 2019-2023 гг.

К сожалению, позже, в 2024 и 2025 гг., сбор данных на промысловых судах не проводился, поэтому сравнительные данные размерного состава краба-стригуна красного за эти годы отсутствуют.

Определение биологических ориентиров. В качестве основного ориентира управления в обосновании берется промысловый запас, рассчитанный в пределах полигона, который обследовался последние 18 лет. В качестве целевого ориентира принято среднееголетнее значение за период, когда оценка численности запаса находилась в диапазоне 95-228 млн экз. Запас краба-стригуна красного в 2021 г. понизился до уровня целевого ориентира (рис. 8, верхняя линия), а в 2022-2025 гг. оказался ниже его.

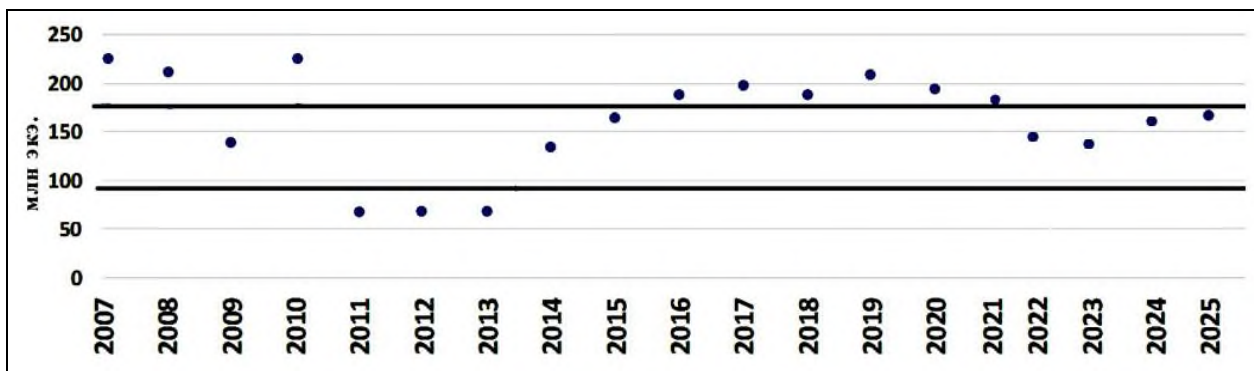


Рис. 8. Динамика промыслового запаса краба-стригуна красного в подзоне Приморье.

В качестве целевого ориентира по коэффициенту эксплуатации традиционно использовалось значение 10%. Для запаса глубоководного краба-стригуна красного, находящегося в относительно благополучном состоянии, тем не менее, с некоторой долей понижения ниже целевого ориентира, эта величина представляется реальной и в ближайшей перспективе, то есть значение коэффициента принимается в 10%. Биологические ориентиры для краба-стригуна красного подзоны Приморье приведены в *таблице 6*.

Таблица 6

Биологические ориентиры для краба-стригуна красного подзоны Приморье (биомасса в тыс. т)

B_{lim}	B_{tr}	u_0	u_{tr}	u_{lim}
23,7	60	0%	10%	20%

Прогнозирование состояния запаса. Оценка запаса краба-стригуна красного в 2025 г., полученная по результатам моделирования, находится в 95% доверительном интервале 64,85-80,97 тыс. т (138,00-172,31 млн экз.), в среднем – 72,91 тыс. т (155,16 млн экз.). Оценка ожидаемой в 2027 г. величины запаса находится в 95% доверительном интервале 59,93-82,08 тыс. т (127,53-174,67 млн экз.), в среднем – 71,01 тыс. т (151,10 млн экз.) (*рис. 9*).

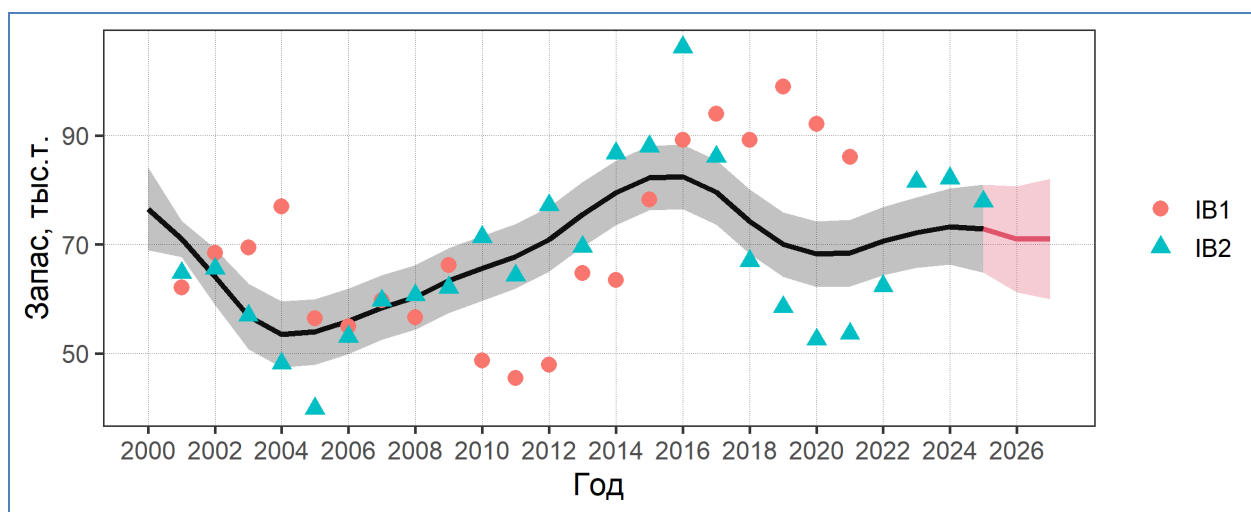


Рис. 9. Динамика промысловой биомассы краба-стригуна красного. IB1 – оценки запаса, IB2 – интенсивность промысла.

Обоснование объема ОДУ. Согласно построенного ПРП, оптимальная доля изъятия краба-стригуна красного в подзоне Приморье составит 10%.

Таким образом, ОДУ краба-стригуна красного в 2027 г. в подзоне Приморье может составить 7,10 тыс. т (15,11 млн экз.) (*рис. 10*).

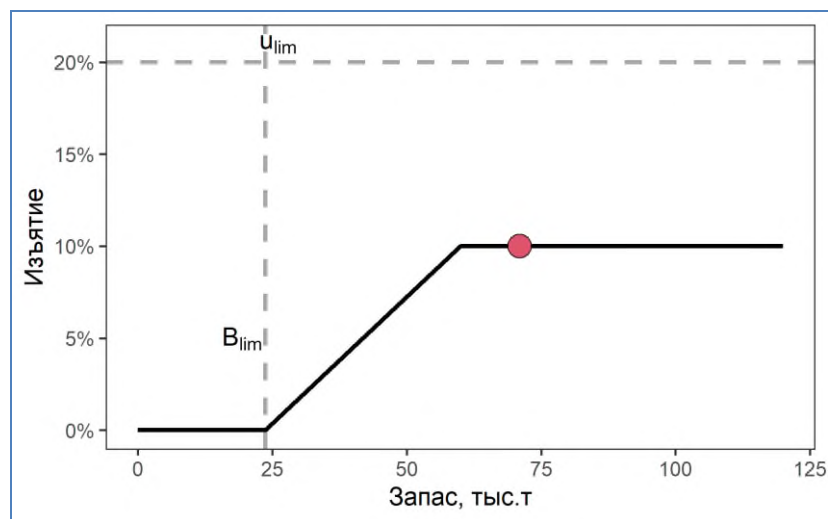


Рис. 10. Графическое представление ПРП для краба-стригуна красного подзоны Приморье.

Учитывая то обстоятельство, что в 2025 г. учётных съёмов не проводилось, предлагается ОДУ в 2027 г. оставить на уровне 2026 г., то есть ОДУ 2027 г. краба-стригуна красного в подзоне Приморье составит 7,04 тыс. т (14,97 млн экз.).

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна красного в подзоне Приморье на 2027 г. в объеме 7,040 тыс. т.**

Краб-стригун красный (*Chionoecetes japonicus*)

61.06 – зона Японское море

61.06.2 – подзона Западно-Сахалинская

Исполнитель: А.Г. Слизкин (ТИНРО)

Куратор: Д.А. Ботнев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Для оценки состояния запаса краба-стригуна красного Западно-Сахалинской подзоны и его прогноза на 2027 г. использованы данные промысловой статистики по суточным донесениям краболовных судов.

Учетные глубоководные съемки в рамках мониторинга Западно-Сахалинской подзоны не проводились с 2011 г. В 2025 г., согласно ОСМ «Рыболовство», при промышленном лове в подзоне выполнено 42 постановки промысловых порядков ловушек (рис. 1) 2-мя судами, при этом было добыто 102,2 т промысловых самцов красного краба-стригуна, при среднем улове – 2,43 т за судосутки промысла (табл. 1).

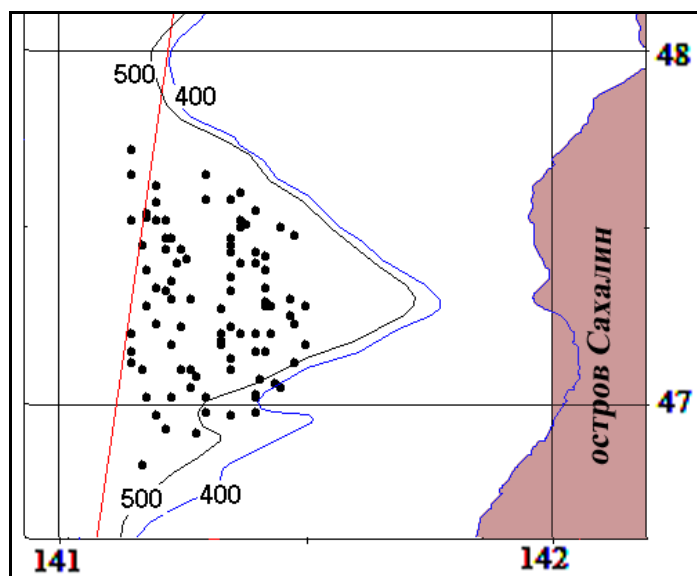


Рис. 1. Точки постановок порядков ловушек при промышленном лове краба-стригуна красного в Западно-Сахалинской подзоне в 2025 г. Данные ССД краболовных судов.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. В 2002-2006 гг. официальный вылов красного краба-стригуна достигал 54-94% от ОДУ. Облавливается красный стригун на глубинах 600-1300 м. С 2011 г. ОДУ красного краба-стригуна устанавливается на уровне 300 т, освоение его в эти годы было небольшим – от 6 до 93,6% (табл. 1). По данным ИС «Рыболовство», в 2025 г. краба промыслили 2 судна. Наибольшее число краболовных судов было на промысле в 2022 г. – 8 судов, в этом же году отмечен и наибольший вылов – 280,9 т. Средний вылов краба-стригуна красного за 15 лет составил 95,1 т. Среднесуточный вылов за последние годы был сравнительно ровный – 2,1-2,5 т.

Таблица 1

Общий и суточный вылов, % освоения ОДУ и количество судов на промысле краба-стригуна красного в Западно-Сахалинской подзоне в 2011-2025 гг.

Годы	Общий вылов, т	Вылов за судосутки, т	Освоено, %	Судов на промысле
2011	53,9	1,38	18,0	2
2012	46,7	2,59	15,6	1
2013	19,3	1,93	6,4	3
2014	53,5	2,23	17,8	3
2015	57,8	1,65	19,3	2
2016	38,3	3,48	12,8	2
2017	63,5	3,35	21,2	3
2018	137,7	2,03	45,9	3
2019	155,3	3,7	51,8	4
2020	77,3	1,9	25,8	4
2021	89,0	2,1	29,7	3
2022	280,9	2,3	93,6	8
2023	113	2,1	37,7	5
2024	111,2	1,66	37,1	4
2025	102,2	2,43	20,5	2
Среднее	96,1	2,3	30,2	—

Судя по представленной в *таблице 1* информации, промышленный лов в Западно-Сахалинской подзоне происходит сравнительно ровно. В 2022 г. при максимальном количестве судов на промысле (8 единиц), за судосутки краба добывали, в среднем, по 2,3 т. В навигационный период 2025 г., зимой с 01.01 по 04.03 и осенью с 07.09 по 10.10, вылов за судосутки краба-стригуна красного колебался от 0,5 до 4,0 т (*рис. 2*).

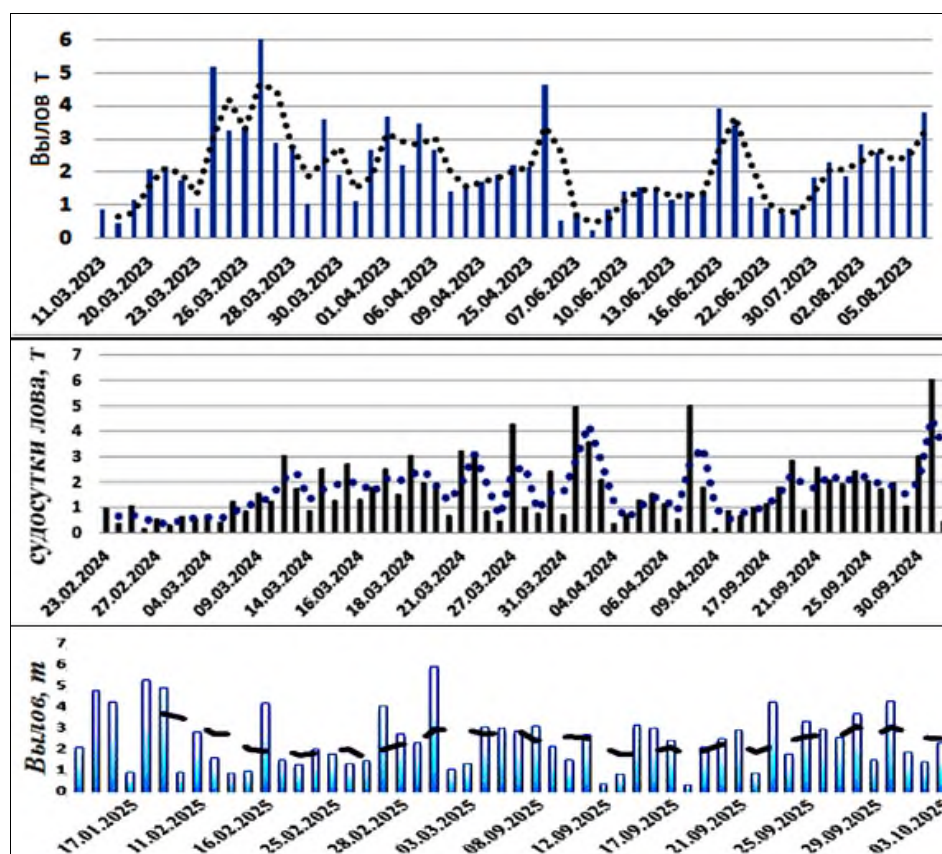


Рис. 2. Посуточный вылов красного стригуна в Западно-Сахалинской подзоне в 2023-2025 гг.

Данные о размерах промысловых самцов краба-стригуна красного в Западно-Сахалинской подзоне имеются за период с 2001 г. по 2010 г. Средние размеры промысловых самцов увеличивались с 121,2 мм в 2001 г. до 138,8 мм в 2007 г., а к 2010 г. вновь уменьшились – до 129,8 мм по ШК (рис. 3).

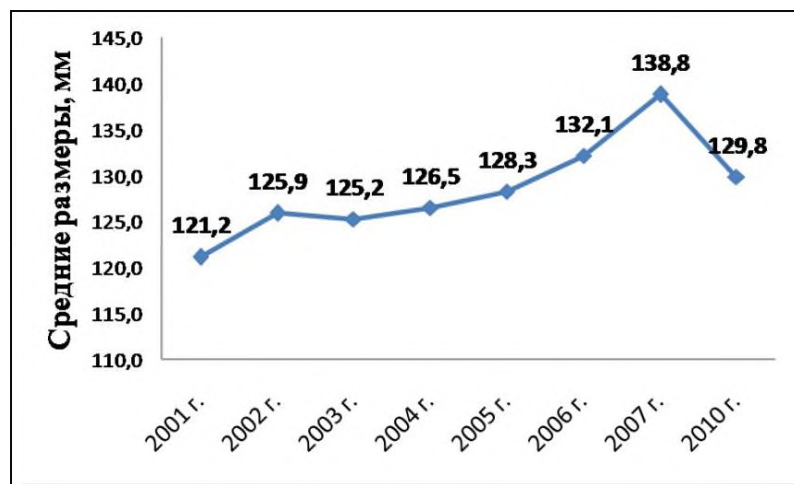


Рис. 3. Средние размеры промысловых самцов краба-стригуна красного в 2001-2010 гг.

С 2011 г. биостатистическая информация отсутствует, поскольку мониторинг на промысле краба-стригуна красного в Западно-Сахалинской подзоне не проводился.

Обоснование выбора метода оценки запаса. Учетные ловушечные съемки краба-стригуна красного в Западно-Сахалинской подзоне были выполнены более 10 лет назад (в 2010 и 2012 гг.). В 2010 г. на участке восточнее 141°00' в.д. было выполнено 50 выборок порядков на глубинах 1100-1400 м, в 2012 г. – 24 выборки на глубинах 1088-1185 м.

Для анализа и обработки данных использовалась программа электронных таблиц Excel v.7.0 с пакетом анализа для статистической обработки. Оценивался запас методом сплайн-аппроксимации (с учетом глубины) в ГИС КартМастер 4.1 [Бизиков и др., 2006]. На учетной станции площадь эффективного облова усечено-конической ловушки, используемой при промысле этого краба, традиционно принималась равной 3300 м².

Для расчета численности группировки краба, обитающей у западного Сахалина, при отсутствии данных о величине пополнения, неприемлемо применять в полной мере метод кривой вылова (ПРП). В отсутствии информации по НИР и учетных съемок в Западно-Сахалинской подзоне прогноз ОДУ красного краба-стригуна на 2027 г. носит инерционный характер.

Учитывая вышеизложенное, структура и качество доступного информационного обеспечения для данной единицы запаса соответствуют III уровню, согласно Приложению 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.

Определение биологических ориентиров. Краб-стригун красный в Западно-Сахалинской подзоне, как глубоководный вид, не значится в числе приоритетных. По уровню информационной обеспеченности и динамике основных показателей промышленного лова его запас можно отнести к статусу «стабильный».

Обоснование правила регулирования промысла. Ориентируясь на результаты промыслового лова краба-стригуна красного (сравнительно равномерные по годам уловы на усилие), неполное освоение величин общего допустимого улова (около 30%) не является критическим для рассматриваемого глубоководного стригуна у западного Сахалина.

Прогнозирование состояния запаса. При прогнозировании величины запаса краба-стригуна красного и перспектив его пополнения важно учитывать то обстоятельство, что в северной части Татарского пролива в Западно-Сахалинской подзоне обитает только небольшая часть япономорской популяции этого вида.

В связи с отсутствием в последние годы данных оценок численности для всей западно-сахалинской группировки краба-стригуна красного, оценить прогноз промыслового запаса на перспективу в настоящее время пока не представляется возможным.

Обоснование объема ОДУ. Данные промысловой статистики за 2011-2025 гг. характеризуют состояние показателей промышленного лова краба-стригуна красного в Западно-Сахалинской подзоне.

Исходя из величины запаса, рассчитанной по результатам исследований, с учетом «предосторожного» подхода, направленного на сохранение запаса краба-стригуна красного, а также с учетом положительной тенденции вылова за последние 3 года, величину вылова на 2027 г. рекомендуется оставить на прежнем уровне – 300 т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна красного в Западно-Сахалинской подзоне на 2027 г. в объеме 0,300 тыс. т.**

Краб волосатый четырехугольный (*Erimacrus isenbeckii*)

61.04 – зона Южно-Курильская

Исполнитель: Т.С. Чумак (СахНИРО)
Куратор: А.И. Буяновский (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. При подготовке материалов прогноза ОДУ краба волосатого четырехугольного в Южно-Курильской зоне на 2027 г. были использованы данные комплексных траловых съемок на НИС «Дмитрий Песков», «Профессор Пробатов» и РК МРТ «Бухоро» в 2001, 2003-2005, 2007, 2010-2012, 2018, 2020 и 2025 гг. (96 станций) (рис. 1, табл. 1). Всего было промерено и взято на биологический анализ 1358 экз. краба. Из этого объема в 2020 г. – 96 экз., в 2025 г. – 12 экз. на 6 станциях.

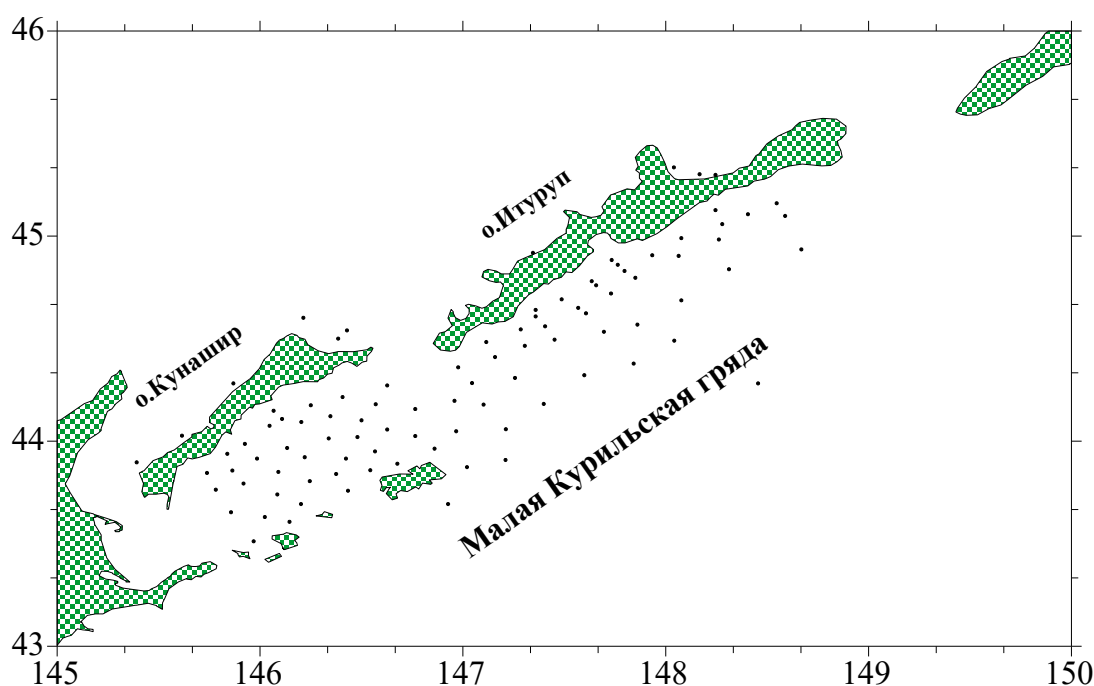


Рис. 1. Карта-схема комплексной траловой съемки на РК МРТ «Бухоро» в районе южных Курильских островов в 2025 г.

Таблица 1
Некоторые параметры ловушечных (1991-2011 гг.) и траловых (1999-2025 гг.) исследований, выполненных в Южно-Курильской промысловой зоне по крабу волосатому четырехугольному

Годы	Орудие сбора	Сезон сбора данных	Количество станций	Количество промеров (биоанализов), тыс. экз.
1991-2011	ловушки	весна, осень	6000	72,826
1999, 2001, 2008, 2010, 2011, 2018, 2020, 2025	трал	лето-осень	702	1,358

Использовали также биостатистические данные, полученные в ходе контрольного лова и научно-исследовательских работ на добывающих судах в 1991-2011 гг. В качестве орудий лова использовались конические ловушки японского образца. Всего было обработано 286 тыс. ловушек и взято на биоанализ порядка 73 тыс. экз. краба (см. *табл. 1*). Из этого объёма в 2011 г. – 719 экз.

При выполнении исследовательских работ наблюдения проводили в течение всего года, но в большей мере – в осенний период, так как в это время наблюдались максимальные уловы всех видов крабов. Поэтому при характеристике промысловых усилий приведены соответствующие по годам данные, полученные во второй половине лета и осенью.

Имеющиеся данные соответствуют III уровню информационной обеспеченности прогноза ОДУ, согласно приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.

Обоснование выбора методов оценки запаса. На основании данных, полученных в 2018 и 2020 гг., расчет запасов выполняли методами площадей [Аксютин, 1968] и интерполяции («Kriging»). При расчетах методом интерполяции коэффициент уловистости был принят равным 0,65, сетка – 100×100 [Wackernagel, 1995; Keckler, 1994].

Были определены промысловые ориентиры для формирования ПРП на основе «принципа предосторожности» [Бабаян, 2000].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Основные скопления волосатого краба расположены в Южно-Курильском проливе и с океанской стороны Малой Курильской гряды. Средний улов промысловых самцов в учетном трале в 2020 г. составлял 7,0 экз./трал., непромысловых – 18,0 экз./трал. Наибольшая плотность самцов краба (2163 экз./кв. км) была отмечена в координатах 44°02' с.ш., 146°31' в.д.

В 2025 г. вид встретился на 6 станциях в пределах широт в координатах 44°57,0'-45°07,6' с.ш., на глубинах 75-152 м. Максимальный улов краба, составляющий 337 экз./м², отмечался на станции с координатами 44°12,9' с.ш., 146°24,4' в.д., на глубине 75 м (*рис. 2*). Количество максимально пойманных особей за траление составило: промысловых самцов – 3 экз., самок – 3 экз. На остальных станциях уловы не превышали 1 экз. В акватории южных Курильских островов учетная численность промысловых самцов четырехугольного волосатого краба составила 79,3 тыс. экз., (биомасса 0,080 тыс. т).

Самцы промыслового размера, как и ранее, образуют скопление наиболее высокой плотности у о. Кунашир. Таким образом, пространственная локализация скоплений крабов в последние годы осталась без изменений.

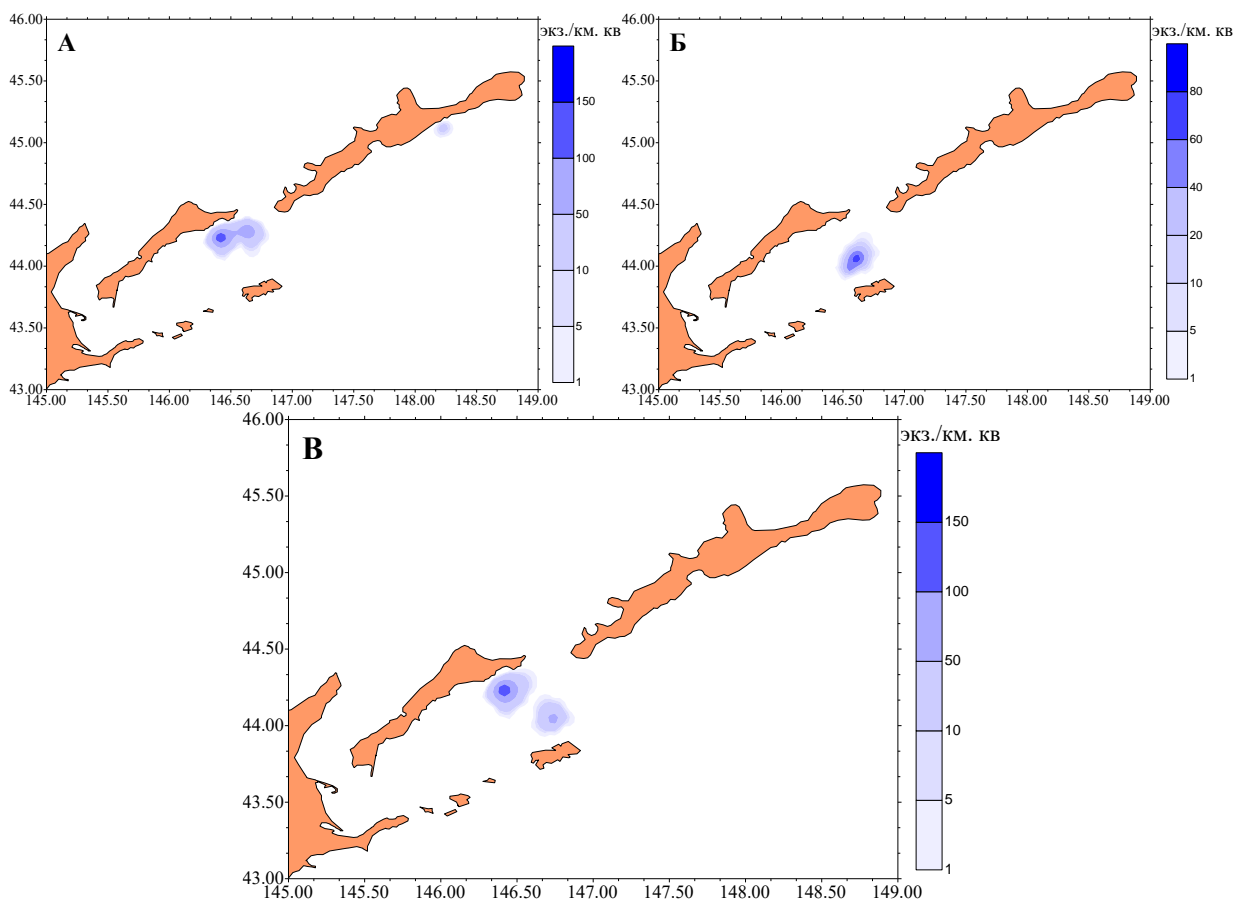


Рис. 2. Пространственное распределение промысловых самцов краба волосатого четырехугольного у южных Курильских островов в октябре в 2025 г.

По результатам исследований было отмечено снижение средних уловов промысловых самцов с 3,70 (1994 г.) до 0,22 (2007 г.) экземпляров на ловушку (рис. 3). В 2008-2009 гг. наблюдалось незначительное увеличение этого показателя до 0,98 и 1,14 экз./лов., соответственно. В 2011 г. средний улов на усилие промысловых самцов остался примерно на том же уровне, составляя 0,93 экз./лов.

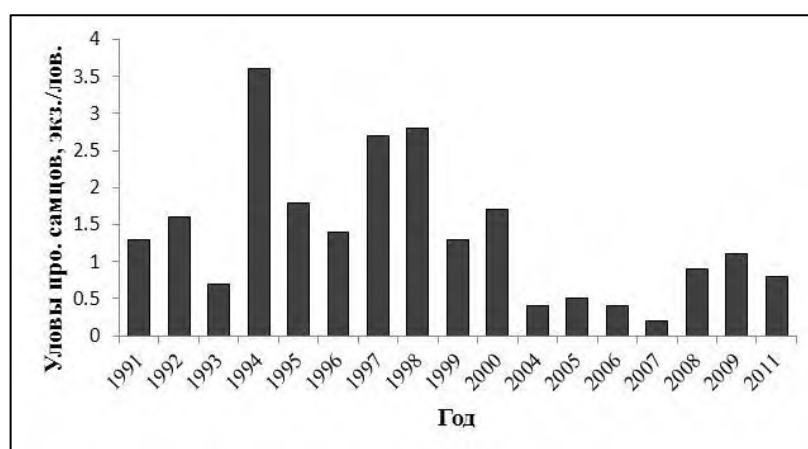


Рис. 3. Динамика уловов на усилие промысловых самцов краба волосатого четырехугольного у южных Курильских островов.

По данным промысловой статистики, годовой вылов резко снизился к

2000 г. – с 228 т до 10,21 т. На акватории, прилегающей к южным Курильским островам, с 2001 г. был рекомендован запрет на добычу четырехугольного волосатого краба, и объем ОДУ определялся исключительно для учетных съемок.

В 2001-2003 гг. контрольный лов краба волосатого не проводился, в 2005-2008 гг. изъятие краба на научные цели варьировалось от 1,6 до 8,5 т. В 2009 г. научно-исследовательские работы с применением ловушек выполняли без изъятия – вылова нет. Позднее ОДУ составлял около 1 т.

По данным траловых съемок, численность промысловых самцов краба волосатого четырехугольного снизилась с 815 тыс. экз. в 1995 г. до 152 тыс. экз. в 2001 г. В период с 2002 по 2009 гг. она упала настолько, что при выполнении траловых съемок краб в уловах встречался крайне редко. В 2018 г. отмечено увеличение численности (690 тыс. экз., в том числе, промысловых – 520 тыс. экз.), что, скорее всего, является результатом запрета промышленного лова этого вида у южных Курильских островов. Промысловая биомасса в 2018 г. достигла 419 т. В 2020 г. оцененная промысловая биомасса была существенно ниже, составляя 186 т. Возможно, величина запаса была занижена из-за разреженной сетки станций – было выполнено вдвое меньше траловых станций, чем в 2018 г. Такие колебания численности придают таким оценкам статус неопределенности.

С 1996 по 1999 гг. средний размер самцов по ширине карапакса снизился с 93,5 до 79,2 мм. В 2000 г., за счет снижения уловов младших возрастных групп, средняя ширина карапакса составила 92,7 мм. К 2005 году она уменьшилась до 86,8 мм на фоне падения уловов как промысловых, так и непромысловых самцов. В 2007 г. ширина карапакса варьировала от 65 до 100 мм, со средним значением – 82,5 мм. В 2008 и 2009 гг. средняя ширина карапакса увеличилась до 85,4 и 86,2 мм, соответственно (рис. 4).

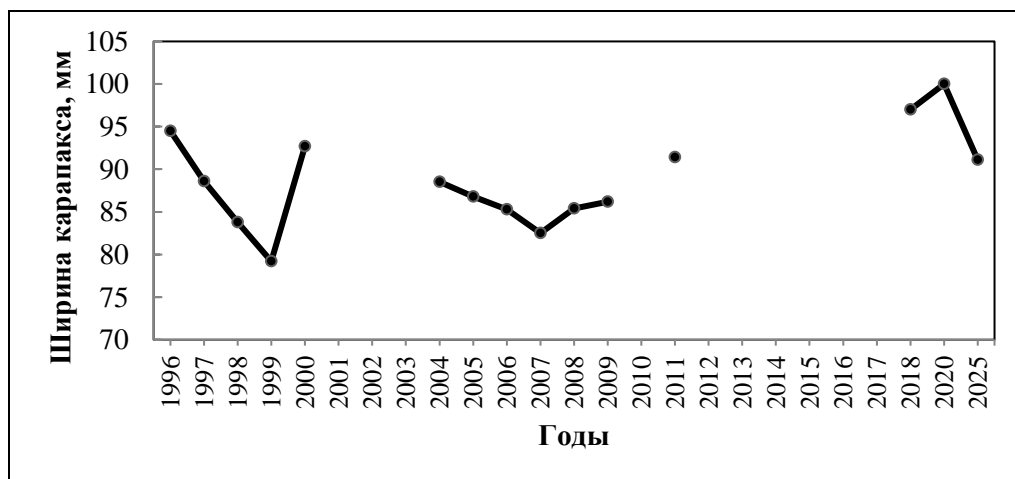


Рис. 4. Динамика средних размеров самцов краба волосатого четырехугольного в Южно-Курильском проливе, по материалам ловушечных исследований.

В 2011 г., по данным научно-исследовательских работ с применением ловушек, средний размер самцов четырехугольного волосатого краба превышал 91 мм (рис. 5). Увеличение этого показателя, по сравнению с таковым за 2008 и 2009 гг., возможно, связано с положительными

тенденциями в состоянии запаса после рекомендованного запрета на промышленный лов.

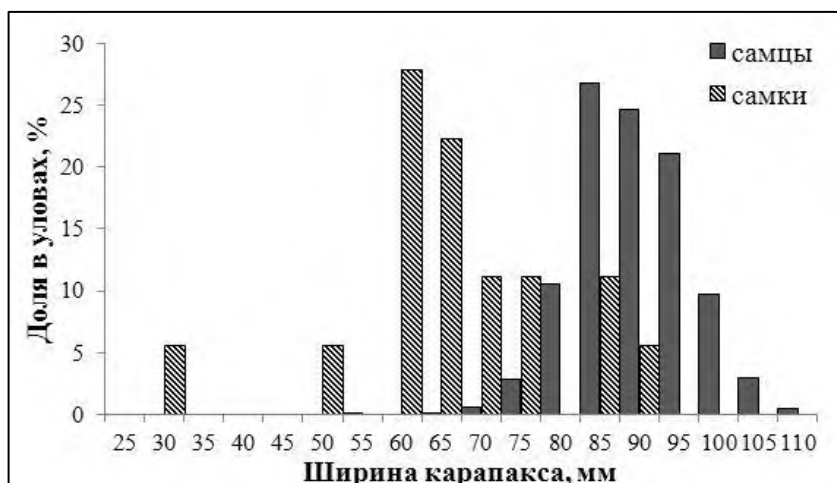


Рис. 5. Размерный состав самцов и самок краба волосатого четырехугольного у южных Курильских островов, по данным ловушечных исследований 2011 г.

Четырехугольный волосатый краб в траловых уловах в 2018 г. был представлен, в основном, самцами промыслового размера. Ширина карапакса самцов варьировала от 34 до 118 мм, при среднем значении – 93 мм, самок – от 30 до 107 мм, при среднем значении – 58 мм. Средний размер промысловых самцов составил 97 мм (рис. 6). Масса самцов изменялась в пределах 31-1350 г, в среднем составив 723 г, средняя масса промысловых самцов составила 806,4 г. Масса самок составила 24-736 г, при среднем значении – 205 г.

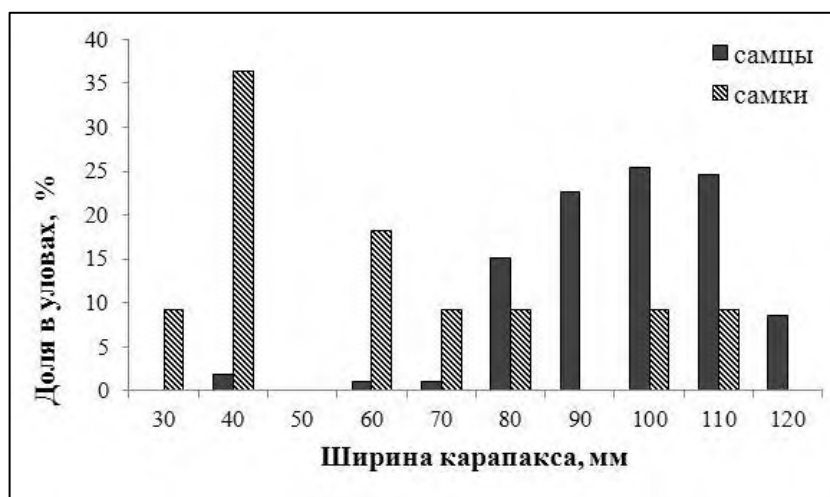


Рис. 6. Размерный состав самцов и самок краба волосатого четырехугольного у южных Курильских островов, по данным траловой учетной съемки 2018 г.

В 2020 г. в траловых уловах также доминировали самцы промыслового размера. Ширина карапакса самцов варьировала от 26 до 152 мм, при среднем значении – 71 мм (рис. 7). Средний размер промысловых самцов составил 100 мм.

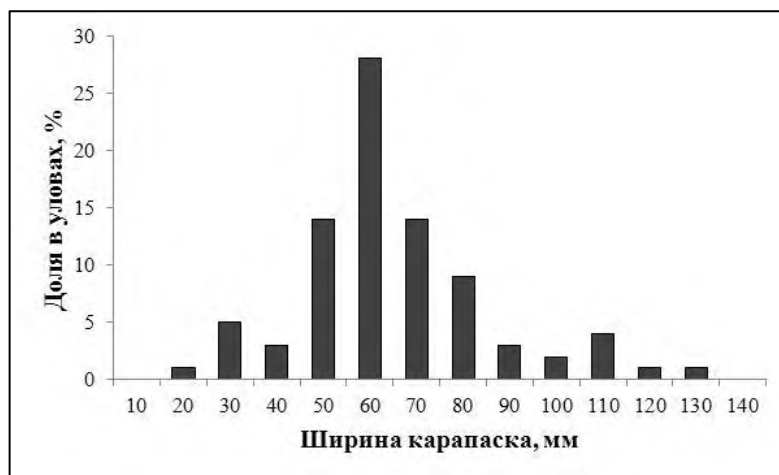


Рис. 7. Размерный состав самцов краба волосатого четырехугольного у южных Курильских островов, по данным траловой учетной съемки 2020 г.

Во время проведения траловой съемки в 2025 г. вид встречался единичными экземплярами (всего 12 шт.) на 6 станциях (6,3%), в координатах 43°57'0-45°05'6 с.ш. и 146°24'4-148°14'7 в.д., на глубинах 75-176 м. Наибольший улов – 6 экз. /трал. (3 промысловых самца и 3 самки) отмечен на участке с координатами 44°13'7 с.ш., 146°25'0 в.д., на глубине 75 м. На остальных станциях уловы не превышали 1 экз.

Четырехугольный волосатый краб был представлен, в основном, самцами промыслового размера. Ширина карапакса самцов варьировала от 58 до 112 мм, при среднем значении – 91,1 мм, самок – от 62 до 82 мм, при среднем значении – 74,5 мм. Средний размер промысловых самцов составил 101,5 мм (рис. 8).

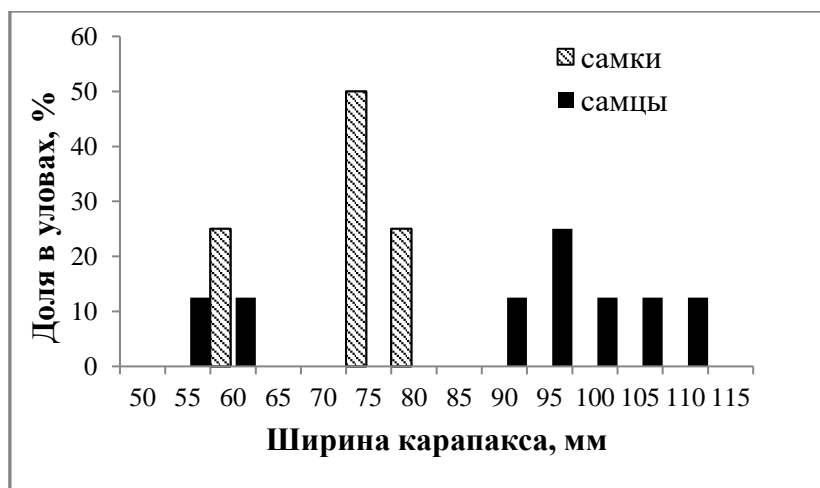


Рис. 8. Размерный состав краба волосатого четырехугольного у южных Курильских островов по данным траловой учетной съемки 2025 г.

Масса самцов изменялась в пределах 168-1206 г, в среднем составил 803 г, средняя масса промысловых самцов составила 1009 г. Масса самок составила 146-374 г, при среднем значении – 276 г.

Определение биологических ориентиров. Целевые и граничные ориентиры управления промыслом краба волосатого четырехугольного у Южных Курил были найдены с помощью динамической продукционной

модели (табл. 2). Граничный ориентир по биомассе (B_{lim}) принимали равным 20% от максимального промыслового запаса за последние 20 лет.

Таблица 2

Граничные и целевые ориентиры управления запасом краба волосатого четырехугольного в Южно-Курильской зоне

Показатель	Значение, т
Граничный ориентир B_{lim} , т	196
Буферный ориентир B_{buf} , т	438
Биомасса текущего запаса B_t , 2025 т.	364
B_{MSY} , т	978

Обоснование правила регулирования промысла. Для осуществления оптимальной эксплуатации запаса, основываясь на принципах «предосторожного» подхода, применяются следующие режимы регулирования промысла краба волосатого четырехугольного у Южных Курил:

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 $F_i = F_0 = \text{const}$.

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

$$F_i = \frac{(F_{tr} - F_0)(B_i - B_{lim})}{B_{tr} - B_{lim}} + F_0 \text{ [Бабаян, 2000]}.$$

III – постоянной интенсивности промысла $B_i > B_{tr}$. Если прогнозируемая величина запаса больше B_{tr} , то величина изъятия постоянна $F_i = \text{const} = F_{tr}$.

Графическое представление ПРП для запаса четырехугольного волосатого краба Южных Курил показано на рисунке 9.

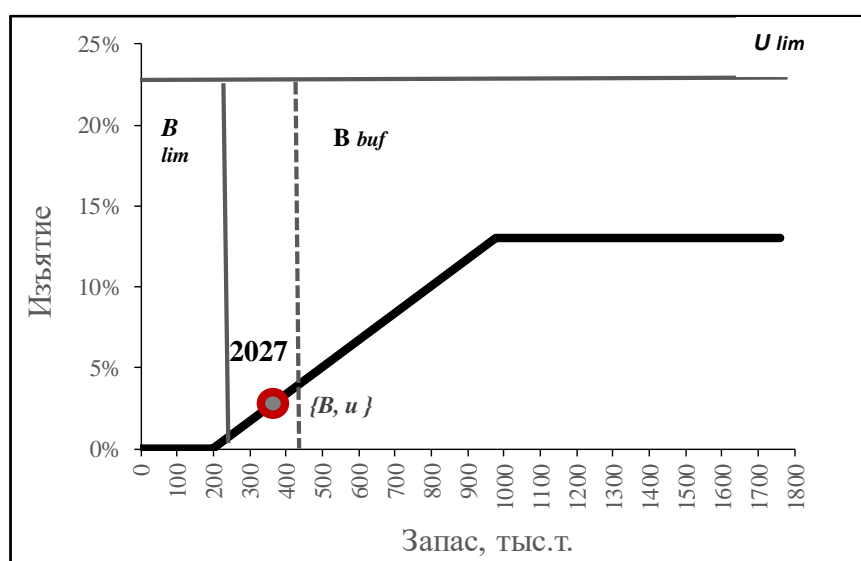


Рис. 9. Графическое представление ПРП для краба волосатого четырехугольного в Южно-Курильской зоне в 2027 г.

Обоснование объема ОДУ. Прогнозируемая на 2027 г. величина промыслового запаса краба волосатого четырехугольного в Южно-Курильской зоне составит 364 т, что больше граничного ориентира по биомассе, но ниже величины буферного ориентира управления. В связи с этим, согласно разработанному ПРП, рекомендуется изъятие в объемах, необходимых только для выполнения ресурсных исследований.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба волосатого четырехугольного на 2027 г. в Южно-Курильской зоне в объеме 0,001 тыс. т исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.**

Краб волосатый четырехугольный (*Erimacrus isenbeckii*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.3 – подзона Восточно-Сахалинская

Исполнитель: Т.С. Чумак (СахНИРО)

Куратор: А.И. Буяновский (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. При подготовке прогноза ОДУ на 2027 г. использованы материалы учетных траловых (1989, 1991, 1993-1995, 1998, 2011-2013, 2019, 2021, 2024, 2025 гг.) и ловушечных съемок (1998, 2007-2008, 2011-2012, 2025 гг.), выполненных в заливе Анива и прилегающих акваториях. Схема станций учетных траловых съемок, выполненных в 2024 и 2025 гг., приведена на *рисунке 1*. Используются также данные, полученные в ходе контрольного лова и научно-исследовательских работ на добывающих судах. Всего было обработано более 60 тыс. ловушечных станций, взято на биоанализ 27500 экз. краба волосатого четырехугольного. Информация о величине промышленного освоения данной единицы запаса получена из базы ОСМ «Росрыболовство».

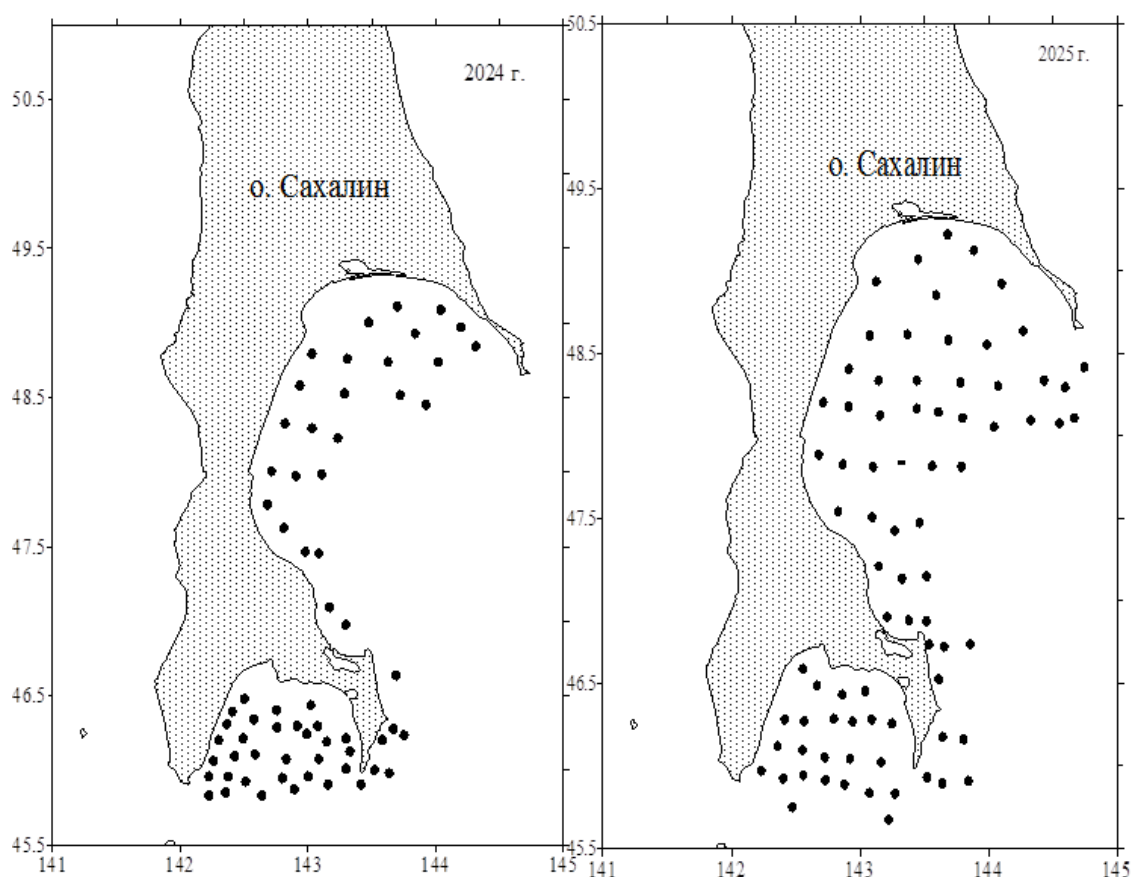


Рис. 1. Карта-схема траловых станций в Восточно-Сахалинской подзоне в 2024 и 2025 гг.

Имеющиеся материалы соответствуют III уровню информационной обеспеченности, согласно прил. 1 к приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.

Обоснование выбора методов оценки запаса. По данным траловых съемок, для оценок запаса использовали метод страт с выделением зон равновеликих уловов, сплайн-аппроксимацию и геостатистическую интерполяцию Kriging [Аксютин, 1968; Wackernagel, 1995; Keckler, 1994].

По материалам ловушечной съемки 2012 г. рассчитана численность промыслового запаса четырехугольного волосатого краба на акватории выбранного полигона в районе с максимальными уловами промысловых самцов с использованием компьютерной программы ОМЛ ФК [Михеев, Михеев, 2007].

Для оценки запаса и определения ориентиров управления и построения ПРП использована конечно-разностная модель с запаздыванием Деризо-Шнютте, являющаяся своеобразным компромиссом между когортными и производственными моделями [Deriso, 1980; Schnute, 1987]. Результаты исследований позволяют выделить промысловые ориентиры для формирования ПРП на основе «принципа предосторожности» [Бабаян, 2000].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. По данным промысловой статистики, годовой вылов четырехугольного краба волосатого четырехугольного в Восточно-Сахалинской подзоне снизился с 307,1 т в 1991 г. до 46,3 т в 2003 г. С 2004 по 2022 гг. объем ОДУ устанавливался в объеме необходимом для проведения НИР (рис. 2).

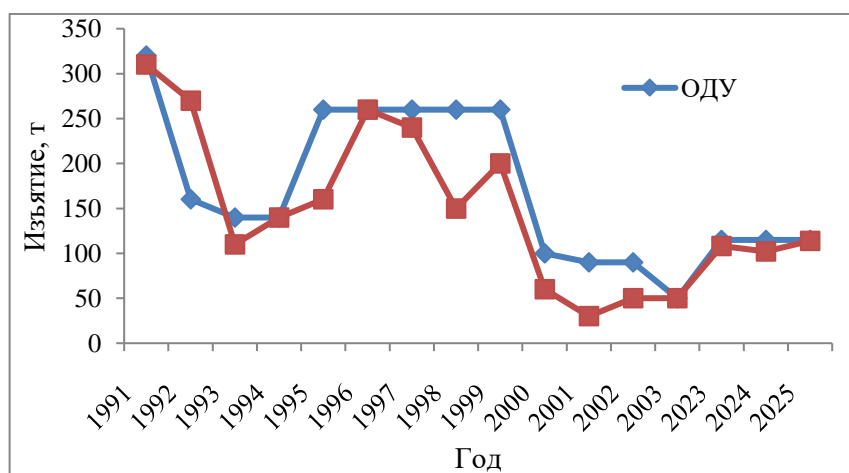


Рис. 2. ОДУ и вылов краба волосатого четырехугольного в Восточно-Сахалинской подзоне в 1991-2003 гг., 2023, 2024, 2025 гг.

В Восточно-Сахалинской подзоне промысел краба волосатого четырехугольного был возобновлен в 2023 г, вылов составил 108,90 т (ОДУ 115 т). В качестве орудий лова использовали конусные крабовые ловушки 1,5/0,75/0,65 м.

По месяцам средний вылов на судно-сутки варьировался от 0 до 3,28 т (табл. 1). Наибольший улов за сутки на одно судно отмечен в сентябре и составил 8,29 т. Минимальный вылов по месяцам в 2023 г. был в мае. Силами двух крабодобывающих предприятий в течение 40 с/суток было добыто 108,90 т волосатого краба. Максимальная производительность промысла зафиксирована с сентября по декабрь. На промысле были использованы СРТМ и рыболовецкое судно японского образца.

Таблица 1

Динамика среднесуточного вылова краба волосатого четырехугольного в Восточно-Сахалинской подзоне, по данным промысловой статистики ГИС «Рыболовство» в 2023, 2024, 2025 гг.

Месяц	Среднесуточный вылов, т								
	2023 г.			2024 г.			2025 г.		
	Судо-сутки	Мин. – Макс.	Средний	Судо-сутки	Мин. – Макс.	Средний	Судо-сутки	Мин. – Макс.	Средний
Январь	0	-	-	6	0,79-2,75	1,58	12	0,36-6,68	2,77
Февраль	0	-	-	0	0	0	15	0,05-1,86	0,81
Март	0	-	-	2	0,11-0,57	0,34	0	-	-
Апрель	0	-	-	18	0,29-3,56	1,51	0	-	-
Май	2	0,19-0,58	0,39	7	0,62-3,63	1,37	0	-	-
Июнь	0	-	-	0	-	0	0	-	-
Июль	0	-	-	0	-	0	0	-	-
Август	0	-	-	0	-	0	2	1,70-2,28	1,99
Сентябрь	12	0,14-8,29	3,28	1	-	0,003	15	0,36-3,51	1,57
Октябрь	6	0,07-7,12	2,70	11	0,01-3,08	1,32	14	0,17-2,37	1,51
Ноябрь	5	0,02-4,51	2,25	21	0,22-3,03	0,99	13	0,35-2,87	1,51
Декабрь	15	0,31-4,42	2,74	12	0,24-3,22	1,71	0	-	-

В 2024 г. промысел осуществлялся с января по декабрь. Вылов составил 102,85 т при величине ОДУ в 115 т. По месяцам средний вылов на судо-сутки варьировался от 0 до 1,71 т. В среднем вылов за судо-сутки составил 1,31 т, минимальный зафиксирован в сентябре (0,003 т), максимальный – в мае (3,63 т). Всего было отработано 78 рабочих дней, промысел вело одно промышленное предприятие на японской рыболовной шхуне.

В 2025 г. промышленный лов волосатого краба осуществлялся в январе, феврале и с августа по ноябрь. Вылов составил 113,7 т (при величине ОДУ в 115 т). Средний вылов на судо-сутки составил 1,61 т, минимальный зафиксирован в феврале (0,05 т), максимальный – в январе (6,68 т). Всего был отработан 71 рабочий день, промысел вело одно промышленное предприятие.

В результате проведения промысла были выявлены значительные скопления краба волосатого четырехугольного на участке от 142°20' до 142°40' в.д., на глубинах 36-50 м.

По данным контрольного лова и научно-исследовательских работ 1996-2012 гг., в зал. Анива отмечалось снижение средних уловов на усилие промысловых самцов с 8,3 экз./лов. в 1996 г. до 0,6 экз./лов. в 2004 г. (рис. 3). Увеличение уловов на усилие в 2002-2003 и 2007-2008 гг. до 2 экз./лов. связано с тем, что суда добывали крабов только в районе скалы Камень Опасности, где традиционно наблюдаются максимальные уловы четырехугольного волосатого краба. Рост промысловых усилий в 2011-2012 гг. связан с постепенным восстановлением численности четырехугольного волосатого краба.

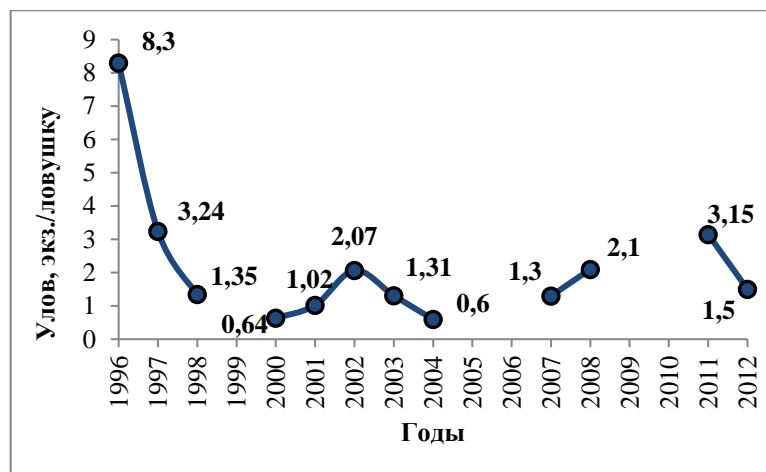


Рис. 3. Динамика уловов на усилие промысловых самцов краба волосатого четырехугольного в зал. Анива.

Основные скопления краба в заливе Анива отмечены у западного побережья, на участке пос. Кирилово-б. Морж, на глубинах 15-30 м, и в районе скалы Камень Опасности, на изобатах 50-90 м, где уловы промысловых самцов достигали 646 экз./траление. Кроме этого, небольшое скопление было обнаружено в районе лагуны Буссе, где уловы не превышали 150 экз./траление. Известный исторический максимум для этой популяции зафиксирован при выполнении траловой съемки в 1989 году, когда популяция только начинала осваиваться промыслом. Численность промысловых самцов достигала 3712,5 тыс. экз., а промысловая биомасса – 2,324 тыс. т.

По данным траловых съемок 1991-2011 гг., в зал. Анива площадь распространения самцов четырехугольного волосатого краба сократилась с 6310 до 4508 кв. км, промысловая численность уменьшилась с 1494 до 129,17 тыс. экз., а промысловый запас – с 1339 до 76 т (табл. 2). С 2012 г. наблюдалось постепенное увеличение промыслового запаса.

В 2019 г. численность краба волосатого четырехугольного по результатам траловой съемки не оценивали. Встречаемость самцов краба в траловых уловах составляла 20%. Средняя ширина карапакса самцов краба составляла 81 мм, промысловых самцов – 92 мм, самок – 73 мм, средняя масса – 669 г. Ширина карапакса самок составила от 50 до 79 мм, масса – от 94 до 295 г, в среднем – 197,2 г.

По результатам учетной траловой съемки 2021 г., промысловая численность волосатого краба в заливе Анива, из-за долгого отсутствия промысла, возросла более чем вдвое и составила 1383 тыс. экз., промысловая биомасса составила 1145 т, при коэффициенте уловистости трала 0,65. В 2024 г., при использовании коэффициента уловистости донного трала 0,65, промысловая численность данного вида составила 1491 тыс. экз. промысловый запас – 1304 т. В 2025 г. промысловая численность – 3273 тыс. экз., промысловый запас – 3244 т (табл. 2).

Таблица 2

Данные траловых и ловушечных съемок, выполненных в заливе Анива
в 1991-2013, 2021, 2024, 2025 гг.

Год проведения траловой съемки	Промысловая численность, тыс. шт.	Средний размер ШК пром. самцов, мм	Средняя масса промыслового самца, кг	Промысловый запас, тонн
1991	1494	91,1	0,890	1339
1993	2150	98,8	0,545	1172
1994	1950	90,3	0,586	1143
1998×	161	81,8	0,553	90
2001×	129	90,2	0,586	76
2011×	133	90,1	0,569	76
2012××	277	91,5	0,634	176
2013	799	91,1	0,696	557
2021	1383	98,3	0,828	1145
2024	1491	98,7	0,875	1304
2025	3273	105,5	0,991	3244

Примечание: × – в условиях низкой численности, при сокращении площади распространения и относительно редкой сетке станций при выполнении траловых съемок становится невозможно дать репрезентативную оценку запаса;

×× – данные ловушечной съемки.

По данным траловой съемки, выполненной в 2021 г., в заливе Анива в уловах отмечались самцы с шириной карапакса от 40 до 126 мм, при среднем значении 88 мм, средний размер промысловых самцов составлял 98,3 мм (рис. 4). В уловах доминировали особи в размерном классе 85 мм (11,3%) и 95-100 мм (27,2%), доля промысловых особей в уловах составила 69%. В 2024 г. в уловах отмечались особи с ШК 27-117 мм, при среднем значении – 97 мм, средний размер промысловых самцов составлял 98,7 мм. Основу уловов составляли самцы с шириной карапакса 85-100 мм (73,6%), доля промысловых особей составляла 96%.

В 2025 г., по данным донной траловой съемки, в зал Анива в уловах отмечались самцы с шириной карапакса 68-122 мм. Средний размер всех самцов составил 104,1 мм, промысловых – 105,5 мм. В уловах доминировали самцы в размерном классе 100 мм (21,6%) и 110 мм (29,5%), доля промысловых особей составила 95%. Согласно наблюдениям на промысле, в 2025 г. в уловах отмечались только промысловые особи с шириной карапакса от 85 до 129 мм, при среднем значении – 106,8 мм. Основу уловов составляли особи с ШК 100-110 мм (57,3%).

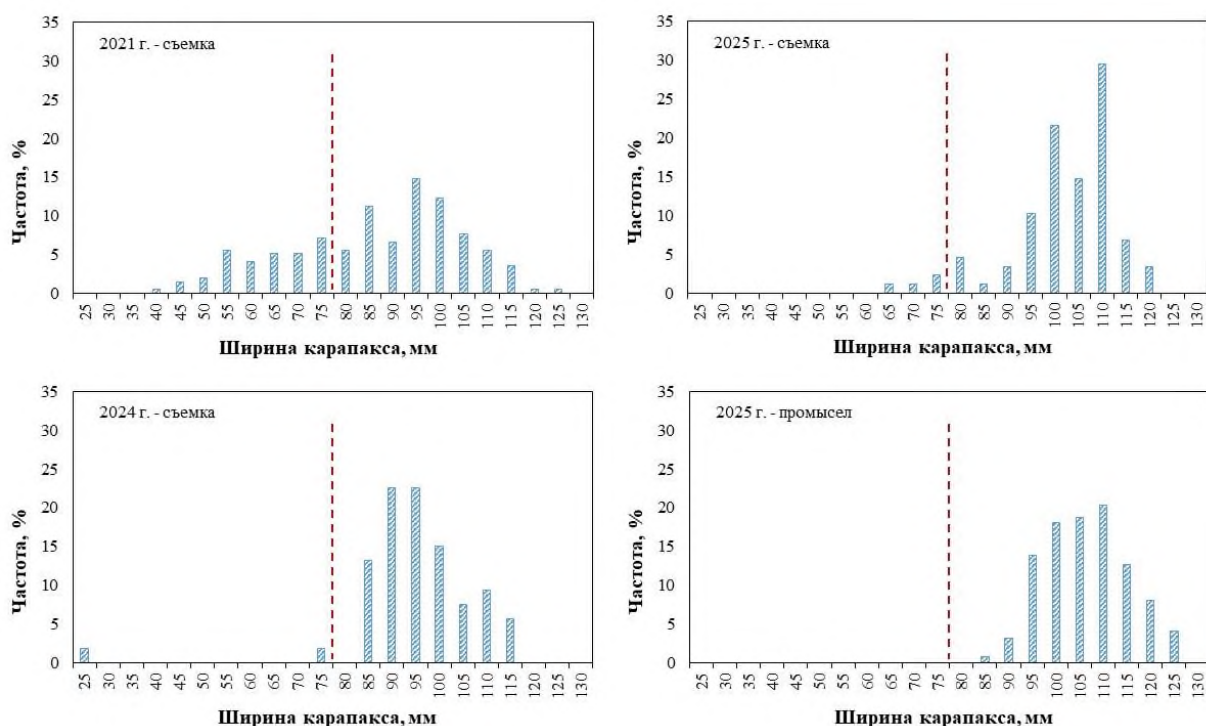


Рис. 4. Размерный состав самцов краба волосатого четырехугольного в заливе Анива в траловых уловах в 2021 г., 2024 и 2025 гг., и в промысловых уловах в 2025 г.

Определение биологических ориентиров. Граничные и целевые ориентиры были определены с помощью конечно-разностной модели с запаздыванием Деризо-Шнюте. В качестве целевого ориентира выбрана величина 80% от девственной биомассы, оцененной по результатам учетной траловой съемки в 1989 году. Граничный ориентир по биомассе B_{lim} выбран как 20% от девственной биомассы запаса. Буферным ориентиром B_{buf} выбрана величина запаса, при которой промышленный вылов составляет не менее 20 т. В качестве граничного ориентира по коэффициенту эксплуатации U_{tr} предлагается величина в 30%, целевого ориентира – 18% (табл. 3).

Таблица 3

Ориентиры управления промыслом краба волосатого четырехугольного в Восточно-Сахалинской подзоне

Ориентир	B , т	U , %
Целевой (tr)	1859	18
Граничный (lim)	371	30
Буферный	586	0,034

Примечание: B – биомасса, U – коэффициент эксплуатации (доля изъятия)

Обоснование правила регулирования промысла. Правила регулирования промысла (ПРП) сконструированы на основе модификации предосторожного подхода, принятого во ВНИРО [Бабаян, 2000].

Выделялось три режима эксплуатации (рис. 5), 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,

$$u_{rec} = const = u_0;$$

– 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, $B_t > B_{tr}$: $u_{rec} = const = u_{tr}$.

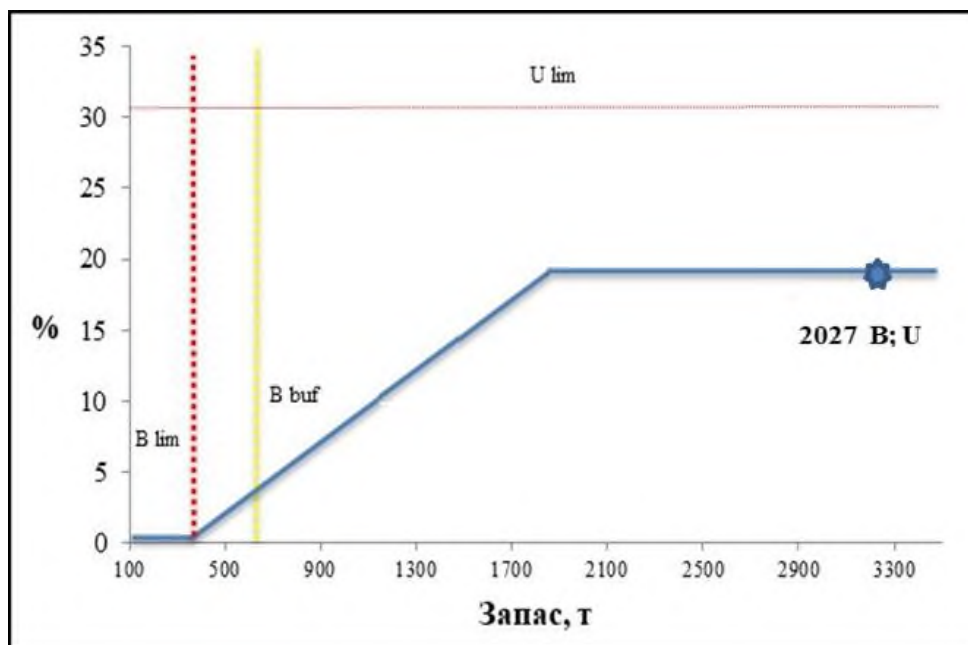


Рис. 5. Графическое представление ПРП для запаса краба волосатого четырехугольного в Восточно-Сахалинской подзоне.

Прогноз состояния промыслового запаса. По результатам траловой съемки 2013 г., промысловая численность в зал. Анива оценена в 799 тыс. экз., биомасса промыслового запаса составила 557 т. По результатам моделирования, в 2017 г. оценка запаса лежит в диапазоне 715-975 т (1128-1538 тыс. экз.), при математическом ожидании – 845 т (1333 тыс. экз.). Материалы траловой учетной съемки, выполненной в 2021 г., показали, что промысловая биомасса волосатого краба в заливе Анива, по сравнению с оценками прошлых лет, существенно возросла – до 1145 т (при средней массе промыслового самца – 0,828 кг). Съемка 2024 г. показала дальнейший рост запаса. Промысловая численность данного вида составила 1491 тыс. экз., промысловый запас – 1304 т, при средней массе промысловых самцов – 0,875 кг. В 2025 г. промысловая численность волосатого краба составила 3273 тыс. экз., промысловый запас – 3244 т, при средней массе промысловых самцов – 0,991 кг.

Учитывая тенденцию к росту численности, наличие устойчивых промысловых скоплений, можно считать, что численность и биомасса запаса в 2027 г. не опустятся ниже предыдущих значений. Таким образом, промысловый запас четырехугольного волосатого краба Восточно-Сахалинской подзоны в 2027 г. будет не меньше, чем в 2025 г., и составит 3244 т.

Обоснование объема ОДУ. Согласно полученным данным, в настоящее время идет восстановление численности краба волосатого четырехугольного в Восточно-Сахалинской подзоне (залив Анива). Поскольку прогнозная величина запаса в 2027 г. превысит целевой ориентир по промысловой биомассе, то, согласно ПРП (см. *рис. 5*), промысел необходимо вести в режиме постоянной интенсивности. При рекомендуемой доли изъятия в 18%, величина изъятия краба четырехугольного волосатого Восточного-Сахалина в 2027 году может составить 584 т. При этом, прогнозируемая величина почти в 4,5 раза превышает величину ОДУ определяемого ранее. В рамках «адаптивной стратегии» (Hilborn, Walters, 1992), подразумевающей изучение реакции запаса на изменение промысловой интенсивности и определение оптимальной величины изъятия, целесообразно поступательно увеличивать промысловую нагрузку. Величина ОДУ на 2027 г. может быть увеличена на 23% или 30 тонн от величины ОДУ предыдущего года ($ОДУ_{2026} = 130$ т). При таком подходе, объем изъятия краба волосатого четырехугольного в Восточно-Сахалинской подзоне на 2027 г. может составить 160 т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба волосатого четырехугольного в Восточно-Сахалинской подзоне на 2027 г. в объеме 0,160 тыс. т.**

Краб волосатый четырехугольный (*Erimacrus isenbeckii*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.4 – подзона Камчатско-Курильская

Исполнители: П.Ю. Иванов, А.И. Варкентин (КамчатНИРО)

Куратор: А.И. Буяновский (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. В 2025 г. учетная донная траловая съемка для оценки запаса краба волосатого четырехугольного у Западной Камчатки не проводилась.

Для обоснования ОДУ краба волосатого четырехугольного в Камчатско-Курильской подзоне на 2027 г. использованы данные учетных донных траловых съемок, выполненных в июне 2024 г. на СТР «Сланцы» (ОАО «РК «Приморец») и в июле 2024 г. на НИС «Профессор Кагановский» (ТИНРО). Судами в подзоне выполнено 113 и 106 учетных тралений, в пределах глубин 14-239 и 13-251 м, соответственно (рис. 1).

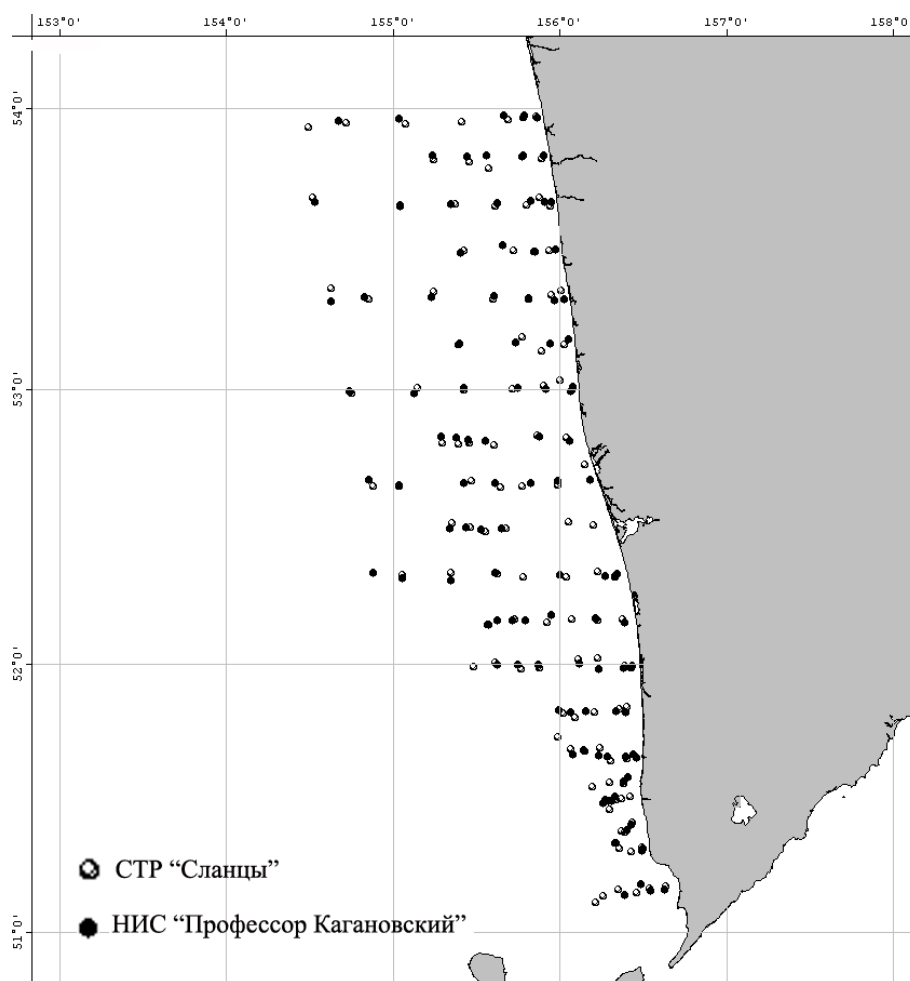


Рис. 1. Карта-схема учетных донных траловых съемок по крабу волосатому четырехугольному в Камчатско-Курильской подзоне в 2024 г.

В качестве орудия лова в ходе обеих съемок использовали учетный донный трал ДТ №27,1/24,4 м, с горизонтальным раскрытием 16 м.

Коэффициент уловистости трала для четырехугольного волосатого краба принят равным 0,5. Биологическому анализу подвергнуто, в общей сложности, 521 экз. самцов волосатого краба. Общая обследованная площадь составила около 23,4 тыс. км². Для дальнейшего анализа состояния запаса, его оценки и прогноза использовали материалы съемки на СТР «Сланцы», принимая во внимание, что их объемы оказались значительно выше таковых, полученных по результатам съемки на НИС «Профессор Кагановский».

Сбор и первичная обработка научной и биопромышленной информации осуществлялись по стандартной методике [Низяев и др., 2006].

Анализ промысла выполнен по данным 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].

Учитывая небольшой ряд наблюдений после периода, когда промышленная эксплуатация этого вида не велась, в настоящее время структура и качество доступного информационного обеспечения соответствуют III уровню (прил. 1 к приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.).

Обоснование выбора метода оценки запаса. Согласно вышеупомянутому приказу, недостаточная полнота и/или качество доступной информации исключает использование моделей эксплуатируемого запаса. Обоснование строится на эмпирических, трендовых, индикаторных и других приближенных методах, применяемых в случае дефицита информации.

Для оценки запасов с III уровнем информационного обеспечения рекомендовано использовать, так называемые, немодельные методы, объединенные в категорию DLM [Бабаян и др., 2018].

С 2019 г. ОДУ для данного запаса оценивается с помощью метода SPmod (Surplus Production Based Catch-Limit Modifier), реализованного в программном пакете DLMtool [Geromont, Butterworth, 2015].

В этом методе используются настройки ОДУ, основанные на тренде прибавочной продукции.

ОДУ (ТАС) рассчитывается следующим образом:

$$ТАС_y = \begin{cases} C_{y-1}bet_1 & \text{if } r < \alpha_1 \\ C_{y-1} & \text{if } \alpha_1 < r < \alpha_2 \\ bet_2(b_2 - b_1 + C_{y-2}) & \text{if } r > \alpha_2 \end{cases},$$

где bet1 и bet2 – элементы; r – соотношение индекса в последние 2 года; C_{y-1} – вылов в предыдущий год; b1 и b2 – величина индекса в y-2 and y-1 по отношению к оценке уловистости (IA); α1, α2 и α3 – аргументы.

При реализации всех немодельных методов предполагается, что статистика вылова содержит в себе ошибки, распределенные по лог-нормальному закону: $\varepsilon_y^C \sim N(\mu, \sigma_C^2)$, где μ – среднее значение, σC – стандартное отклонение логарифмированных значений остатков.

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

$$C_y = TAC_y e^{\varepsilon_y - \frac{\sigma_y^2}{2}}$$

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

Входной информацией являются сведения о вылове по годам и индексе состояния запаса (*табл. 1*).

Таблица 1

Входная информация для расчета ОДУ краба волосатого четырехугольного Камчатско-Курильской подзоны

Годы	Вылов, т	Вылов на с/с, т (по данным ОСМ)	Промысловый запас по данным донных траловых съемок, тыс. т	Улов промысловых самцов, экз./лов./сут.
2017	33,11	1,701	2,186	0,3
2018	26,91	0,756	1,444	1,2
2019	41,92	0,948	0,174	–
2020	44,84	1,014	0,463	–
2021	38,84	0,523	0,918	–
2022	22,10	0,360	1,009	–
2023	31,36	1,630	–	–
2024	6,61	0,631	1,728	–
2025	10,4	0,800	–	–

«–» – данных нет

Обычно в качестве индекса обилия используют уловы на единицу усилия. Такие сведения (вылов на судосутки) в нашем распоряжении есть по данным ОСМ. Кроме того, за первые два года возобновления промысла имеются данные об уловах на ловушку, полученные при проведении исследований в режиме мониторинга промысла (*табл. 1*).

Ресурсы краба волосатого четырехугольного оцениваются также по данным учетных донных траловых съемок, но, несмотря на относительно регулярное их проведение, они до недавнего времени были необъективны в отношении оценки численности возможного пополнения промыслового запаса этого вида. Данное утверждение справедливо также для данных ловушечных съемок и результатов, получаемых при мониторинге промысла: в уловах ловушек отмечаются практически только промысловые самцы. Тем не менее, результаты этих работ приводятся в обосновании в качестве дополнительной информации.

Оценка запаса по результатам учетных донных траловых съемок произведена с использованием программы ГИС «КартМастер», методом сплайн-аппроксимации плотности запаса [Stolyarenko, 1986, 1987; Столяренко, Иванов, 1988].

Учитывая вышеизложенное, для определения ОДУ краба волосатого четырехугольного в Камчатско-Курильской подзоне на 2027 г. был

использован метод SPmod с настройкой по уловам на усилие по данным ОСМ.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. В 2009-2016 гг. вылов краба волосатого четырехугольного в Камчатско-Курильской подзоне практически отсутствовал. После распределения долей квот в 2017 г., освоение запаса имело тенденцию роста, и к 2020 г. вылов *E. isenbeckii* в подзоне достиг максимальных величин (рис. 2). Результаты промысла этого вида в 2022 и 2023 гг. демонстрировали снижение вылова. При этом, показатели вылова на судо-сутки в 2022 г. оказались наименьшими, начиная с возобновления промысла в 2017 г., а в 2023 г. – приблизились к максимальным значениям 2017 г. После 2024 г., когда наблюдался минимальный вылов волосатого краба в подзоне за последние годы, в 2025 г. отмечено увеличение вылова и уровня освоения ОДУ (31%). В целом, такие колебания в данных показателях объясняются исключительно причинами организационного характера.

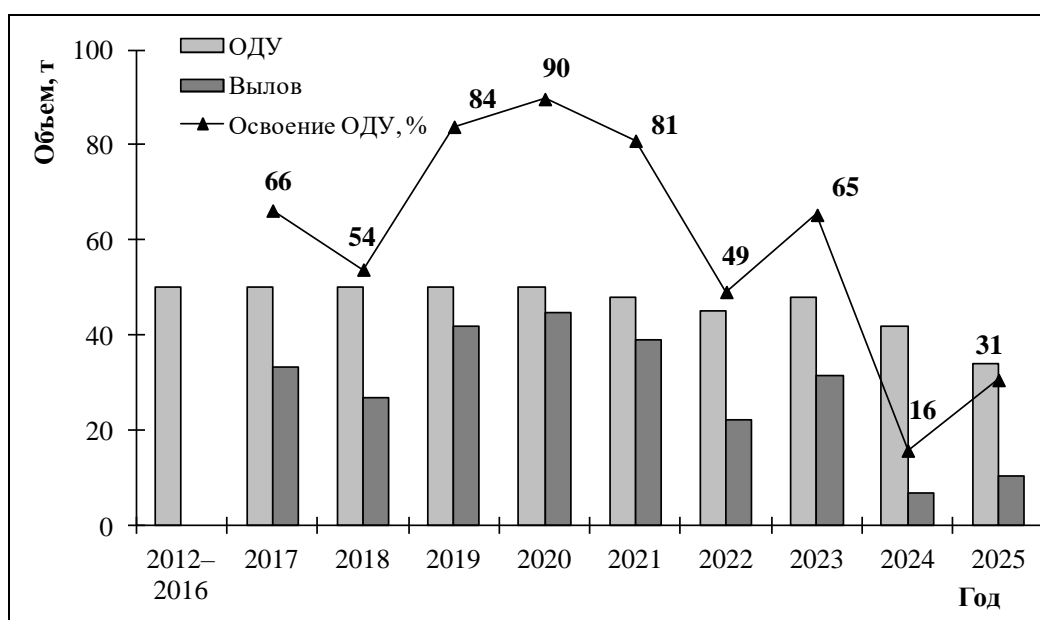


Рис. 2. Межгодовая динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ краба волосатого четырехугольного в Камчатско-Курильской подзоне.

Начиная с 2017 г. и по 2022 г., промысел краба волосатого четырехугольного в Камчатско-Курильской подзоне ежегодно вели два судна, главным образом, в осенне-зимний период. Показатели их среднего суточного вылова по годам весьма значительно различались (см. табл. 1). Добыча велась на всей акватории подзоны: от её южной части (у охотоморской стороны о. Парамушир) до северной – у границы с Западно-Камчатской подзоной. В 2023, 2024 гг. добыча осуществляется одним судном, преимущественно, в границах скопления между 52°58' и 53°11' с.ш., а также в северной части зал. Камбальный (51°07'-51°14' с.ш.).

По результатам учетных донных траловых съемок в Камчатско-Курильской подзоне, за последние десять лет максимальный средний улов промысловых самцов был зафиксирован в 2014 г., после чего отмечен общий

тренд его неуклонного снижения, при этом, на протяжении 2020-2022 гг. значение этого показателя было минимальным, а в 2024 г. – несколько выросло (рис. 3).

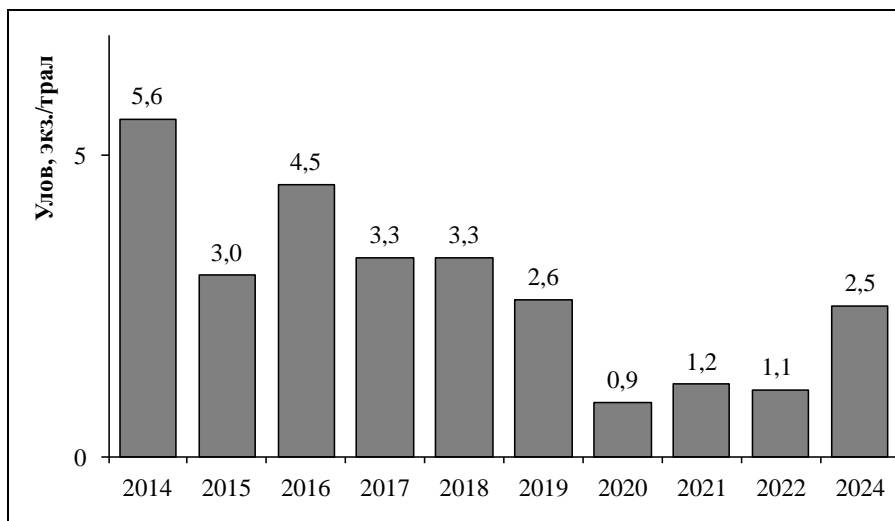


Рис. 3. Средние уловы на траление промысловых самцов краба волосатого четырехугольного в Камчатско-Курильской подзоне.

Вплоть до 2019 г., состав уловов на протяжении десятилетия был представлен, в основном, самцами промыслового размера (рис. 4), а на графике размерного состава самцов сколь-либо заметное пополнение практически не прослеживалось (рис. 5).

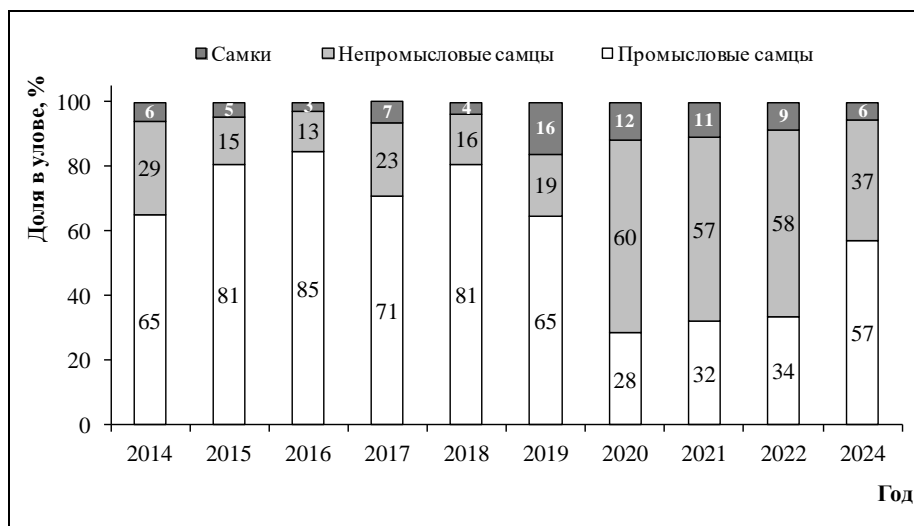


Рис. 4. Соотношение функциональных групп краба волосатого четырехугольного в Камчатско-Курильской подзоне в 2014-2024 гг. (по данным траловых съемок).

По результатам исследований в 2020-2022 гг., доля пополнения не только впервые превысила долю промысловых самцов, но и оказалась вдвое выше последней. Зафиксированное в 2020, 2021 и 2022 гг. молодое поколение самцов в следующие годы отчетливо прослеживается в более крупных размерных группах 2021, 2022 и 2024 гг. (рис. 5). В 2024 г. доля непромысловых самцов в уловах несколько снизилась, но продолжала оставаться на сравнительно высоком уровне.

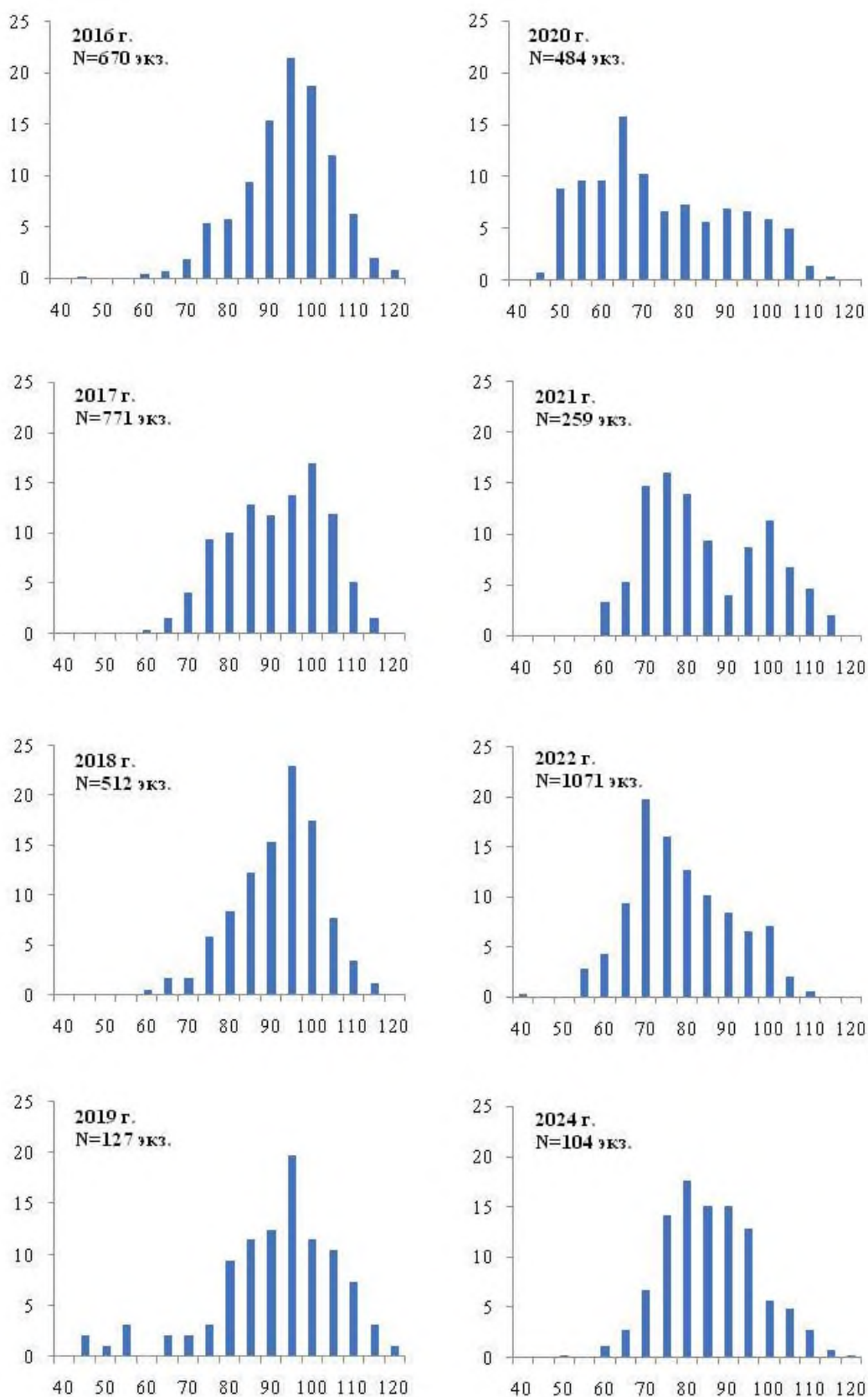


Рис. 5. Размерный состав самцов краба волосатого четырехугольного в 2016-2024 гг. в Камчатско-Курильской подзоне.

Несмотря на значительное количество учтенного пополнения в 2020 г., средний размер промысловых самцов в 2021 г. практически не изменился

(табл. 2), благодаря достаточному количеству крупноразмерных самцов в этом году. После элиминации группы крупноразмерных самцов и вступления в промысловую часть многочисленных поколений пополнения 2020 и 2021 гг., в 2022 и 2024 гг. средний размер промысловых самцов заметно уменьшился.

Таблица 2

Средний размер (ШК) промысловых самцов краба волосатого четырехугольного в Камчатско-Курильской подзоне в 2013-2024 гг., по результатам донных траловых съемок

Годы	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2024
Ср. размер ШК, мм	94,5	94,1	96,6	95,3	94,6	93,0	94,5	93,3	94,3	90,2	90,6

Динамика промыслового запаса волосатого краба в разные годы демонстрирует явную картину широкой вариабельности этого параметра (табл. 3). По сравнению с предыдущими годами, в 2014 г. запас увеличился до 4,080 млн экз. В последующие годы он несколько снизился и в 2017 г. не превышал 3,903 млн экз., т.е. оставался на сравнительно высоком уровне. В 2018 г. он вновь уменьшился до 2,578 млн экз.

Таблица 3

Численность промысловых самцов краба волосатого четырехугольного в Камчатско-Курильской подзоне в 2014-2024 гг

Годы	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2024
Млн экз.	4,08	3,351	2,765	3,903	2,578	0,310	0,828	1,640	1,802	3,085

Учетная промысловая численность волосатого четырехугольного краба при выполнении съемок в 2019 и 2020 гг. оказалась весьма незначительной (0,310 и 0,828 млн экз., соответственно), что, по всей видимости, свидетельствует о недоучете промыслового запаса.

Результаты исследований в 2021 и 2022 гг. продемонстрировали некоторый рост промзапаса, который, тем не менее, в течение четырех лет подряд находился ниже целевого ориентира по численности. В 2024 г. промысловая численность значительно возросла (до 3,085 млн экз.), впервые за последние шесть лет превысив установленный целевой ориентир (2,478 млн экз.).

Необходимо отметить, что в последние два года исследований (2022 и 2024 гг.) численность непромысловых самцов *E. isenbeckii* остается максимальной за последнее десятилетие (табл. 4), что свидетельствует о существующем потенциале пополнения промыслового запаса в ближайшие год-два.

Таблица 4

Численность непромысловых самцов краба волосатого четырехугольного
в Камчатско-Курильской подзоне в 2014-2024 гг.

Годы	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2024
Млн экз.	2,408	0,487	0,320	1,213	0,383	0,126	1,086	1,240	2,322	2,097

Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла. Ранее для данного запаса были определены следующие биологические ориентиры управления:

– целевой ориентир по численности промыслового запаса $N_{tr} = 2,48$ млн экз.;

– граничный ориентир по численности промыслового запаса $N_{lim} = N_{loss} = 0,75$ млн экз.;

– целевой ориентир по коэффициенту эксплуатации $C_{tr} = 10\%$;

– коэффициент эксплуатации для проведения НИР $C_0 = 1\%$.

Учитывая, что в настоящем обосновании, как и прошлом, применен немодельный подход к определению ОДУ, использование ориентиров управления, обоснование правила регулирования промысла не требуется.

Прогнозирование состояния запаса. Как указывалось выше, в 2019-2020 гг. запас краба волосатого четырехугольного по результатам учетных съемок был явно недоучтен и в течение четырех лет подряд находился ниже целевого ориентира по численности. Несмотря на то, что по итогам 2024 г. запас впервые за последние шесть лет превысил установленный целевой ориентир, существуют большие неопределенности как в оценках текущего, так и перспективного состояния ресурсов вида. Об этом, в том числе, свидетельствует и то обстоятельство, что прогнозируемый нами в 2023 г. на 2024 г. индекс запаса (вылов на судосутки по данным из ОСМ) равный 0,990 т/судосутки, фактически оказался ниже – 0,631 т/судосутки (см. табл. 1). Ниже прогнозируемого оказался и фактический индекс в 2025 г. (0,8 против 0,9 т/судо-сутки). Предполагается, что в 2026-2027 гг. индекс запаса составит 0,8 т/судосутки, что соответствует 2025 г.

Обоснование объема ОДУ. Посредством пакета DLMtool оценили ОДУ краба волосатого четырехугольного в Камчатско-Курильской подзоне в 2027 г. методом SPmod. При этом допустили, что вылов в 2026 г. будет соответствовать утвержденному ОДУ, равному 34 т, а величина индекса – 0,8 т/судо-сутки.

Полученная с помощью данного метода медианная оценка равна 30,7 т или, округленно, 31 т (рис. 6).

Несмотря на полученные результаты, принимая во внимание указанные выше неопределенности в оценках запаса и отсутствие учетных работ в 2025 г., можно считать целесообразным оставить ОДУ в 2027 г. на уровне 2025–2026 гг., т.е. 34 т.

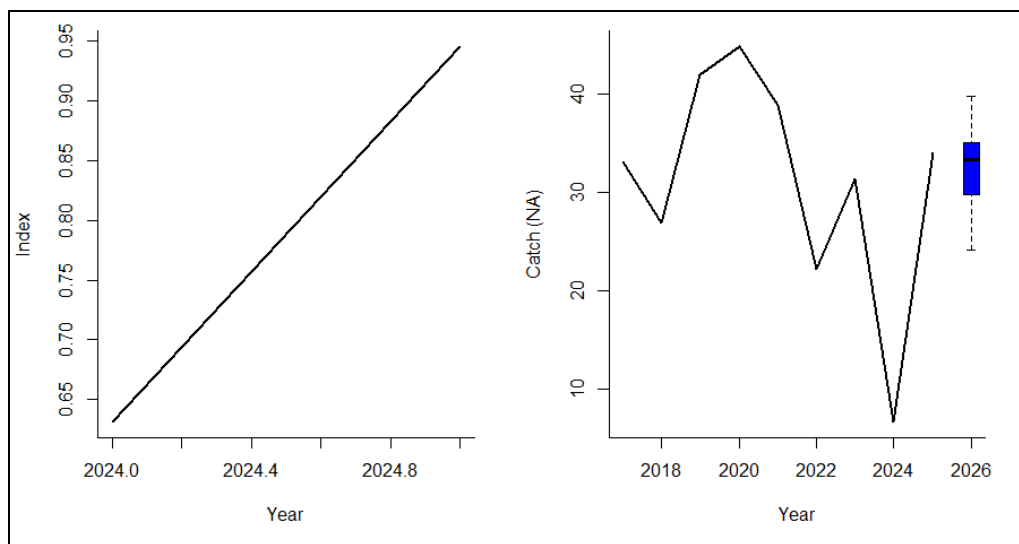


Рис. 6. Результаты оценки ОДУ краба волосатого четырехугольного в Камчатско-Курильской подзоне методом SPmod на 2027 г.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба волосатого четырехугольного в Камчатско-Курильской подзоне на 2027 г. в объеме 0,034 тыс. т.**

Краб волосатый четырехугольный (*Erimacrus isenbeckii*)

61.06 – зона Японское море

61.06.1 – подзона Приморье

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

Куратор: А.И. Буяновский (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. В 2023-2024 гг. донная траловая и ловушечная съемки по всей подзоне Приморье не проводились. Частично была выполнена ловушечная съемка в заливе Петра Великого и до мыса Туманный в декабре 2024 г. (рис. 1). Основой прогноза ОДУ на 2027 г. послужили результаты учетных ловушечных съёмок на НИС «Зодиак», выполненных у побережья Приморского и Хабаровского краев в зимний и весенне-летний период 2024-2025 гг., и комплексных донных траловых съёмок на НИСах «Владимир Сафонов» и «Дмитрий Песков», выполненных у побережья Приморского и Хабаровского краев в весенне-летний период 2022 г. (рис. 2, табл. 1). Помимо этих данных, привлекались био- и промыслово-статистические материалы с 2012 по 2025 гг.

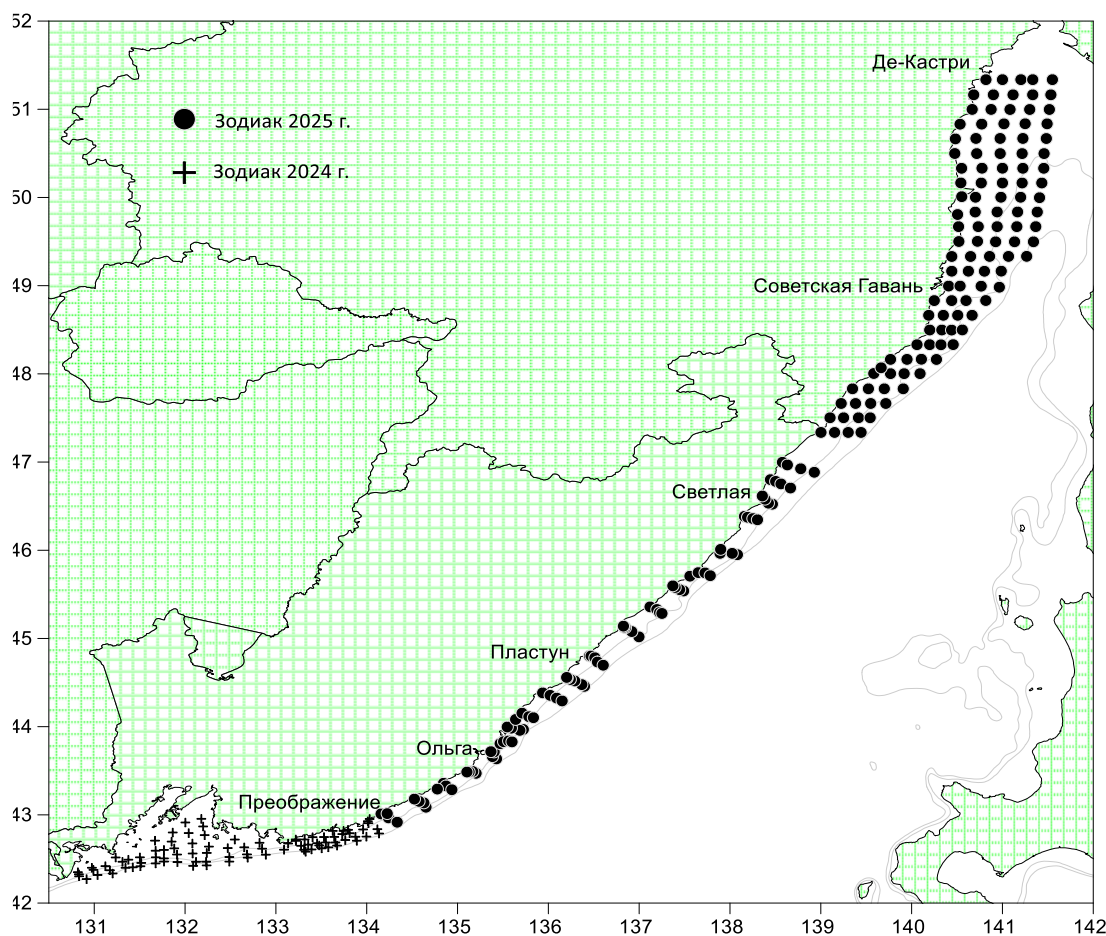


Рис. 1. Карта-схема ловушечных станций в декабре 2024 г. и апреле-июне 2025 г. в подзоне Приморье.

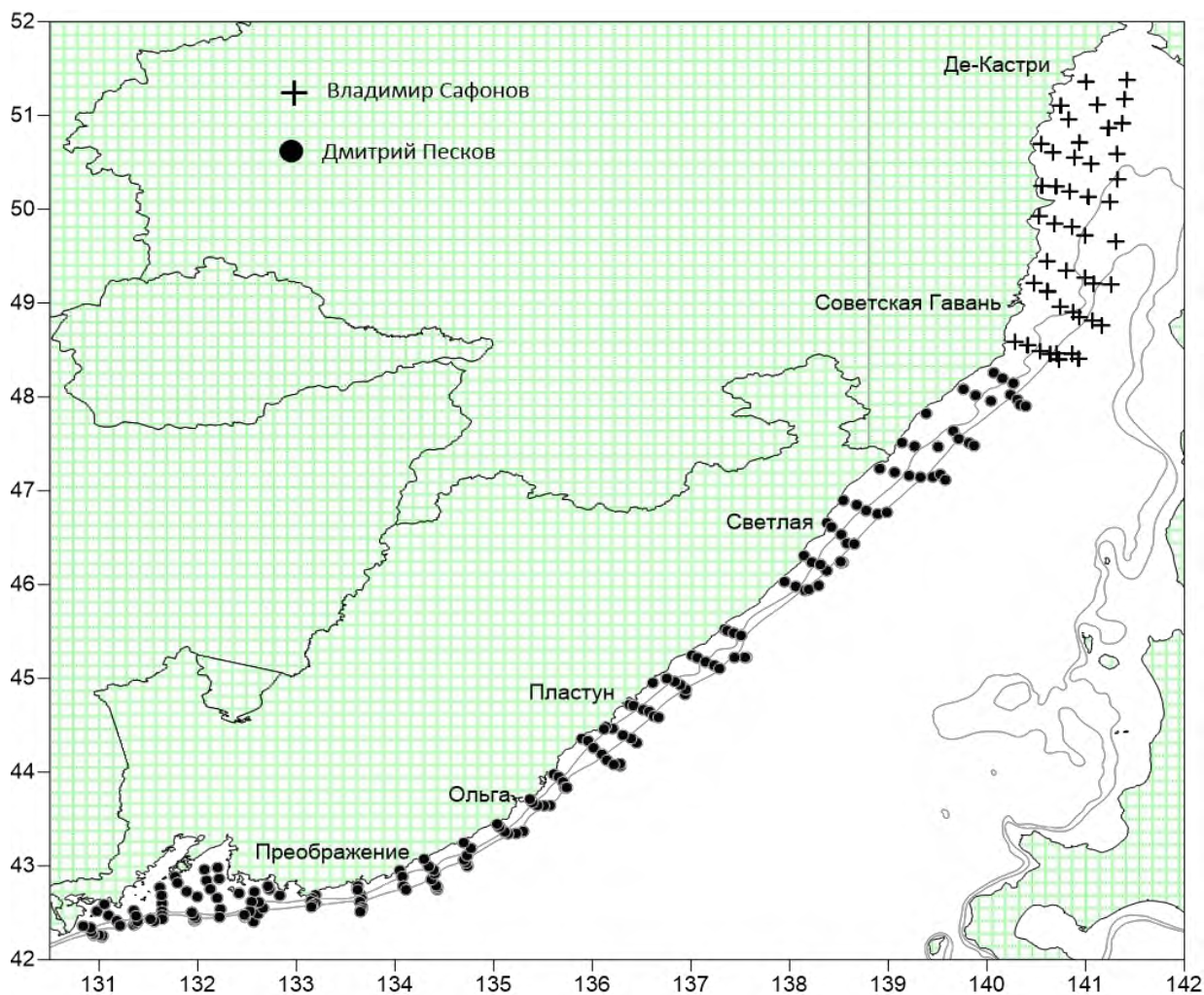


Рис. 2. Карта-схема станций траловых учётных съёмок 2022 г. в подзоне Приморье.

Таблица 1

Объем работ и количество обработанного материала в 2022 и 2024-2025 гг.

Год	2025 / 2024	2022	2022
Тип, название судна	НИС «Зодиак»	НИС «Владимир	НИС «Дмитрий
Тип орудий лова	конусные ловушки	донный трал	донный трал
Количество учётных станций	198 / 88	46	61
Диапазон глубин, м	13-207 / 23-180	26-611	24-319
Период работ	апрель-июнь / декабрь	апрель-май	апрель-июнь
Выполнено биоанализов	2128 / 653	194	286

При выполнении ловушечных съёмов использовались стандартные конусные ловушки японского образца (JC-0,7), соединённые в укороченные поисковые порядки (в среднем) по 30-40 ловушек. Разборка улова и обработка первичной информации осуществлялись по стандартным методикам [Руководство по изучению десятиногих ракообразных ..., 1979; Пособие по изучению промысловых ракообразных ДВ морей России, 2006].

Анализ минимальных требований, предъявляемых Приказом Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г. к информационному обеспечению, указывает, что оно соответствует 2 уровню. Накопленная к настоящему

времени информация о скоплениях волосатого четырехугольного краба в подзоне Приморье (индексы запаса, промысловых усилий, вылова) позволяет проведение ограниченной аналитической оценки состояния запаса и возможного вылова с использованием продукционных моделей.

Обоснование выбора методов оценки запаса. При оценке запасов, как и в предыдущие годы, коэффициент уловистости трала ДТ/ТВ-27,1/24,4 принимался равным 0,75, горизонтальное раскрытие трала – 16 м, эффективная площадь облова одной ловушки составляла 3300 м² [Столяренко и др. 1988; Михайлов, Бандурин и др. 2003]. Оценку текущего индекса запаса методом прямого учета и построение карт распределения краба проводили в программной оболочке ГИС «КартМастер 4.1» [Бизиков и др., 2006], методом сплайн-аппроксимации.

При анализе промысловой статистики было установлено, что в разные годы сильно варьировали такие показатели как районы лова (*рис. 3*), глубина, длина судна, мощность двигательной установки, сезон, число судно-суток. Чтобы снизить воздействие этих факторов на неопределенность оценок средних суточных уловов (CPUE), была выполнена их стандартизация с помощью обобщенных аддитивных моделей (GAM) [Черниенко, 2021].

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; Черниенко, 2016].

Параметры модели оптимизировались при помощи генетического алгоритма [Михеев, 2016]. Расчеты выполнялись в среде R [R Core Team, 2022].

При анализе распределения и определения биологических характеристик в прогнозе учитывалось разделение подзоны Приморье на следующие районы:

- зал. Петра Великого – акватория к востоку и северо-востоку от границ российской рыболовной зоны с КНДР до мыса Поворотного (133°00' в.д.);
- район к северо-востоку от мыса Поворотного до траверза мыса Золотого (47°20' с.ш.),
- район от мыса Золотого (47°20' с.ш.) до населенного пункта Де-Кастри (51°30' с.ш.).

В прогнозе рассматривается распределение промысловых (более 80 мм по ширине карапакса – ШК) особей четырехугольного волосатого краба, на основе которого определялся его текущий промысловый запас и базируются расчеты прогнозируемого на 2027 г. ОДУ.

За период промысла район обитания краба четырехугольного волосатого в подзоне Приморье был охвачен неравномерно (*рис. 3*).

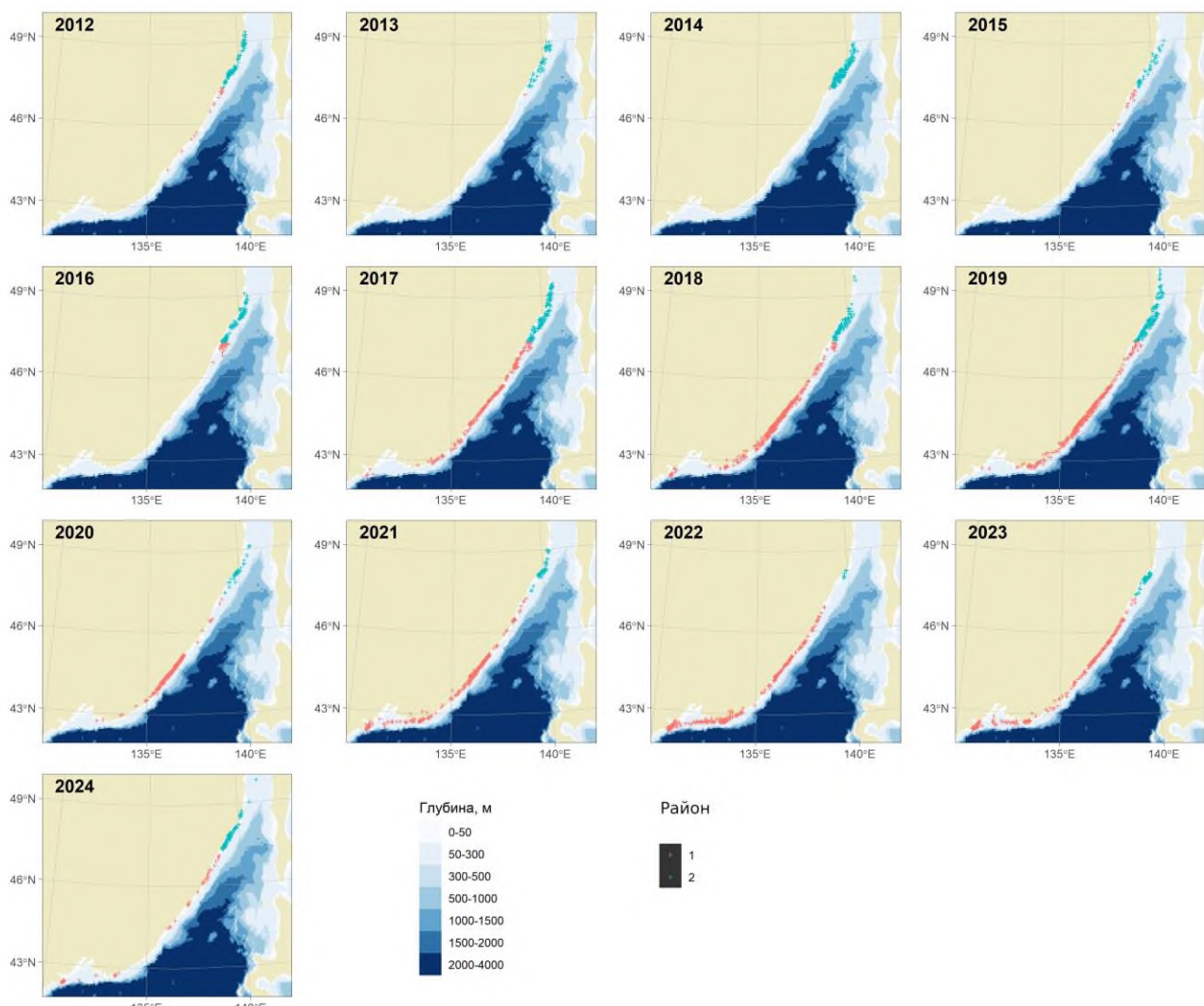


Рис. 3. Распределение промысловых усилий в 2012-2024 гг. в районе южнее (1) и севернее (2) 47°20' с.ш.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. В южной части подзоны Приморье краб волосатый четырехугольный традиционно являлся второстепенным и сравнительно немногочисленным промысловым видом. До начала 2000-х годов, в основном, добывался как прилов при промысле камчатского краба, с которым образует совместные скопления в центральных и южных районах шельфа северного Приморья.

Это относительно мелководный вид, его наиболее плотные скопления отмечаются в прибрежной зоне, на глубине до 100 м. В последние годы волосатый краб также стал отмечаться и в зал. Петра Великого.

Огромный спрос и практически неконтролируемый браконьерский лов в период 1990-х – начало 2000-х гг. способствовал всё нарастающему промысловому прессу на популяцию краба волосатого четырехугольного у берегов Приморья. Данные обстоятельства привели к резкому уменьшению его численности, плотности и площади скоплений, падению уловов на усилие. Устойчивое снижение величины промыслового запаса стало отмечаться с 1995 г., когда она снизилась с 1,10 до 0,14 тыс. т (2002-2003 гг.). Результатом этого стал запрет на промышленный лов этого краба, введенный в южном секторе подзоны Приморье с 2002 по 2013 гг. Запрет на лов этого

вида, так же как и других шельфовых крабов, безусловно, стал вынужденной и своевременной мерой, направленной на сохранение их ресурсов.

С середины 2000-х гг. стала отмечаться устойчивая тенденция роста промысловой биомассы краба волосатого четырехугольного, которая в 2011 г. достигла 4,9 тыс. т (рис. 4). В дальнейшем наблюдается значительное увеличение промыслового запаса этого краба по всей подзоне Приморье, и в 2014 г. он достиг 9,2 тыс. т. С учётом отмечаемой стойкой тенденции естественного восстановления промысловой биомассы четырехугольного волосатого краба в южном секторе подзоны Приморье (к югу от мыса Золотого) в 2010-2014 гг., пройдя этап роста, запас стабилизировался, дойдя до исторического максимума за весь период регулярных исследований, проводимых ТИПРО с 1976 г., что позволило уверенно говорить о росте его промысловой численности и стабильном благополучном состоянии и привело к возобновлению промышленного лова после 15-летнего перерыва.

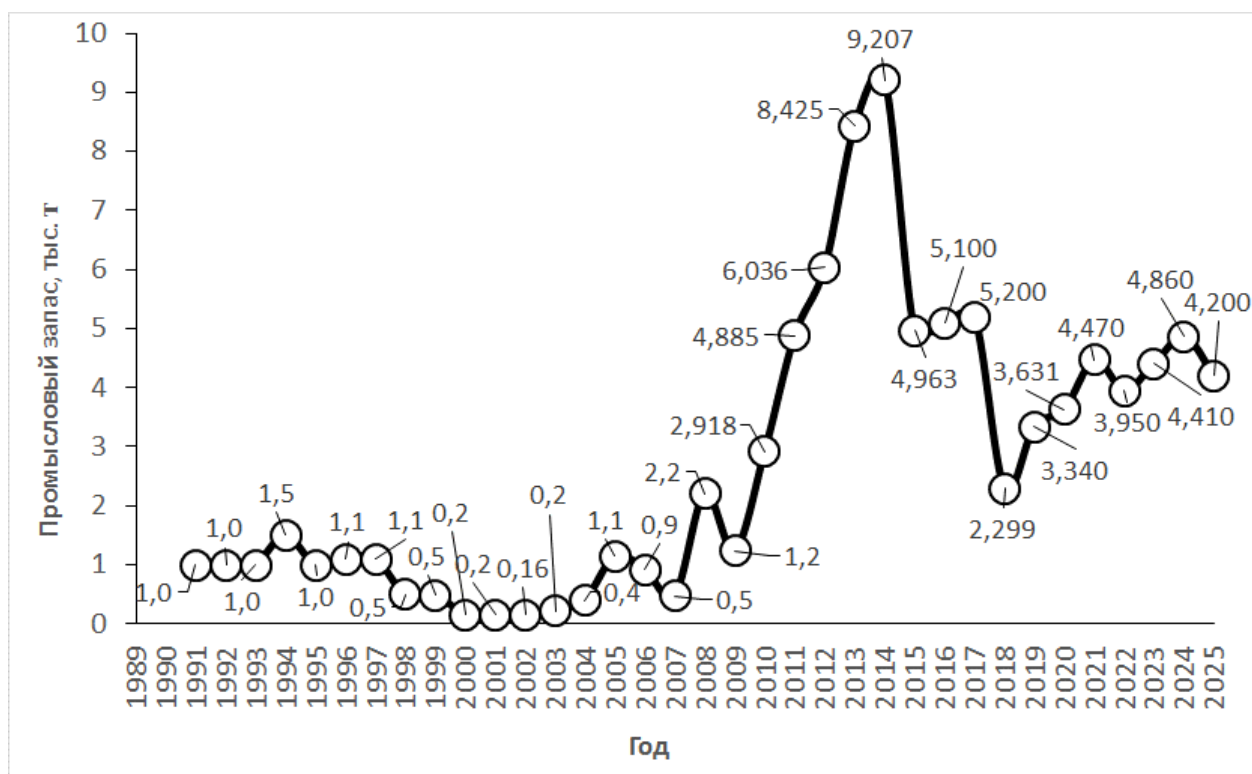


Рис. 4. Динамика промыслового запаса краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье в 1991-2025 гг.

В 2015-2016 гг. траловые (по всей подзоне Приморье) съемки показали снижение промыслового запаса. Анализ материалов, полученных при проведении ловушечной съемки весной 2015 г. на НИС «Осмотрительный» в зал. Петра Великого, показал, что картина пространственного распределения промысловых самцов была в целом аналогичной предыдущему году и незначительно отличалась от траловой съемки. К сожалению, в 2016 г. ловушечную съемку, по которой тоже определялся промысловый запас, не проводили, и ряд прибрежных мелководных станций зал. Петра Великого и Северного Приморья остались не охваченными. В 2017 г. по организационным причинам траловая и ловушечная съемки не состоялись.

Проведение в 2018 г. в апреле-июне траловой и в сентябре-октябре ловушечной съемок показало сокращение промысловых ресурсов четырехугольного волосатого краба, по сравнению с данными 2015 и 2016 гг., почти в 2 раза, он снизился до 2,3 тыс. т – минимальных значений за последние десять лет.

Наблюдающееся снижение численности промысловых особей в 2015-2018 гг. связано, скорее всего, с естественными причинами – элиминацией крабов старших возрастных групп. Среди самцов волосатого краба последние годы преобладали крупноразмерные особи предельных размеров, вероятно, достигшие последней в жизни линьки. Одним из факторов снижения промысловой численности может быть наличие браконьерского промысла.

Степень промыслового освоения ОДУ четырехугольного волосатого краба в последние годы показана на *рисунке 5*. За период промысла с 2014 по 2025 гг. минимальное освоение ОДУ составило 88,8%, а максимальное – 98,4%.

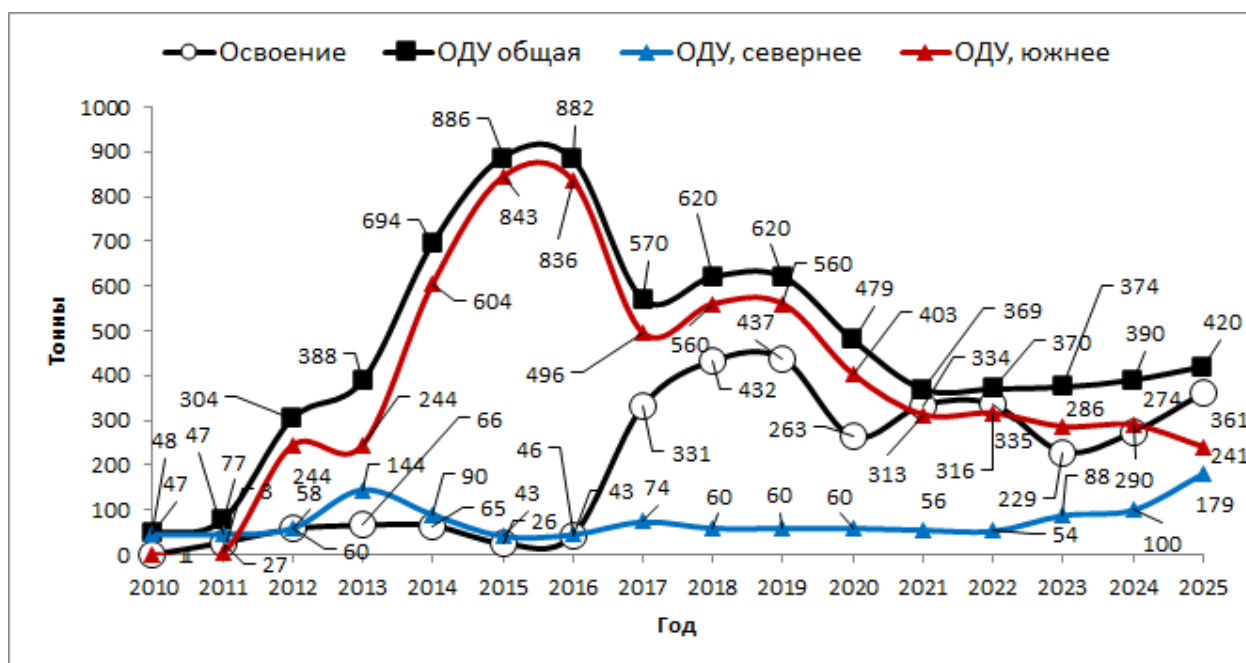


Рис. 5. Динамика ОДУ и статистика вылова краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье к югу и северу от мыса Золотого (47°20' с.ш.) в 2010-2025 гг.

Специализированный лов краба волосатого четырехугольного к северу от мыса Золотого не проводился. До 2003 г. изъятие происходило исключительно в виде прилова к камчатскому крабу, резкое снижение запаса которого привело к уменьшению привлекательности района для крабового промысла в целом, соответственно, количество добывающих судов сократилось больше чем на половину, в том числе, и ведущих незаконный промысел. В итоге, пресс промысла на группировку волосатого четырехугольного краба уменьшился. В 2011 г. промысел данного вида крабов был возобновлен. В среднем за 2011-2023 гг. промышленностью освоено 29,3% выделенного ресурса, а в 2024 г. промышленностью освоено около 70%.

Согласно судовых суточных донесений (ССД), севернее мыса Золотой, в период с 2011 по 2024 гг., на промысле краба волосатого четырехугольного было задействовано от 2 до 6 судов (за исключением 2012 г., когда количество судов достигало 13 единиц). До 2020 г. среднесуточный вылов не достигал 1 тонны. Начиная с 2020 г. происходило нарастание среднего суточного улова, и в 2024 г. он достиг 2,319 т. В 2025 г. улов снизился до 1,158 т (*табл. 2*).

Таблица 2

Динамика промысла краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье севернее мыса Золотой в 2011-2025 гг. (по данным ОСМ «Рыболовство»)

Год	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Кол-во компаний	2	5	2	2	4	3	3/2	4/4
Кол-во судов	2	13	3	4	5	6	7/4	13/6
Судо-суток	32	195	97	183	41	110	191/135	349/96
Вылов, т	21,49	39,456	37,385	37,556	14,114	23,544	335,295/ 65,461	458,841/ 53,192
Вылов на судо-сутки, т	0,672	0,202	0,385	0,205	0,344	0,214	1,732/0,485	1,233/0,565
Год	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
Кол-во компаний	2/3	4/4	4/3	4/2	4/5	5/4	3/3	
Кол-во судов	3/4	11/5	11/3	8/2	9/5	8/6	5/5	
Судо-суток	95/120	293/48	413/49	368/7	372/40	49/108	144/135	
Вылов, т	430,903/ 34,661	244,967/ 58,891	299,652/ 34,28	312,310/ 11,725	172,851/ 57,69	52,558/ 273,562	85,169/ 227,417	
Вылов на судо-сутки, т	0,635/ 0,190	0,830/ 1,227	0,724/ 0,700	0,843/ 1,675	0,620/ 1,519	1,067/ 2,319	0,580/ 1,158	

Ранее, с 2002 по 2012 гг., промышленный лов был закрыт южнее мыса Золотой, в связи с неудовлетворительным состоянием запасов. В 2013 г. ученые ТИНРО рекомендовали возобновить лов камчатского, синего и волосатого четырехугольного крабов. Но, по организационным причинам, промысел до 2017 г. не велся. Вылов крабов в данном районе возобновился после 15-летнего перерыва и в 2017-2023 гг. составил 331, 433, 437, 263, 334, 335, 229 и 274 т (18 декабря 2024 г.), соответственно (*табл. 3*).

Согласно судовым суточным донесениям (ССД), южнее мыса Золотой, в период с 2017 по 2025 гг., на промысле краба волосатого четырехугольного было задействовано от 3 до 11 судов (за исключением 2018 г., когда количество судов достигало 13 единиц). До 2018 г. среднесуточный вылов достигал более 1,5 тонны. Начиная с 2019 г. происходило убывание среднего суточного улова, в 2024 г. он составил 1,067 т, в 2025 г. – снизился до 0,580 т (см. *табл. 2*). За период промысла с 2017 по 2025 гг. минимальное освоение ОДУ составило 18%, а максимальное – 98%.

Таблица 3

Динамика ОДУ и официального вылова (тыс. т) краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье за период 2004-2025 гг.

Год	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
ОДУ южнее мыса Золотой	0,002	0,023	0,04	0,07	0,091	0,042	0,001	0,03
ОДУ севернее мыса Золотой	0,002	0,052	0,03	0,06	0,075	0,008	0,047	0,047
Суммарный ОДУ в подзоне	0,004	0,075	0,07	0,13	0,166	0,05	0,048	0,077
Суммарный вылов	0,002	0,001	0,029	0,063	0,12	0,006	0,001	0,027
Год	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ОДУ южнее мыса Золотой	0,244	0,244	0,604	0,843	0,836	0,496	0,56	0,56
ОДУ севернее мыса Золотой	0,06	0,144	0,09	0,043	0,046	0,074	0,06	0,06
Суммарный ОДУ в подзоне	0,304	0,388	0,694	0,886	0,882	0,57	0,62	0,62
Суммарный вылов	0,058	0,066	0,065	0,026	0,043	0,331	0,432	0,437
Год	2020	2021	2022	2023	2024	2025		
ОДУ южнее мыса Золотой	0,403	0,313	0,316	0,286	0,290	0,241		
ОДУ севернее мыса Золотой	0,076	0,056	0,054	0,088	0,100	0,179		
Суммарный ОДУ в подзоне	0,479	0,369	0,370	0,374	0,390	0,420		
Суммарный вылов	0,263	0,334	0,335	0,229	0,274	0,313		

По итогам траловой съемки 2022 г., в северной части подзоны Приморье волосатый четырехугольный краб встречался лишь на южном краю исследованного района. Распределение волосатого четырехугольного краба ограничивалось 48°30' с.ш. и глубинами 38-100 м.

По итогам траловой съемки 2022 г., в южной части подзоны Приморье максимальное обилие крабов (5400 экз./км²) было отмечено севернее б. Соколовской (Преображение), на глубине 47 м. Площадь скоплений с удельной плотностью более 411 экз./км² составила около 1,52 тыс. км². Наибольшее обилие крабов по всей исследованной подзоне отмечено от 20 до 60 м. Максимальные уловы промысловых самцов (1643 экз./км²), непромысловых самцов (2817 экз./км²) и самок (939 экз./км²) были отмечены в одном и том же районе – севернее б. Соколовской.

По результатам траловой съемки 2025 г., волосатый четырёхугольный краб встречен на 53 (18,3%) станциях по всему району исследования, площадь его распределения составила 13,6 тыс. км² в диапазоне глубин от 23,3 до 221,0 м. Высокие показатели обилия крабов (более 600 экз./км²) отмечены в подзоне Приморье южнее м. Золотой на участке от м. Красная Скала до б. Джигит. Максимальный улов вида (1584,66 экз./км²) был отмечен в южной части подзоны Приморье в районе зал. Опричник (44°27' с.ш., 136°06' в.д.), на глубине 70 м. Самцы промыслового размера (от 80 мм по ШК) встречены на 51 (17,6%) станции, площадь их распределения составила 13,2 тыс. км², максимальное обилие – 1408,6 экз./км² также было отмечено в указанном районе. Самцы непромысловых размеров встречались редко – 14 (4,8%), площадь их распределения – 2,6 тыс. км², максимальное обилие (433,9 экз./км²) данная группа образовывала в южной части подзоны Приморье у м. Красная Скала (43°15' с.ш., 134°42' в.д.), на глубине 42 м. Самки волосатого краба также встречались редко – на 14 (4,8%) станциях в

диапазоне глубин от 23 до 81 м, на площади 2,6 тыс. км², максимум их обилия (176,1 экз./км²) отмечено в районе б. Джигит (44°42' с.ш., 136°24' в.д.) на 63 м. Данный вид является обитателем верхней сублиторали. В ходе исследований концентрации крабов были отмечены на небольшой глубине – до 50-75 м, при ее увеличении обилие животных резко снижалось (рис. 6).

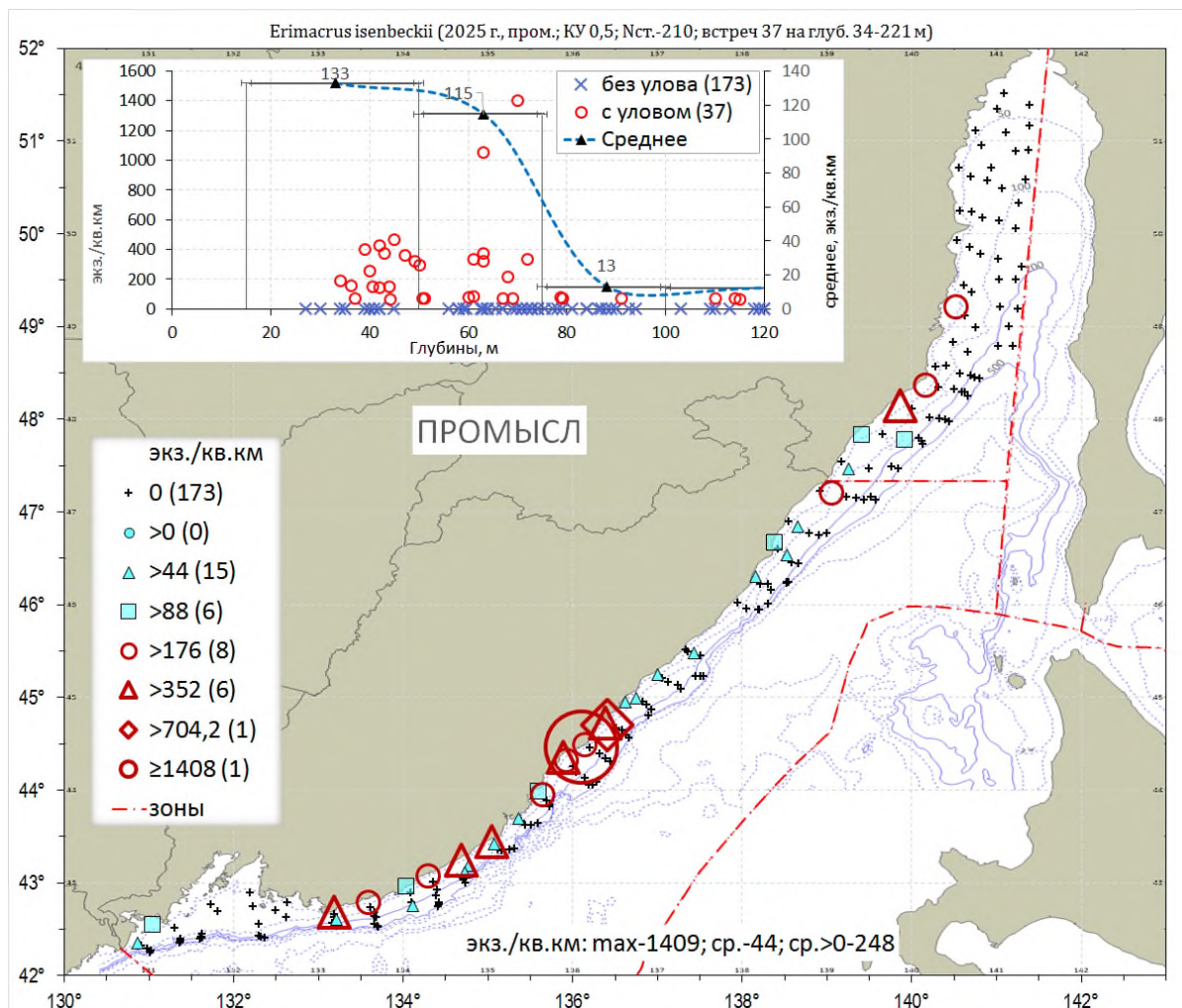


Рис. 6. Распределение промысловых самцов (экз./км²) краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье, по данным траловой съемки НИС «Владимир Сафонов» в апреле-июне 2025 г.

По данным ловушечной съемки 2022 г. по-прежнему в этом районе была отмечена многочисленная группировка четырехугольного волосатого краба. Довольно крупные скопления этого вида традиционно находились к югу от м. Золотой, в юго-западной части зал. Петра Великого, и значительные поселения были отмечены к северу от м. Золотой. Максимальные уловы промысловых самцов пришлось к северу от м. Золотой. Они располагались на участке с координатами 47°30'–49°00' с.ш., на глубинах 18-25 м. Уловы на усилии составляли до 10 экз./лов., плотность промысловых самцов на скоплении достигала 3000 экз./км². Повышенная концентрация промысловых самцов наблюдалась к югу от мыса Золотой, на глубинах 18-45 м. Максимальные уловы составляли до 5 экз./лов., плотность промысловых самцов на скоплении достигала 1400 экз./км². Относительно

небольшие скопления наблюдались в юго-западной части зал. Петра Великого, на глубинах 25-40 м. Максимальная плотность поселений там составила 500 экз./км².

По результатам ловушечной съемки в 2024 г. установлено, что в зимний период основная масса пойманных крабов приходилась на юго-западную часть зал. Петра Великого. Как правило, ловушечные уловы непромысловых самцов и самок всегда были очень незначительны. Частота встречаемости промысловых самцов составила 94,6%, а непромысловых самцов и самок – 4,8 и 1,6% или 0,5 и 0,07 экз./лов., соответственно. Результаты исследований показали среднюю плотность поселений краба в юго-западной части залива, достигавшую 280 экз./км² (максимум – 800 экз./км²), в центральном и восточном районах (м. Поворотный и о. Русский) она была значительно ниже – 40 экз./км². В южном Приморье скопление краба волосатого четырехугольного было более плотным и располагалось в диапазоне глубин 20-60 м по всему району исследований. В основном, весь пойманный краб был представлен промысловыми самцами (93,7%) и крупноразмерными особями (80%). Максимальные плотности данного вида были отмечены в районе бух. Успения и достигали до 900 экз./км². Уловы промысловых самцов на коническую ловушку составляли до 3 экз./лов. (рис. 7). Менее 7% составили непромысловые самцы и самки.

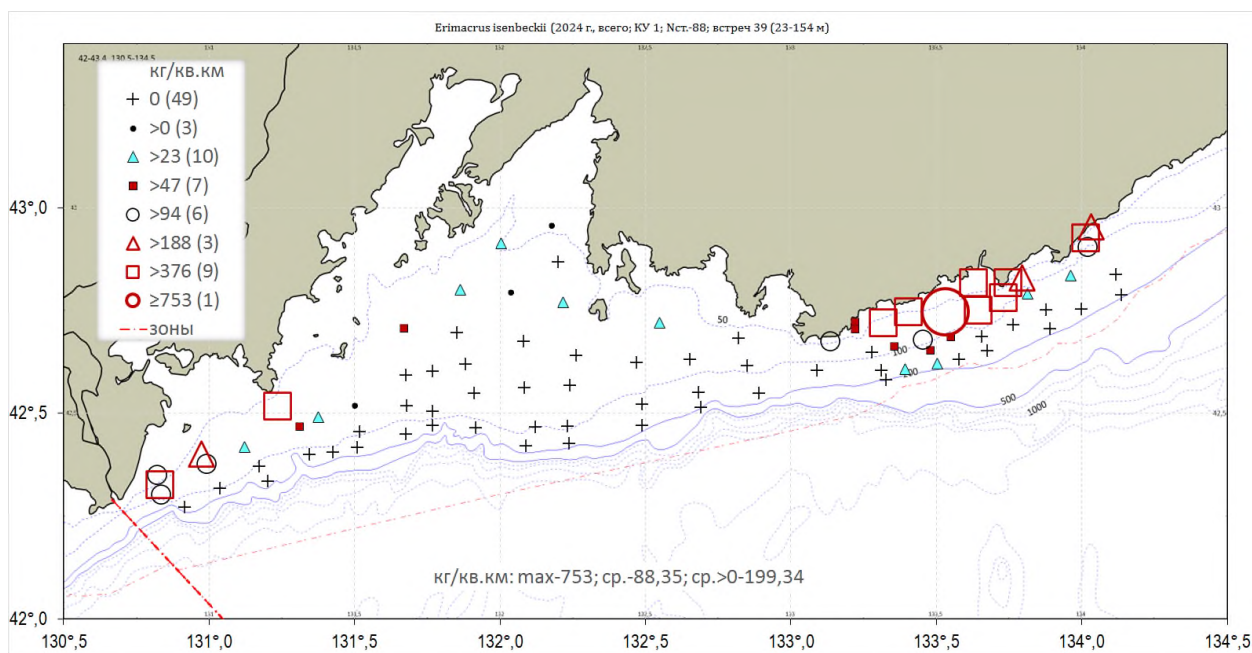


Рис. 7. Распределение промысловых самцов (экз./км²) краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье по данным ловушечной съемки НИС «Зодиак» в декабре 2024 г.

Выполненный анализ по данным ловушечной съемки в 2025 г. позволил подтвердить результаты, полученные ранее, что в районах подзоны Приморье волосатый краб создаёт протяженные и плотные скопления. Как правило, краб образовывал многочисленные группировки, большей частью, в прибрежных районах на 88 станциях (частота встречаемости – 44%) по всему району исследований, в широком диапазоне глубин 16-117 м. Среди самцов волосатого краба последние годы преобладали крупноразмерные особи,

ловушечные уловы промысловых самцов, и особенно самок, в 2025 г. по-прежнему были невысоки. Максимальные показатели плотности распределения промысловых самцов (около 3144 экз./км²) приходились на район к северу от м. Золотой (48°40' с.ш., 140°11' в.д.), при плотности по результирующим станциям по району НИР – около 460 экз./ км². Основные концентрации приходились на глубины 13-50 м, а максимальные – от 30 до 40 м (рис. 8).

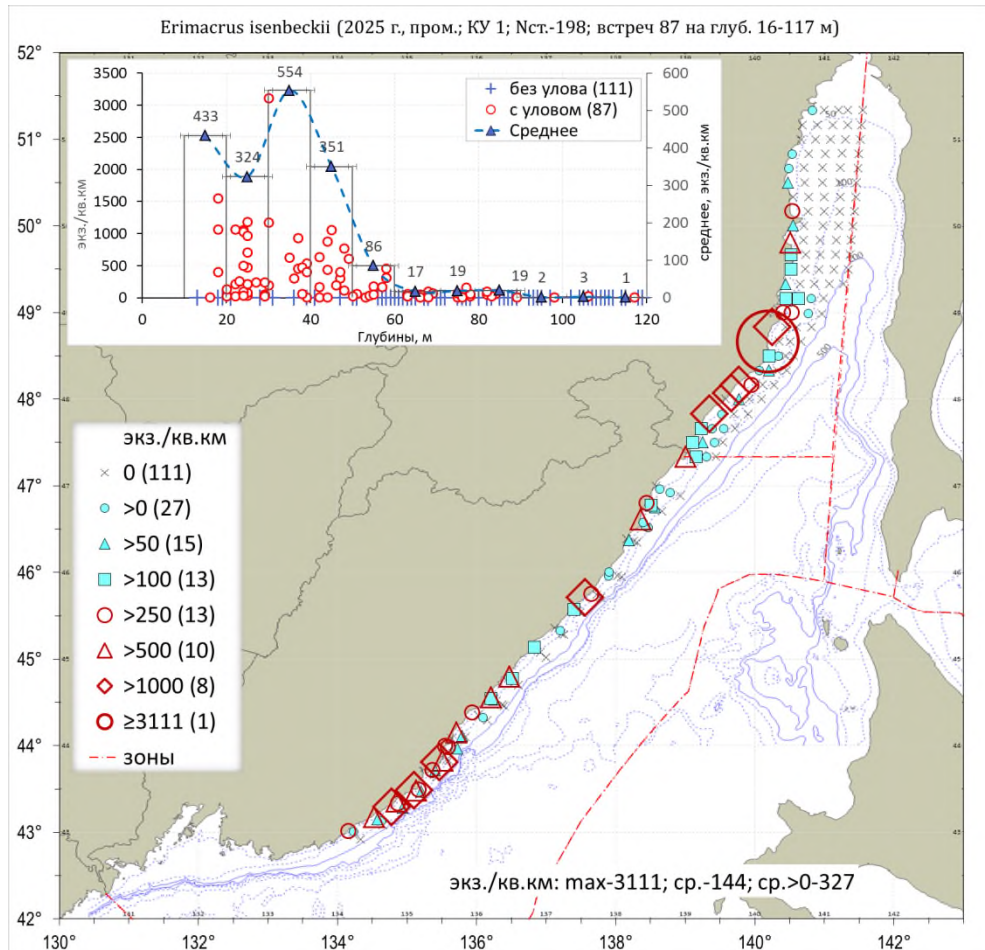


Рис. 8. Распределение (экз./км²) промысловых самцов краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье в весенне-летний период 2025 г.

В результате анализа размерного состава, как из траловых (рис. 9), так и из ловушечных (рис. 10-14) уловов, повсеместно отмечалось преобладание промысловых самцов над непромысловыми особями – так же, как в 2019-2020 гг. Отмечается дефицит пререкрутов (ширина карапакса 70-79 мм), так как батиметрический диапазон обитания маломерных самцов (менее 10 м) значительно мельче того, который был охвачен донной траловой и ловушечной съёмками.

Так, по материалам траловой съёмки 2022 г., 75% самцов являлись промысловыми (в 2013-2016, 2018, 2019 и 2020 гг. – 81, 85, 82, 77, 76, 90,7 и 92,9%, соответственно).

В 2013-2016, 2018, 2019, 2020 и 2022 гг. доминирующими размерными группами у пререкрутов были особи с размером 65-79, 70-79, 50-80, 60-79,

70-79, 70-79 и 70-75 мм, соответственно. У промысловых самцов – 90-105, 85-110, 90-110, 85-115, 85-100, 85-100 и 85-105 мм, соответственно (рис. 9).

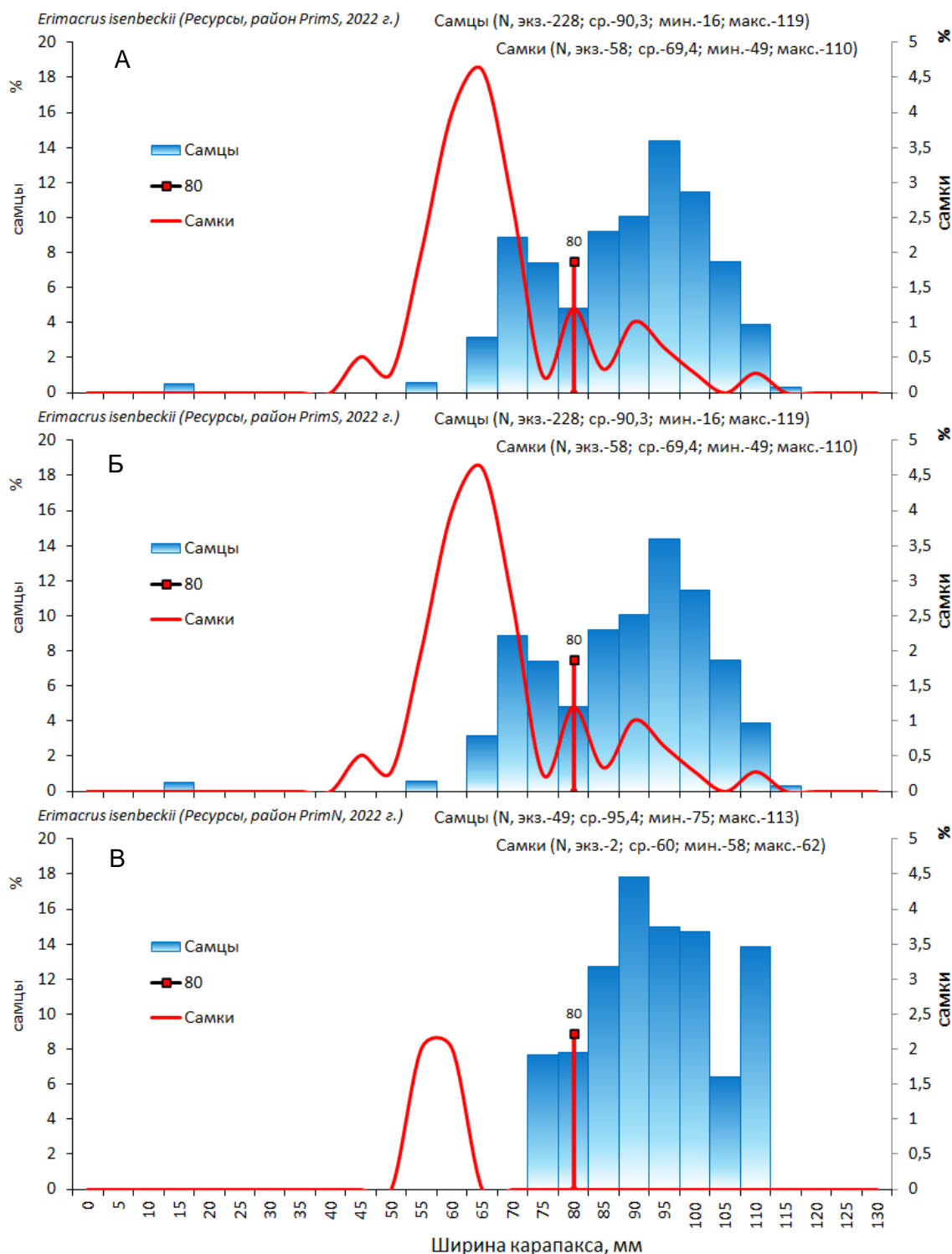


Рис. 9. Размерный состав краба волосатого четырехугольного.

(А) – в подзоне Приморье, по данным траловой съемки в весенне-летний период 2022 г. (к югу от м. Золотой);

(Б) – в подзоне Приморье, по данным траловой съемки в весенне-летний период 2022 г. (к северу от м. Золотой);

(В) – по всей подзоне Приморье, по данным траловой съемки в весенне-летний период 2022 г.

В ловушечных съёмках, выполненных в 2013 и 2014 гг. в северном Приморье, в 2015 г. – от мыса Поворотного до мыса Туманного, в 2017 г. – в зал. Петра Великого (от Уссурийского залива до мыса Поворотного) и от мыса Поворотного до мыса Островного, в 2018 г. – от мыса Елагина до мыса Золотого, в 2019 г. – от мыса Поворотного до мыса Крестовоздвиженского, в 2020 г. – в зал. Петра Великого и севернее мыса Золотой, в 2021 г. – от мыса Поворотного до мыса Егорова, в 2022 г. – в северо-западной части Японского моря, от р. Туманная (42°18' с.ш.) до м. Накатова (51°20' с.ш.), и в 2024 г. – в заливе Петра Великого, от мыса Поворотного до мыса Туманного, у всех групп краба не произошло каких-либо значительных смещений основных линейных параметров (рис.10-13).

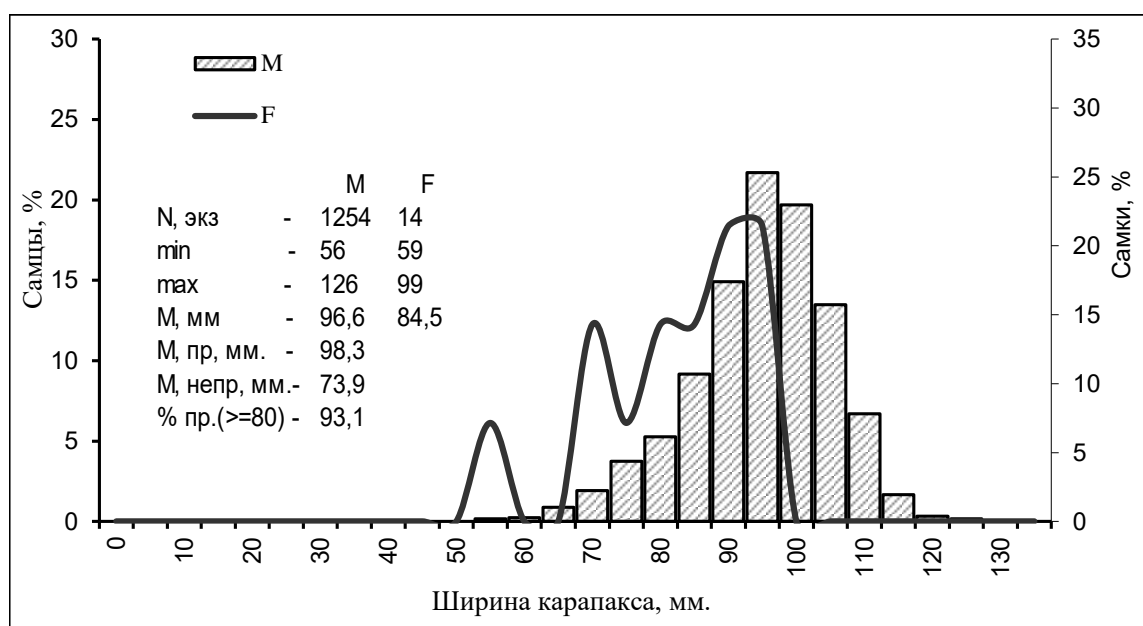


Рис. 10. Размерный состав краба волосатого четырехугольного по всей подзоне Приморье, по данным ловушечной съёмки в весенне-летний период 2022 г. (к югу от м. Золотой).

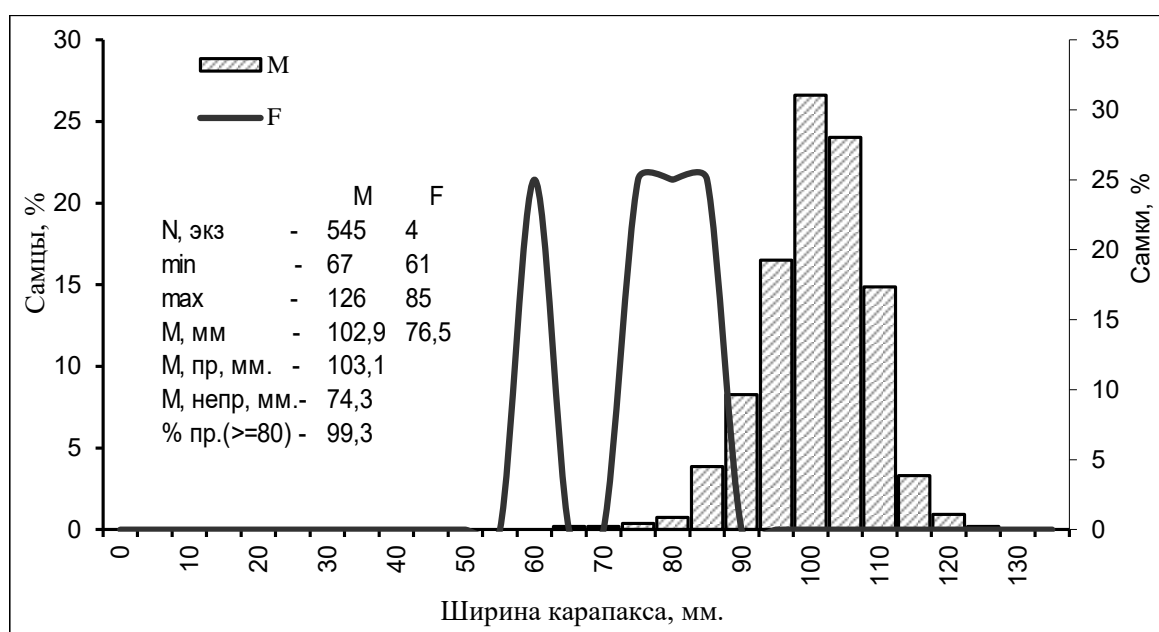


Рис. 11. Размерный состав краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье, по данным ловушечной съёмки в весенне-летний период 2022 г. (к северу от м. Золотой).

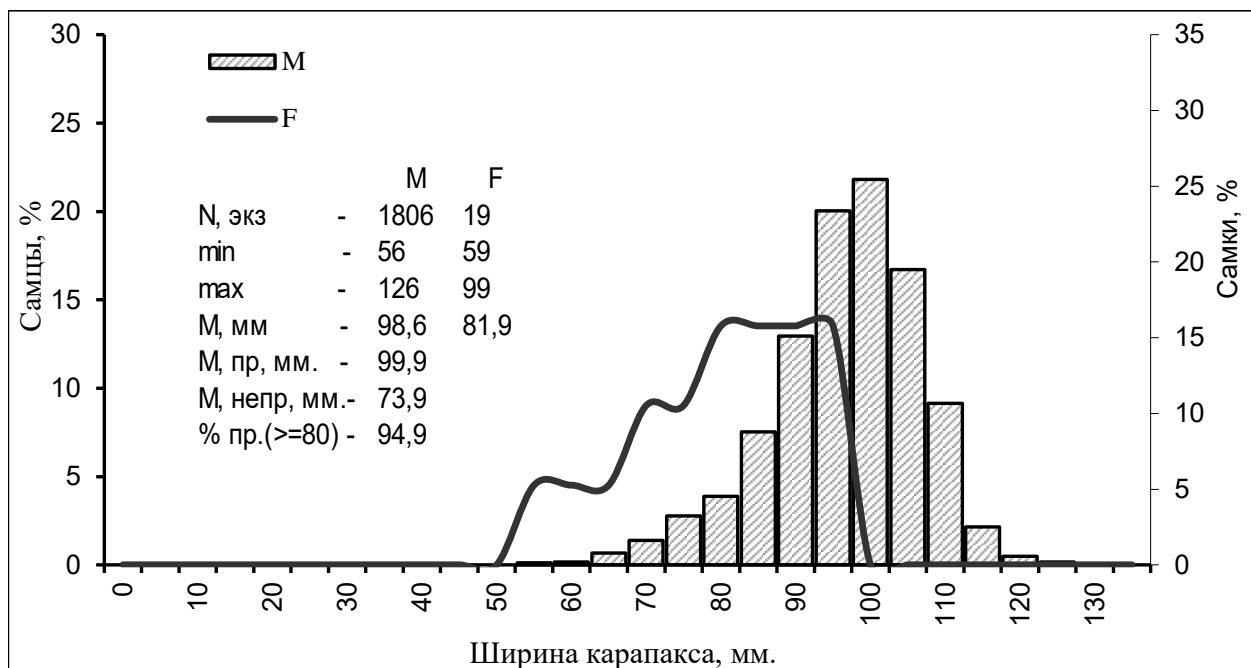


Рис. 12. Размерный состав краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье, по данным ловушечной съемки в весенне-летний период 2022 г. (M – самцы, F – самки).

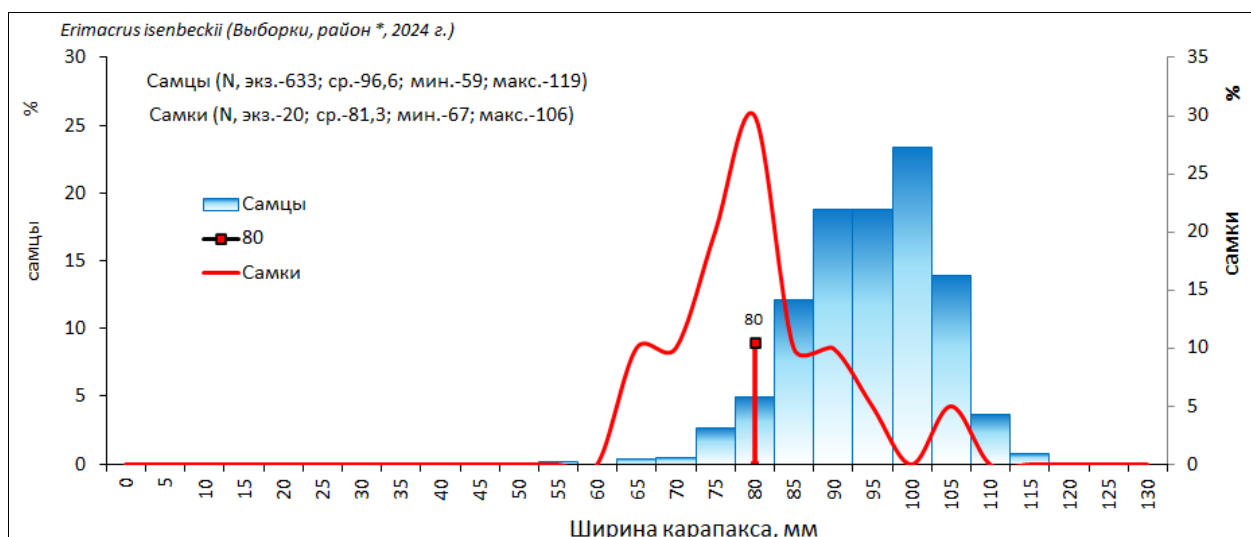


Рис. 13. Размерный состав краба волосатого четырехугольного по данным ловушечной съемки в заливе Петра Великого и от мыса Поворотного до мыса Туманного в зимний период 2024 г.

По данным ловушечной съемки, проведенной в весенне-летний период в 2025 г., размеры проанализированных самцов варьировали от 60 до 126 мм по ширине карапакса. Наиболее часто в уловах встречались крупноразмерные самцы (85-105 мм по ширине карапакса – приблизительно, 60%), вместе с тем, на пререкрутов (70-79 мм по ширине карапакса) приходилось не более 4,5% общего улова. Средний размер промысловых самцов составил $96,1 \pm 0,21$ мм, непромысловых – $75,3 \pm 0,24$ мм, всех самцов – $94,2 \pm 0,24$ мм. Доля самцов промыслового размера достигала 90,5% (рис. 14).

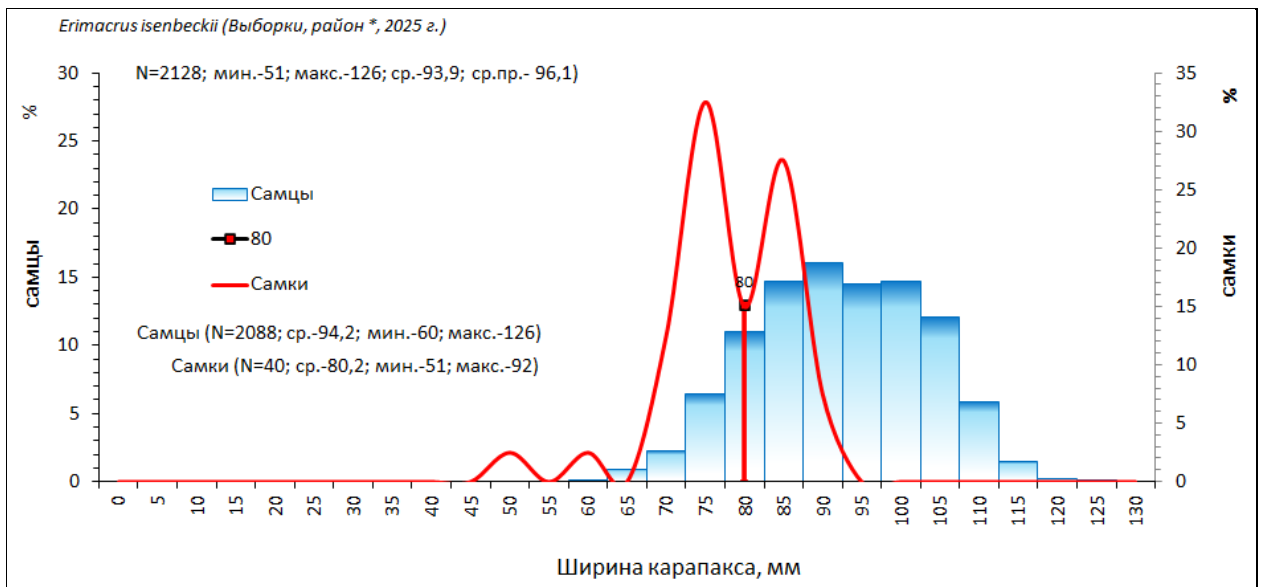


Рис. 14. Размерный состав краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье, по данным ловушечной съемки в весенне-летний период 2025 г.

Размерный состав самцов краба волосатого четырёхугольного из разных районов подзоны Приморье несколько отличался (рис. 15-16). В районах к югу от м. Золотой в уловах доминировали самцы-рекруты размерами от 85 до 95 мм (рис. 15).

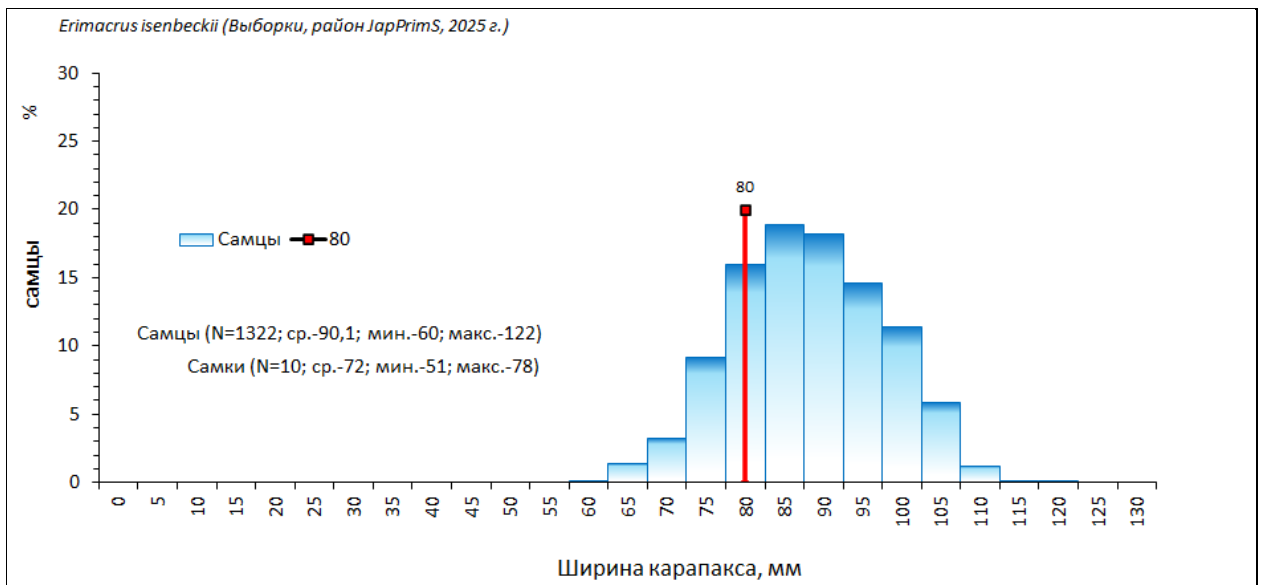


Рис. 15. Размерный состав краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье, по данным ловушечной съемки в весенне-летний период 2025 г. (к югу от м. Золотой).

В северном секторе подзоны доминировали крупноразмерные самцы с ШК от 100 до 110 мм (рис. 16).

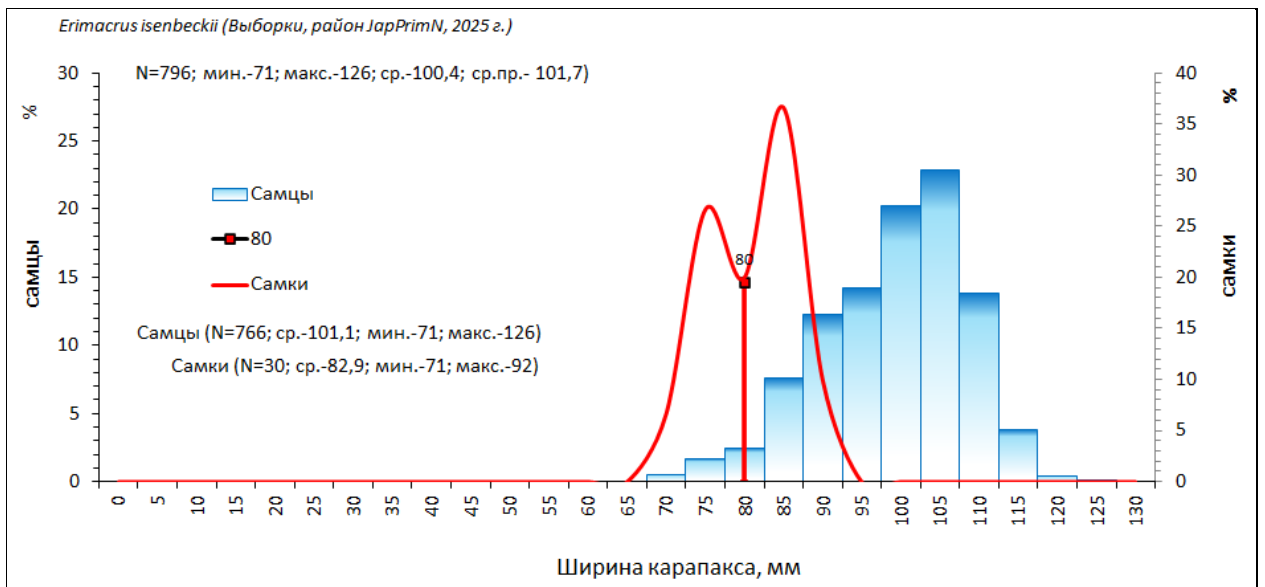


Рис. 16. Размерный состав краба волосатого четырехугольного по всей подзоне Приморье, по данным ловушечной съемки в весенне-летний период 2025 г. (к северу от м. Золотой).

В результате сопоставления размерной структуры краба волосатого четырехугольного за 2009-2022 гг. отмечен рост всех основных линейных характеристик у самцов в южном секторе подзоны Приморье. Так, средние размеры самцов из траловых сборов увеличились с 88 (2009 г.) до 95,3 мм (2019 г.), а из ловушечных – с 98 (2009 г.) до 103,1 мм (2018 г.), и только в 2019 г. отмечено некоторое уменьшение – до 97,1 мм, также и в 2020-2021 и 2024 гг. – до 99,1 и 96,6 мм, соответственно.

Средние размеры промысловых самцов, по данным траловых и ловушечных съёмок, также увеличились с 93,4 (2009 г.) до 97,7 мм (2018 г.) и с 98,9 (2009 г.) до 103,2 мм (2018 г.), и только в 2019 г. отмечено некоторое уменьшение – до 97,6 и 98,0 мм, соответственно, а также и в 2020 г. – до 95,3 и 99,6 мм, соответственно, в 2021 г. – снизились до 96,4 мм, в 2022 г. – практически не изменились, а в 2024 г. – увеличились до 97,3 мм, а в 2025 г. – снизились до 92,5 мм (табл. 4).

В северном секторе подзоны Приморье, в целом, каких-либо существенных изменений в размерной структуре самцов волосатого краба не выявлено, в последние годы соотношение размерных групп в ловушечных уловах относительно стабильно.

Таблица 4

Размерные характеристики самцов краба волосатого четырехугольного по данным траловых и ловушечных съемок 2009-2025 гг. в подзоне Приморье

Годы	Орудие лова	Количество пойманных самцов, экз.	Ср. размер самцов, мм	Ср. размер промысловых самцов, мм	Ср. размер непром. самцов, мм	Доля самцов >80 мм в уловах, %	Доля самцов <80 мм в уловах, %
2009	трал	610	88	93,4	71,2	76	24
	лов.	1408	98	98,9	73,6	98	2
2010	трал	855	95,4	99,1	69,3	87,7	12,3
	лов.	2473	97,2	97,9	74,4	97	3
2011	трал	1335	87,8	96,4	64,2	73,3	26,7
	лов. *	3310	98,2	98,8	75,9	97,1	2,9
2012	трал	2123	91,3	96,8	69,7	79,7	20,3
	лов. *	2358	102,7	103,1	76	98,5	1,5
2013	трал	2009	92,4	98,3	68,8	82,6	17,4
	лов. *	2883	100,7	101,1	75,4	98,5	1,5
2014	трал	1530	93,7	99,1	64,0	84,5	15,5
	лов. *	2844	102,5	102,6	76,8	99,4	0,6
2015	трал	1270	92,8	99,6	62,7	79,6	20,4
	лов. **	214	100,1	101,3	75,4	95,3	4,7
2016	трал	1115	91,8	99,4	65,8	77,4	22,6
2017	лов.	103	103,3	103,6	77,0	99,0	1,0
2018	трал	110	97,7	97,7	70,2	76,4	23,6
	лов. *	2790	103,1	103,2	76,8	99,4	0,6
2019	трал	206	94,96	97,6	68,7	90,6	9,3
	лов. *	3082	97,1	98,0	75,7	96,0	4,0
2020	трал***	217	92,1	95,3	50,5	92,3	7,07
	лов. ***	707	99,1	99,6	75,9	97,7	2,3
2021	лов. ****	716	95,5	96,4	73,9	95,9	4,1
2022	трал***	228	95,7	96,6	71,9	75,1	24,9
	лов. ****	1806	98,6	99,9	73,9	94,9	5,1
2024	лов.	653	96,5	97,3	75,2	96,9	3,1
2025	трал	134	89,6	95,0	72,2	94,7	5,3
	лов.	2088	94,1	96,1	75,2	98,1	1,9

* съемка в районах северного Приморья

** съемка от мыса Поворотного до мыса Туманного

*** съемка в северо-западной части Татарского пролива

**** съемка от мыса Поворотного до мыса Егорова

Наблюдаемая в период действующего с 2002 г. запрета промысла устойчивая тенденция естественного восстановления промысловой численности краба волосатого четырёхугольного, и достижение им максимального уровня численности за весь период регулярных исследований, проводимых ТИНРО с 1976 г., позволяют уверенно говорить о росте его промысловой численности и стабильном, благополучном состоянии, в котором находится популяция волосатого краба в районах южного сектора подзоны Приморье. В 2018 г. наблюдалось снижение численности промысловых особей, даже на фоне роста всех основных линейных характеристик, с преобладанием крупноразмерных особей и максимальной долей самцов промыслового размера. Оно было связано, скорее всего, с естественными причинами – элиминацией крабов старших возрастных групп. Среди самцов краба волосатого четырехугольного в

последние годы преобладали крупноразмерные особи предельных размеров, вероятно, достигшие последней в жизни линьки. Как и у других долгоживущих видов, сбалансированный состав разных размерно-функциональных групп, присутствие в популяции волосатого краба особей предельных размеров, достигших возраста естественной элиминации, пререкрутов (70-79 мм по ширине карапакса), а также половозрелых самок, свидетельствуют о её более или менее благополучном состоянии популяции. В целом, состояние популяции краба волосатого четырехугольного в этом районе можно оценить как удовлетворительное.

Определение биологических ориентиров. Биологические ориентиры оценивали на основе результатов моделирования динамики биомассы запаса конечно-разностной моделью с запаздыванием. Граничным ориентиром по биомассе B_{lim} служила величина, равная 20% от величины биомассы, соответствующей максимальной численности пополнения. Граничный ориентир по промысловому изъятию u_0 определялся исходя из объемов, необходимых для проведения НИР [Бабаян, 2000], как отношение этих объемов (10 т) к граничному ориентиру по биомассе. В качестве целевого ориентира по промысловому изъятию u_{tr} выбрали математическое ожидание оценки максимального устойчивого вылова (MSY). MSY оценивали по результатам имитационного моделирования при различных долях изъятия. Соответственно, в качестве целевого ориентира по биомассе выбирали математическое ожидание биомассы, соответствующей MSY ($B_{tr} = B_{MSY}$). Биологические ориентиры для четырехугольного волосатого краба подзоны Приморье приведены в *таблице 5*.

Таблица 5

Биологические ориентиры для краба волосатого четырехугольного подзоны Приморье (биомасса в тыс. т)

ref	B_{lim}	B_{tr}	u_0	u_{tr}	u_{lim}	nir_tt
юг	1,1	2,367	0,1%	10%	20%	0,001364
север	0,1	1,3	1,5	10%	20%	0,015

Обоснование правил 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 *рисунках 17-18*.

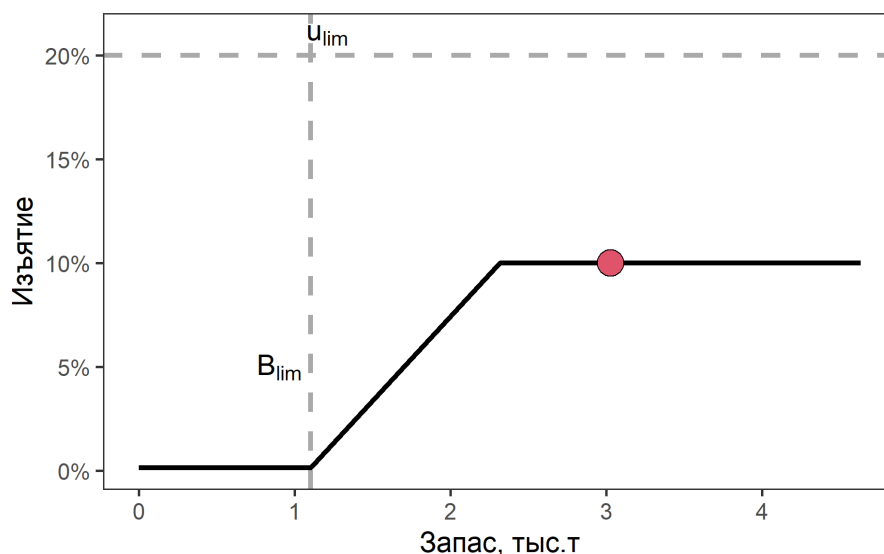


Рис. 17. Графическое представление ПРП в районе южнее 47°20' с.ш.

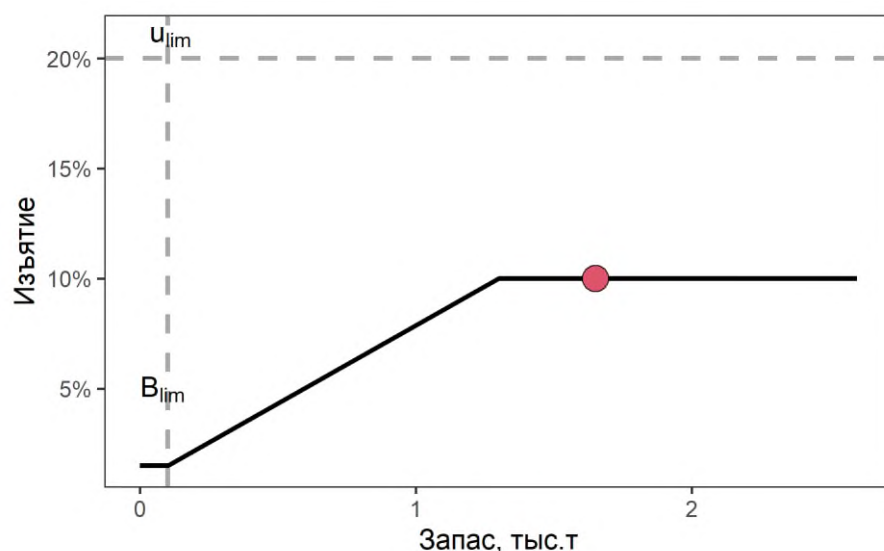


Рис. 18. Графическое представление ПРП в районе севернее 47°20' с.ш.

Прогноз состояния запаса. Оценка запаса в 2025 г., полученная по результатам моделирования, в районе южнее 47°20' с.ш. находится в 95% доверительном интервале 1,17-3,65 тыс. т (1,30-4,05 млн экз.), в среднем – 2,41 тыс. т (2,68 млн экз.). Оценка ожидаемой в 2027 г. величины запаса находится в 95% доверительном интервале 1,44-4,61 тыс. т (1,60-5,13 млн экз.), в среднем – 3,02 тыс. т (3,36 млн экз.). Оценка запаса в 2025 г., полученная по результатам моделирования, в районе севернее 47°20' с.ш. находится в 95% доверительном интервале 1,47-2,11 тыс. т (1,43-2,06 млн экз.), в среднем – 1,79 тыс. т (1,74 млн экз.). Оценка ожидаемой в 2027 г.

величины запаса находится в 95% доверительном интервале 1,04-2,26 тыс. т (1,01-2,21 млн экз.), в среднем – 1,65 тыс. т (1,61 млн экз.) (рис. 19, 20).

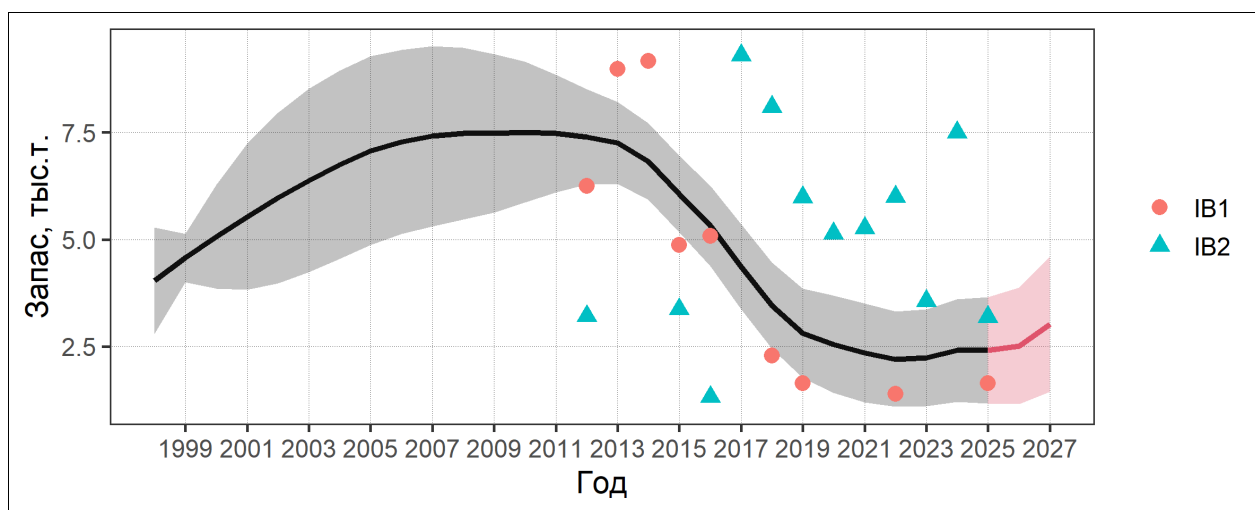


Рис. 19. Динамика промысловой биомассы в районе южнее 47°20' с.ш. I1 – оценки запаса, I2 – интенсивность промысла.

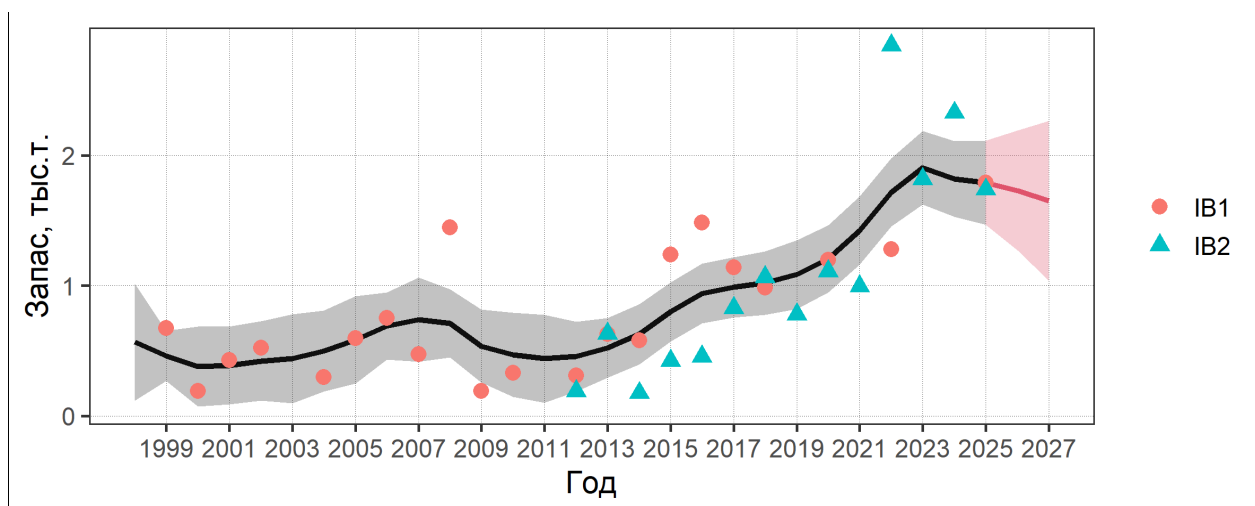


Рис. 20. Динамика промысловой биомассы в районе севернее 47°20' с.ш. I1 – оценки запаса, I2 – интенсивность промысла.

Обоснование объема ОДУ. Согласно построенного ПРП, оптимальная доля изъятия краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье (в районе южнее 47°20' с.ш.) составит 10%. Таким образом, к вылову в 2027 г. можно рекомендовать 0,303 тыс. т (0,336 млн экз.). Оптимальная доля изъятия в подзоне Приморье (в районе севернее 47°20' с.ш.) составит 10%. Таким образом, к вылову в 2027 г. можно рекомендовать 0,165 тыс. т (0,161 млн экз.). Суммарное изъятие, в итоге, составит 0,468 тыс. т (0,497 млн экз.).

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье на 2027 г. в объеме 0,468 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов. Оценка запаса в районе южнее 47°20' с.ш. демонстрирует значительную неопределенность. Тем не

менее, риск пересечения граничного ориентира отсутствует (рис. 21). То же справедливо и для района севернее $47^{\circ}20'$ с.ш. (рис. 22).

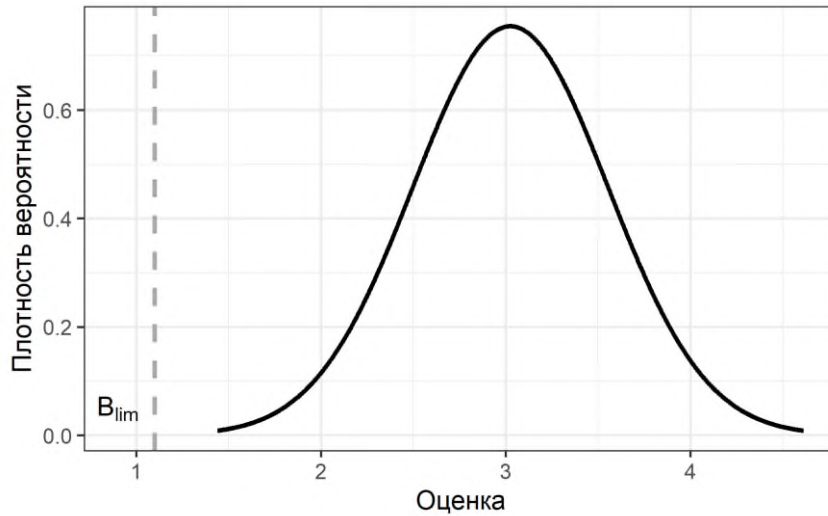


Рис. 21. Распределение вероятности для ожидаемой биомассы запаса в 2027 г в районе южнее $47^{\circ}20'$ с.ш.

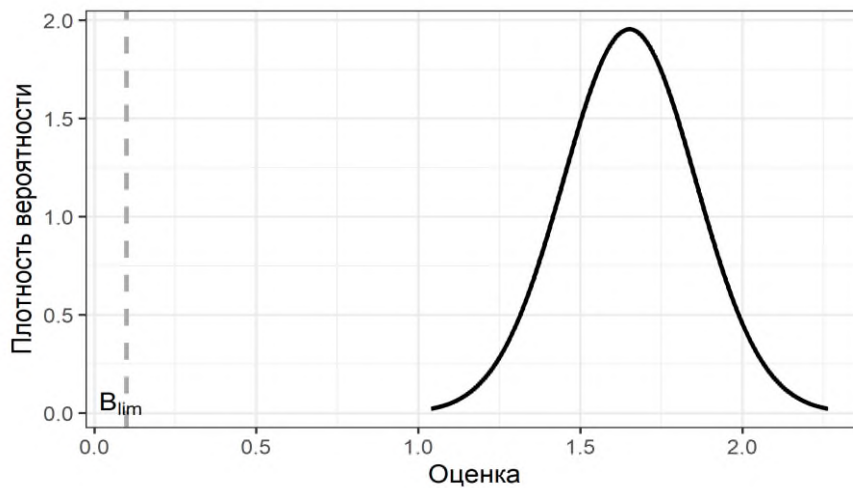


Рис. 22. Распределение вероятности для ожидаемой биомассы запаса в 2027 г в районе севернее $47^{\circ}20'$ с.ш.

В целом, состояние системы запас-промысел в обоих районах можно считать благоприятным (рис. 23-24).

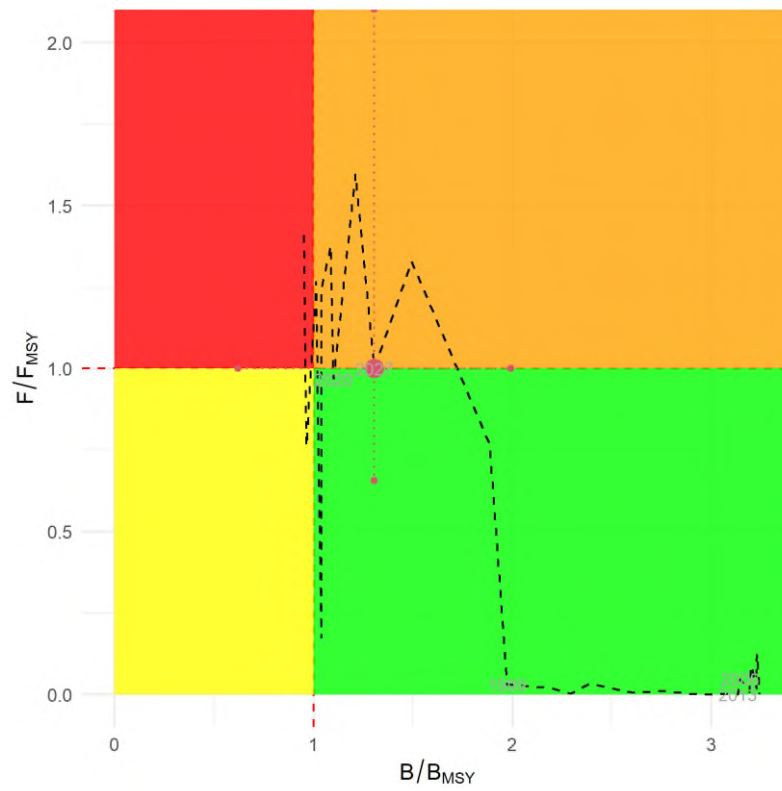


Рис. 23. Диаграмма Кобе для района южнее 47°20' с.ш.

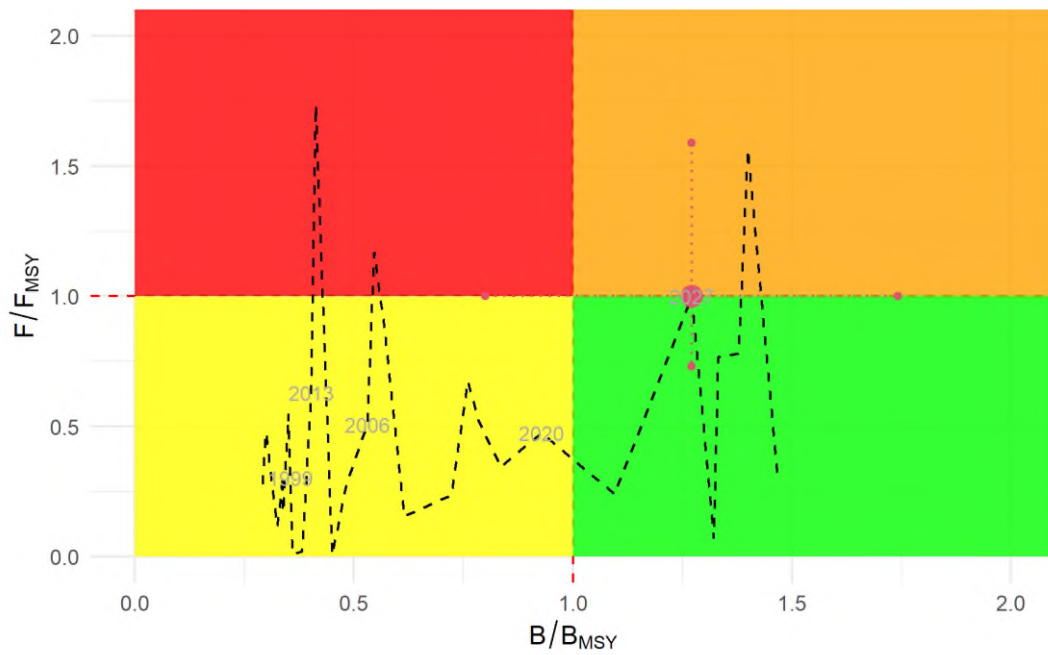


Рис. 24. Диаграмма Кобе для района севернее 47°20' с.ш.

Краб волосатый четырехугольный (*Erimacrus isenbeckii*)

61.06 – зона Японское море

61.06.2 – подзона Западно-Сахалинская

Исполнитель: Т.С. Чумак (СахНИРО)

Куратор: А.И. Буяновский (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. При подготовке прогноза ОДУ на 2027 г. были использованы материалы траловых учетных съемок, выполненных в 1991, 1993, 1995, 2000, 2007-2009, 2015, 2018, 2020, 2022 и 2024, 2025 гг. на НПС «Одиссей», «Гидронавт», «Вера Белик», «Дм. Песков», «Бухоро» и «Владимир Сафонов». Всего выполнено 808 траловых станций. На промер и биоанализ взято 7702 экз. краба. Также, использованы данные ловушечных исследований и контрольного лова (1870 ловушечных станций, более 30 тыс. промеров и биоанализов). Из них, в 2022 г. – 82 траловых станции, 180 экз. крабов взято на биоанализ. В 2024 г. – 67 траловых станций, 122 экз. крабов взято на биоанализ. В 2025 году краб встречался на 53 станциях, 198 экз. взято на биоанализ (рис. 1).

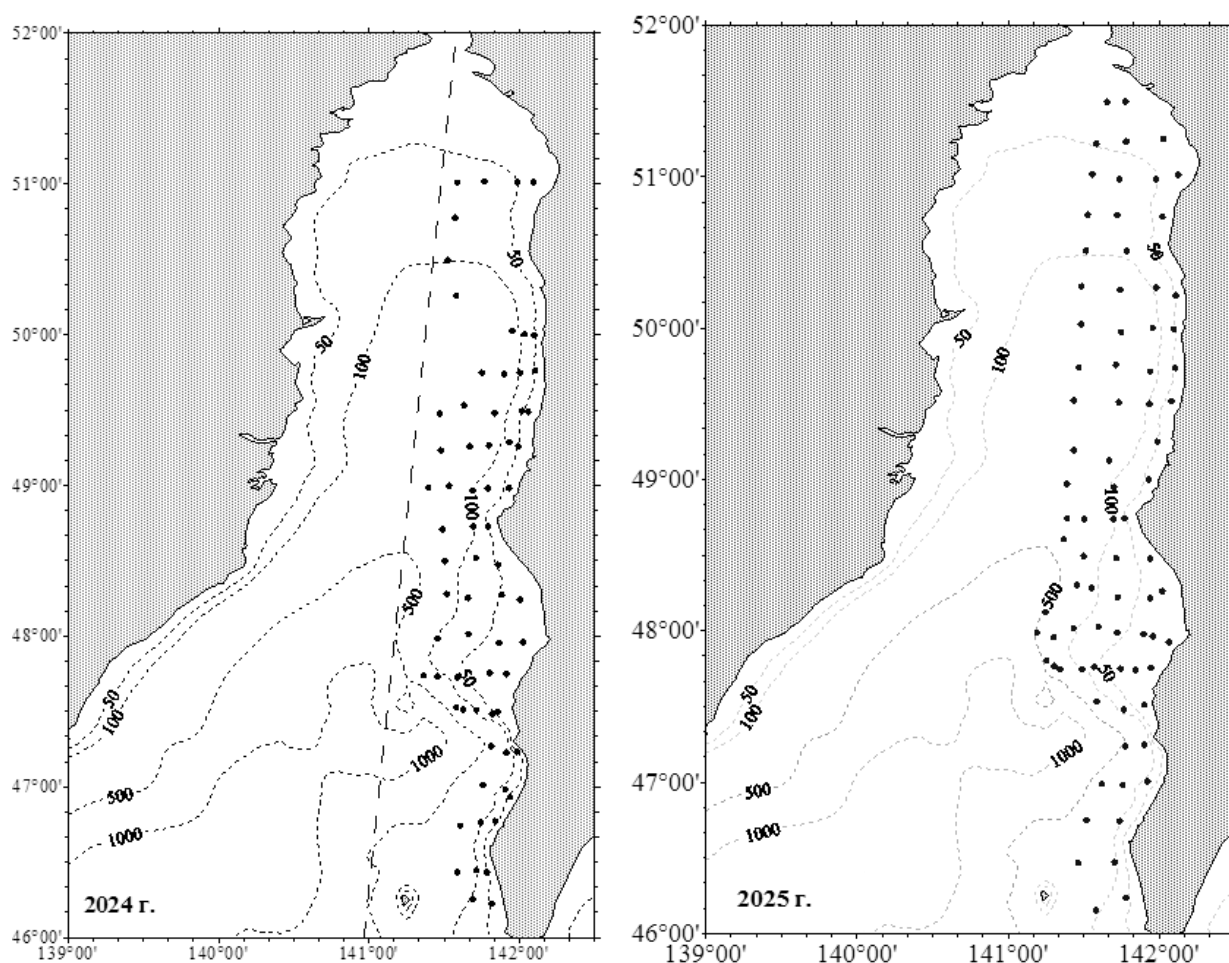


Рис. 1. Карта-схема учетных тралений, выполненных на НИС «Владимир Сафонов» у западного Сахалина в 2024 (слева) и 2025 (справа) гг.

Информация о величине промышленного освоения данной единицы запаса в 2020-2025 гг. получена из базы ОСМ «Росрыболовство».

Качество доступного информационного обеспечения для данной единицы запаса соответствует III уровню, в соответствии с приложением 1 к Приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Для оценки запаса применен метод изолиний Аксютиной (метод страт с выделением зон равновеликих уловов [Аксютина, 1968]), сплайн-аппроксимации и геостатистической интерполяции [Wackernagel, 1995; Keckler, 1994].

Для оценки промысловой биомассы предварительно использовали конечно-разностную модель с запаздыванием Деризо-Шнютэ, на основе анализа ретроспективных данных [Deriso, 1980; Schnute, 1987]. Результаты многолетних исследований дают возможность выделения биологических и промысловых ориентиров для формирования ПРП на основе принципа «предосторожности» [Бабаян, 2000].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Специализированный ловушечный промысел краба волосатого четырехугольного, как правило, проводится в южной части Татарского пролива, на участках от м. Кузнецова до траверза пос. Перепутье, и севернее – от траверза пос. Шебунино до м. Лопатина. Кроме того, краб волосатый четырехугольный попадает в ловушки на Ильинском мелководье, но плотность его скоплений здесь ниже.

Вылов краба волосатого четырехугольного в Западно-Сахалинской подзоне достигал наибольшей величины в 1991 г. (более 600 т). Позднее, он варьировал от 100 до 180 т. Впоследствии, численность краба резко снизилась, и с 2003 г. был рекомендован запрет на промышленный лов четырехугольного волосатого краба.

Учитывая позитивные тенденции в состоянии запаса, с 2017 г. было предложено возобновить промышленный лов. Промысел был начат в 2020 г. и велся судами среднего класса. В 2020 г. при промысле использовались два типа ловушек: стандартные крабовые ловушки японского образца и ловушки крабовые конические. Производительность их была разная. При промысле стандартными ловушками вылов был выше, среднесуточный вылов на одно судно составил 1,4 т, при промысле коническими ловушками – 0,5 т. В 2021 г. при промысле использовались только стандартные ловушки, среднесуточный вылов на одно судно составил 1,7 т. В 2022-2023 гг. вылов осуществляли крабовыми конусными ловушками, среднесуточный вылов составил 1,3 и 1,6 т, соответственно.

Годовой вылов краба волосатого четырехугольного, с начала возобновления промысла, в 2020 г. составил 50,7 т или 63,4% от ОДУ (80 т), в 2021 г. – 60,03 т (75,03% от ОДУ), в 2022 г. – 73,8 т (92,25% от ОДУ), в 2023 г. – 79,02 т (98,8% от ОДУ). В 2024 г., по организационным причинам, промысел осуществлялся только в январе. Вылов составил 16,3 т, при ОДУ в 100 т. В среднем, вылов за судно-сутки составил 1,25 т, минимальный вылов составил 0,56 т, максимальный – 3,04 т. Промысел вели с помощью бортовой

ловушки на японской рыболовной шхуне и СТРМ. Среднегодовые уловы на ловушку в Западно-Сахалинской подзоне приведены в *таблице 1*.

Таблица 1

Годовой вылов и среднегодовые уловы на ловушку краба волосатого четырехугольного в Западно-Сахалинской подзоне (судовой промысел)

Год	2020	2021	2022	2023	2024	2025
ОДУ, тыс. т	80	80	80	100	100	100
Вылов/сут., т	1,1	1,7	1,3	1,6	1,2	1,06
Общий вылов	61,5	78,6	78,1	99	16,3	77,5
Освоение ОДУ, %	76,9	98,3	97,6	99,0	16,3	77,5

Согласно результатам исследований, выполняемых в ходе научно-исследовательских работ с применением в качестве орудий лова ловушек, отмечено снижение уловов промысловых самцов в условиях интенсивного промысла. Так, если в 1995 г. этот показатель составлял 12,7 экз./лов., к 2000-м годам он снизился до 1-2 экз./лов., составив минимум в 2001 г. В 2011 г. улов на усилие увеличился до 3,2 экз./лов. (*рис. 2*).

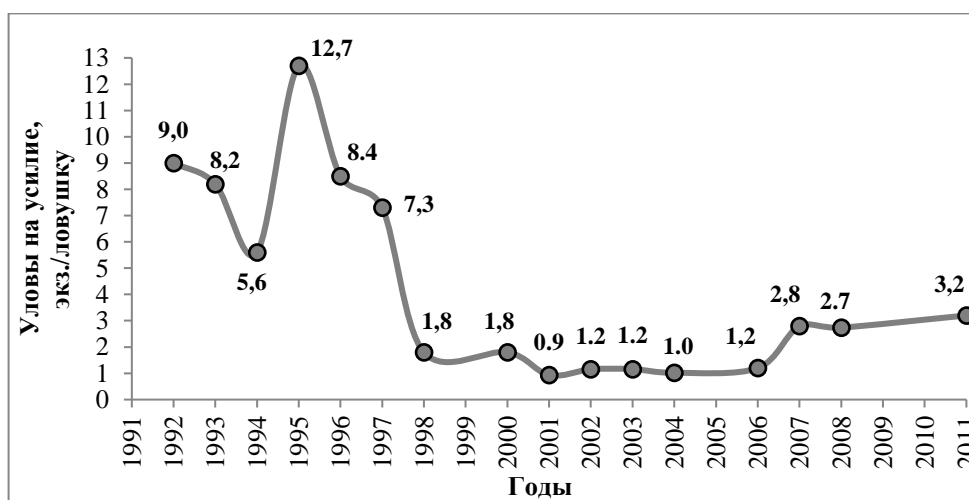


Рис. 2. Динамика уловов на усилие промысловых самцов краба волосатого четырехугольного у западного побережья о. Сахалин, по данным наблюдений на промысле и контрольного лова.

По результатам траловых учетных съемок в период с 1991 по 2020 гг., у западного побережья о. Сахалин площадь распространения самцов краба волосатого четырехугольного изменялась от 4,3 до 3,8 тыс. кв. км.

В 2018 г. была выполнена траловая учетная съемка на акватории подзоны в координатах 45°58'-51°29' с.ш., в диапазоне глубин от 18 до 583 м. Наибольший улов промысловых самцов (59 экз./траление) наблюдали в координатах 48°15' с.ш., 141°50' в.д., на глубине 44 м. Оценки промысловой численности и биомассы запаса волосатого краба в 2018 г. составили 3675 тыс. экз. и 2624 тыс. т, соответственно (*табл. 2*).

В 2020 г. учетные работы провели в тех же координатах, в диапазоне глубин от 20 до 405 м, на площади 21360 кв. км. Наибольший улов

промысловых самцов (22 экз./трал.) был отмечен в координатах 48°44' с.ш., 141°47' в.д., на глубине 62 м. Средняя плотность скоплений промысловых самцов (особи от 80 мм по ширине панциря) в 2018 и 2020 гг. составляла 89 и 124 экз./кв. км. Промысловая численность оценена в 1737 тыс. экз., биомасса – в 1237 т.

Таблица 2

Данные траловых и ловушечной съемок, выполненных у западного побережья о. Сахалин

Год проведения траловой съемки	Средне-взвешенный улов, экз./30мин. траления	Абсолютная численность самцов, тыс. шт.	Промысловая численность, тыс. экз.	Средняя ШК промысловых самцов, мм	Средняя масса пром. самцов, кг	Пром. запас, тонн
1991	12,5	2087	1015	96,4	0,980	995
1995	12,5	1118	892	94,9	0,682	608
2000	2,3	576	409	95,1	0,733	300
2007	2,8	234	18,2	90,8	0,667	12
2008	2,9	183	80,1	88,3	0,564	45
2011×	–	–	616	91,7	0,670	413
2011	5,2	435	378	95,9	0,755	286
2013	6,7	972	807	95,7	0,673	543
2015	6,5	3407	2727	96,6	0,779	2125
2017	9,6	1675	1528	100,9	0,887	1355
2018	7,8	5325	3675	93,2	0,714	2624
2020	5,2	4347	1737	94,8	0,712	1237
2022	-	-	1688	99,4	0,859	1451
2024	-	-	1845	98,3	0,860	1587
2025	-	-	2122	96,3	0,778	1803

Примечание. × – данные ловушечной съемки. С 2009 по 2012 гг. встречаемость самцов волосатого краба низкая, уловы единичные.

Распределение промысловых самцов краба волосатого четырехугольного в 2018 и 2020 гг. показано на *рисунке 3*. Наиболее плотные концентрации самцов волосатого краба в 2020 г. локализовались там же, где и в 2018 г.

По результатам учетной траловой съемки, выполненной в 2022 г. на НИС «Владимир Сафонов» в водах западного Сахалина, численность промысловых самцов составила 1688 тыс. экз., промысловая биомасса – 1451 т. Отмечалось несколько участков с максимальными скоплениями промысловых самцов (*рис. 3*).

По результатам учетной траловой съемки, выполненной в 2024 г. на НИС «Владимир Сафонов» в районе шельфа западного Сахалина, наибольшие скопления четырехугольного волосатого краба были отмечены южнее 49° с.ш. в Ильинском и Невельском заливах, а также – севернее 49° с.ш. (*рис. 3*). Непромысловые самцы в траловых уловах не встречались. Данная съемка показала, что численность промысловых самцов на шельфе западного Сахалина в 2024 г. составляет 1845 тыс. экз., биомасса – 1587 т.

В 2025 г. на НИС «Владимир Сафонов» выполнялась траловая учетная съемка в районе шельфа западного Сахалина. Наибольшие скопления четырехугольного волосатого краба были отмечены южнее 49° с.ш., в

Ильинском и Невельском заливах, а также – севернее 49° с.ш. (рис. 3). Данная съемка показала, что численность промысловых самцов на шельфе западного Сахалина в 2025 г. составляет 212,2 тыс. шт., биомасса – 180,3 т.

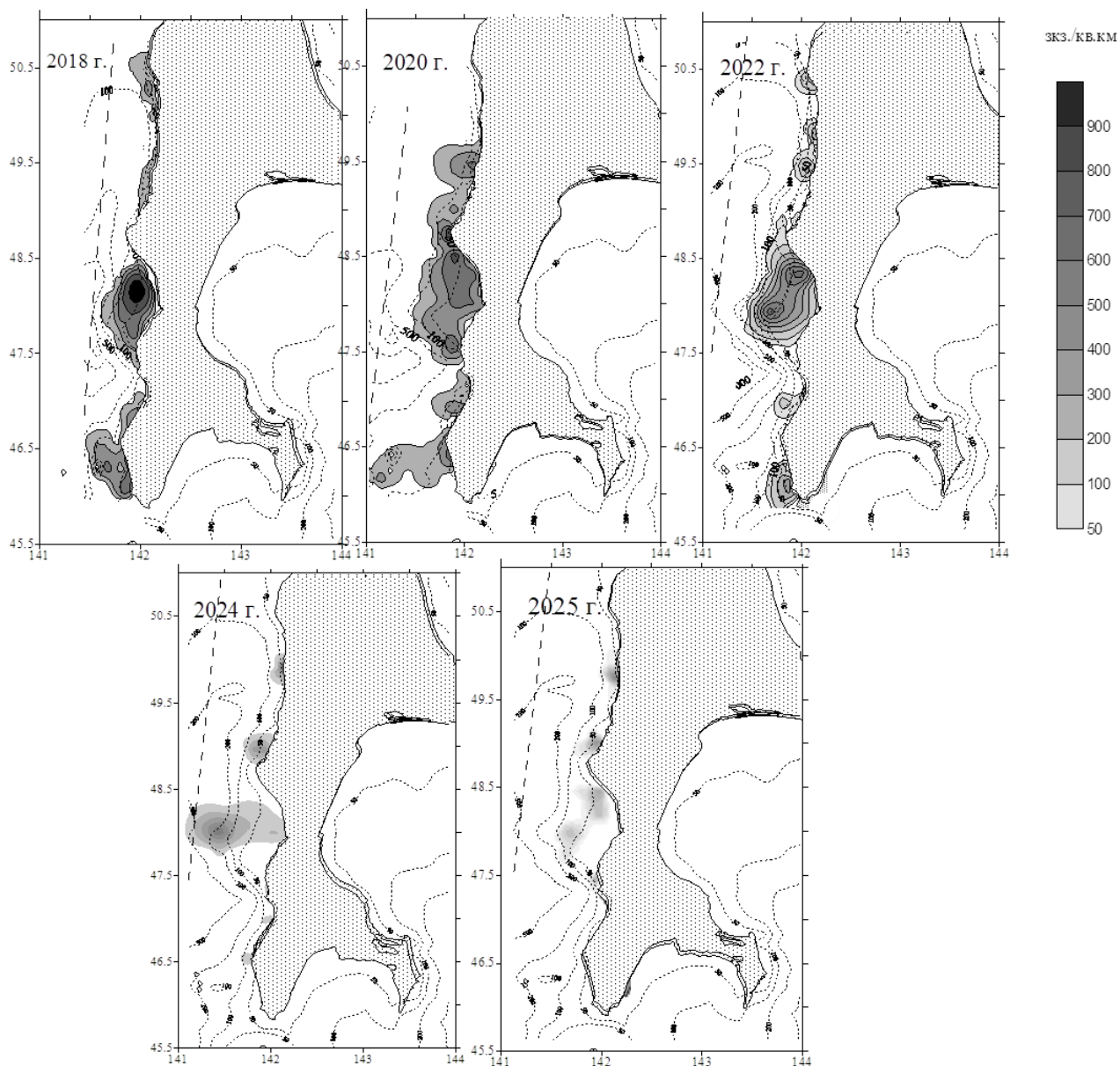


Рис. 3. Пространственное распределение промысловых самцов краба волосатого четырехугольного у западного Сахалина, по данным траловых съемок 2018, 2020, 2022, 2024, 2025 гг.

В период с 1995 по 2008 гг. средний размер самцов волосатого краба из траловых уловов уменьшился с 90 до 77 мм, что обусловило, наряду с другими негативными изменениями в состоянии запаса, введение запрета на промышленный лов в подзоне. В 2015-2020 гг. крабы размером от 80 до 100 мм по ШК превышали по численности более половины учтенных уловов (в 2015 г. – 53%, в 2020 г. – 76%). Средняя ширина карапакса самцов краба в уловах трала в последние годы составляла 89-97 мм, доля промысловых особей – 75-91% (рис. 4). Средняя масса тела промысловых самцов краба – 0,7 кг.

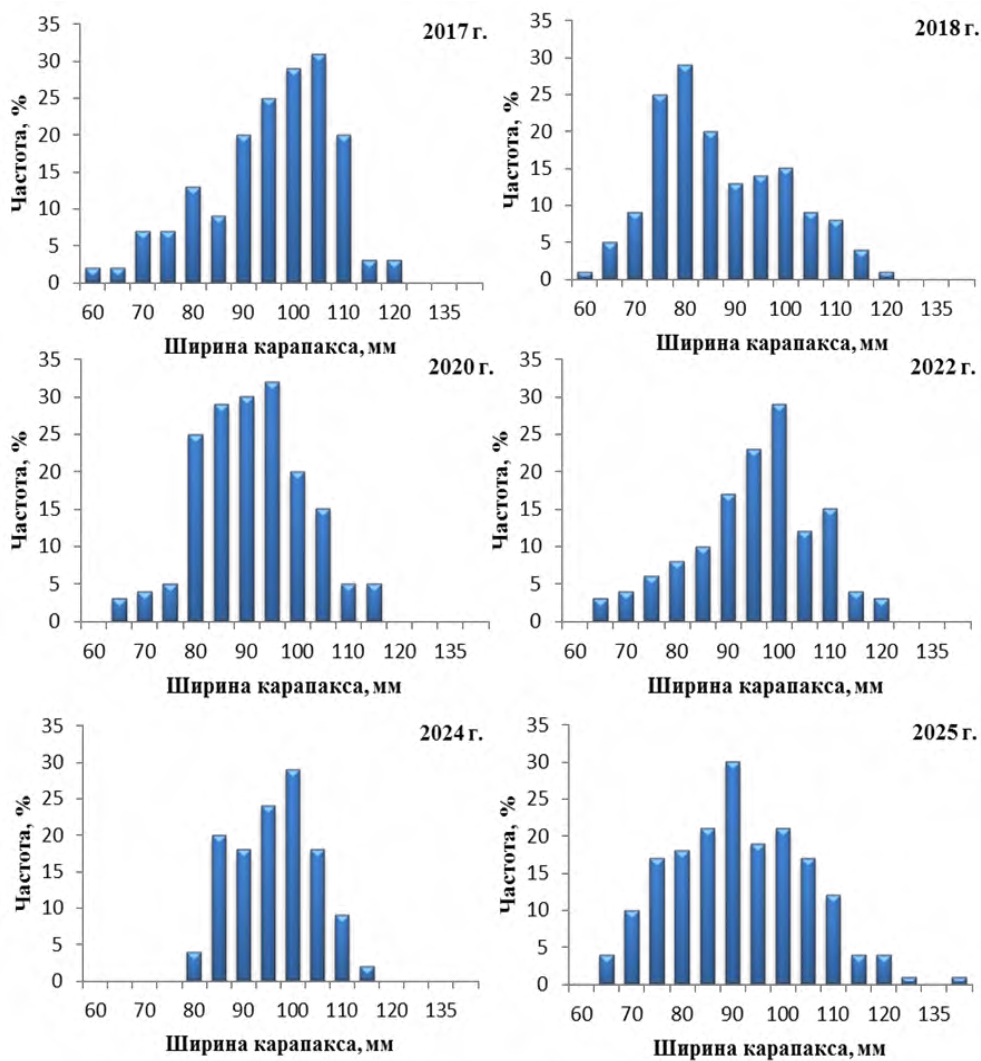


Рис. 4. Размерный состав самцов краба волосатого четырехугольного в траловых уловах у западного побережья о. Сахалин в 2017-2025 гг.

В 2022 г. в уловах отмечались самцы краба волосатого с ШК от 59 до 125 мм, при среднем значении – 97,5 мм. Доля промысловых самцов в уловах составила 92,8%, при среднем размере промысловых самцов – 99,4 мм и массе – 859,4 г.

В 2024 г. на шельфе у Западного Сахалина был проведен биологический анализ 110 особей промысловых самцов. Размеры самцов (доля 91%) варьировали в пределах 83-115 мм по ширине карапакса, средний размер составил 98,8 мм. Индивидуальная масса промысловых особей варьировала в пределах 481-1238 г, составив в среднем 869 г.

В 2025 г. в размеры самцов в уловах варьировали от 65 до 135 мм, при среднем значении 91,9 мм. Доля промысловых самцов в уловах составила 81,8%, при среднем размере 96,3 мм и массе – 777,6 г.

Определение биологических ориентиров. Граничные и целевые ориентиры были определены с помощью конечно-разностной модели с запаздыванием Деризо-Шнюте. По промысловой биомассе целевой ориентир управления (B_{tag}) оценивался как среднее значение за период существенного восстановления численности (2015-2018 гг.). Граничный ориентир (B_{lim})

составляет 20% от наибольшей оценки промысловой биомассы – 525 т. В качестве граничного ориентира по коэффициенту эксплуатации U_{tr} предлагается величина в 22%, целевого ориентира – 13% (табл. 3).

Таблица 3

Целевые и граничные ориентиры управления промыслом краба волосатого четырехугольного в Западно-Сахалинской подзоне

Ориентир	B	U
Целевой	525	13%
Граничный	2035	22%

B – биомасса, т; U – коэффициент эксплуатации (доля изъятия)

Обоснование правила регулирования промысла. Правила регулирования промысла (ПРП) сформированы на основе принципов «предосторожного» подхода.

Выделялось три режима эксплуатации (рис. 5) 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, $u_{rec} = const = u_0$;

– 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, $B_t > B_{tr}$: $u_{rec} = const = u_{tr}$.

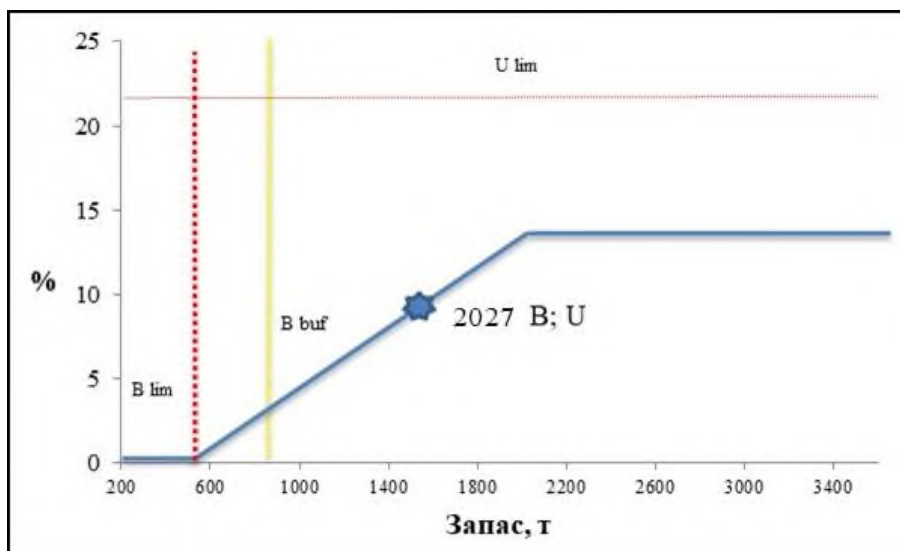


Рис. 5. Графическое представление ПРП для краба волосатого четырехугольного в Западно-Сахалинской подзоне в 2025 г.

Прогноз состояния промыслового запаса. Статус запаса краба в подзоне – «среднечисленный, восстанавливающийся». По данным съемки 2018 г., промысловая численность и биомасса запаса краба волосатого четырехугольного составила 3679 тыс. экз. и 2624 тыс. т, соответственно. В

2020 г. промысловая численность оценена в 1737 тыс. экз., биомасса – в 1237 т. Съемка 2022 г. показала незначительный рост биомассы за счет увеличения доли крупных самцов. Численность промысловых самцов составила 1688 тыс. экз., промысловая биомасса – 1451 т. По данным учетной донной траловой съемки, численность промысловых самцов на шельфе западного Сахалина в 2024 г. составляла 1845 тыс. экз., биомасса – 1587 тыс. т. По данным съемки 2025 г. промысловая численность продолжала расти (см. *табл. 2*). Тем не менее, учитывая сохранение высокой степени неопределенности, можно предположить, что уровень биомассы краба волосатого четырехугольного в 2027 г. окажется не ниже уровня 2024 г. и составит 1587 тонн.

Обоснование объема ОДУ. Поскольку прогнозная величина запаса краба волосатого четырехугольного в 2027 г. (1587 т) будет выше буферного, но не достигнет целевого ориентира по промысловой биомассе, согласно разработанным правилам ПРП, промысел необходимо вести в режиме восстановления запаса. При текущем уровне запаса и расчетной величине изъятия, ОДУ краба волосатого четырехугольного в Западно-Сахалинской подзоне может составить 160 тонн.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба волосатого четырехугольного в Западно-Сахалинской подзоне на 2027 г. в объеме 0,160 тыс. т.**

Список литературы

Алексеев Д.О., Буяновский А.И., Бизиков В.А. 2017. Принципы построения единой стратегии регулирования промысла крабов и крабоидов в морях России. Вопросы рыболовства. Т. 18. № 1. С. 21-41.

Бабаян В.К. 2018. Методические рекомендации по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов /В.К. Бабаян, А.Е. Бобырев, Т.И. Булгакова, Д.А. Васильев, О.И. Ильин, Ю.А. Ковалев, А.И. Михайлов, А.И. Михеев, Н.Г. Петухова, И.А. Сафаралиев, А.А. Четыркин, А.Д. Шереметьев. М.: Изд-во ВНИРО. 312 с.

Бажин А.Г. 1999. Рейсовый отчет по исследованию шельфовых крабов в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах в марте-июне на КРПС «Инвниг Стар» // Архив Кф «ВНИРО» («КамчатНИРО»). № 6324. 27 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. Новая географическая информационная система «КартМастер» для обработки данных биоресурсных съемок. //7-я Всерос. конф. по промысловым беспозвоночным (памяти Б.Г. Иванова): тез. докл. – М.: – ВНИРО, 2006. С. 18-24.

Бизиков В.А., Поляков А.В. 2004. Географическая информационная система «КартМастер»: новые возможности и перспективы для рыбохозяйственных исследований //Тезисы докладов: Математическое моделирование и информационные технологии в исследованиях биоресурсов мирового океана. – Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 89-91.

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.

Буяновский А.И. 2022. К фильтрации значений промысловых уловов крабов при расчете их стандартизированного годового прироста // Сб. материалов II Всероссийской научной конф. «Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление». Петропавловск-Камчатский: Изд-во Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО». С. 46-53.

Буяновский А.И., Горянина С.В. 2018. Возрастной состав самцов краба-стригуна опилио из ловушечных уловов в Баренцевом море. Вопросы рыболовства. 2018. т. 19. № 3. С. 327-342.

Васильев А.Г. 2013. Проблемы и перспективы промысла краба-стригуна ангулятуса в Северо-Охотоморской подзоне // Рыбное хозяйство. – 2013. – № 4. – С. 41-43. – EDN RFWHKK.

Иванов Б.Г., Соколов В.И. 1997. Краб-стригун *Chionoecetes opilio* (Crustacea Decapoda, Brachyura Majidae) в Охотском и Беринговом морях //

Arthropoda Selecta. 1997. Т. 6, вып. 3-4. С. 63-86.

Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в районах исследований ПИНРО. – Мурманск: ПИНРО, 2001. – 291 с.

Карасев А.Н. 2004. Проблемы прогнозирования величины запасов краба-стригуна *Chionoecetes opilio* (о. Fabricius) на основе данных ловушечных съемок // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Материалы V научной конференции. Петропавловск-Камчатский, 22-24 ноября 2004 г. П-Камчатский. С. 219-222.

Карасёв А.Н. 2014. Краб-стригун опилио северной части Охотского моря. Магадан: МагаданНИРО. 194 с.

Кобликов В.Н., Мирошников В.В., Родин В.Е. Динамика запасов и промысла крабов и креветок в промысловой зоне Приморья за период 1986-2003 гг. // Приморье – край рыбацкий. Материалы науч. – практич. конф. 26 апреля 2002. – С. 22-26.

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.

Мельник А.М., Абаев А.Д., Васильев А.Г., Клинушкин С.В., Метелёв Е.А. 2014. Крабы и крабоиды северной части Охотского моря. Магадан: МагаданНИРО. 198 с.

Метелев Е. А., Григоров В. Г., Русяев С. М., Смирнов А. А. 2022. История изучения и особенности промысла краба-стригуна ангулятуса *Chionoecetes angulatus* в Северной части Охотского моря / // Рыбное хозяйство. – 2022. – № 1. – С. 39-44. – DOI 10.37663/0131-6184-2022-1-39-44. – EDN НРМАРВ.

Метелев Е. А., Григоров В. Г., Васильев А. Г. 2016. Краб-стригун ангулятус *Chionoecetes angulatus* (Brachyura, Majidae) в районе впадины ТИНРО Северо-Охотоморской подзоны: особенности биологии и промысла / Вопросы рыболовства. – 2016. – Т. 17, № 4. – С. 446-458. – EDN ХВЖКАВ.

Метелёв Е.А., Григоров В.Г., Русяев С.М., Смирнов А.А. 2021. История изучения и особенности промысла краба-стригуна опилио - *Chionoecetes opilio* в северной части Охотского моря. Рыбное хозяйство. № 5. С. 56-60.

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.

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.

Низяев С.А., Букин С.Д. и др. 2006. Пособие по изучению промысловых ракообразных дальневосточных морей России – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2006, 100 с.

Островский В.И., Ткачева О.Б., Харитонов А.В., Шаленко В.Н. Эффективная площадь облова крабов ловушками в северо-западной части Татарского пролива // Известия ТИНРО. Т. 178. 2014. С. 261-270.

Приказ ВНИРО от 10.04.2023 № 81 «Об утверждении Правил регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов».

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».

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 Decapoda дальневосточных морей//ТИНРО. – 59 с.

Селин Н.И. 2001. Рейсовый отчет по плану научно-исследовательских и научно-поисковых морских экспедиций по изучению и освоению биоресурсов дальневосточных море на судне СРТМ-К «Николай Солодчук» в 2001 г. // Архив Кф «ВНИРО» («КамчатНИРО»). № 6628. 23 с.

Слизкин А.Г., Деминов А.Н. Результаты исследований японского краба-стригуна *Chionoecetes japonicus* в батииали центральной части Японского моря. Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 80-летию юбилею ФГУП «КамчатНИРО». 2012. С. 114-121.

Слизкин А.Г., Кобликов В.Н. 2013. Динамика биологических параметров, распределение и некоторые вопросы прогнозирования состояния запасов краба-стригуна опилио *Chionoecetes opilio* в южной части подзоны Приморье // Известия ТИНРО. Т. 175. С. 26-41.

Слизкин А.Г., Кобликов В.Н. 2014. Морфометрический критерий половой и функциональной зрелости, прогнозирования запасов и пополнения краба-стригуна опилио *Chionoecetes opilio* в южной части подзоны Приморье // Известия ТИНРО. Т. 178. С. 124-134.

Столяренко Д.А., Иванов Б.Г. Метод сплайн-аппроксимации плотности для оценки запасов по результатам траловых донных съемок на примере креветки *Pandalus borealis* у Шпицбергена // В сб.: Морские промысловые беспозвоночные. М.: ВНИРО, 1988. С. 45-70.

Столяренко Д.А., Иванов Б.Г., 1988. Метод сплайн-аппроксимации плотности запаса применительно к многовидовым съемкам // Сырьевые ресурсы и биологические основы рационального использования промысловых беспозвоночных. Тезисы докл. Всес. совещ. 22-24 ноября 1988 г., г. Владивосток, Владивосток, ТИНРО, 156 с.

Черниенко И. С. Стандартизация производительности промысла краба-стригуна опилио западной части Берингова моря с использованием аддитивных линейных моделей // Известия ТИНРО. 2021. Т. 201. № 2. С. 359-370.

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.

Butterworth D.S., Geromont H.F. 2001. Evaluation of a class of possible simple interim management procedures for the Namibian Hake fishery // S. Afr. J. Mar. Sci. V. 23. P. 357-374.

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.

Froese R., Demirel N., Coro G., Kleisner K.M., Winker, H. Estimating fisheries reference points from catch and resilience. Fish and Fisheries, 2017, 18(3), P. 506-526.

Geromont H.F., Butterworth D.S. 2015. Generic management procedures for data-poor fisheries: forecasting with few data // ICES Journal of Marine Science. V. 72. N. 1. P. 251-261.

Hastie T., Tibshirani R. Generalized Additive Models // Wiley StatsRef: Statistics Reference Online / под ред. N. Balakrishnan и др. : Wiley, 2014. Vol. 1.

Jorgensen B. The Theory of Dispersion Models. London ; New York: Chapman and Hall/CRC, 1997. Вып. 1st edition. 256 p.

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. T. 56. P. 37-52.

Meyer R., Millar R.B. BUGS in Bayesian stock assessments // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 1999. – Т. 56. – №. 6. – P. 1078-1087.

Miller R.J. Density of the commercial spider crab, *Chionoecetes opilio*, and calibration of effective area fished per trap using bottom photography. J. Fish. Res. Board Can. 32. 1975. P. 761-768.

Müller A. C., Guido S. Introduction to machine learning with Python: a guide for data scientists. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc, 2016. 376 p.

R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing // 2022.

Sainte-Marie B., Raymond S., Brêthes J.-C. Growth and maturation of the benthic stages of male snow crab, *Chionoecetes opilio* (Brachyura: Majidae) // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1995. Vol. 52. P. 903-924.

Särkkä S. Bayesian filtering and smoothing. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2013. 232 p.

Schaefer M. B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries // Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. V. 1 (2). P. 25-56.

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.

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. DOI: 10.13140/RG.2.1.5186.0962.

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.

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.

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

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.

Wood S. N. Thin plate regression splines // *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*. 2003. Vol. 65. № 1. P. 95-114.