

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

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

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

**(с оценкой воздействия на окружающую среду)**

**Часть 3. Беспозвоночные животные и водоросли**

**Том II. НАСТОЯЩИЕ КРАБЫ**

**Разработаны:  
ФГБНУ «ВНИРО»**

**Директор ФГБНУ «ВНИРО»**

**К.В. Колончин**

**2025 г.**

**«УТВЕРЖДАЮ»  
Федеральное агентство  
по рыболовству**

**Заместитель руководителя**

**В.И. Соколов**

**2025 г.**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Краб-стригун опилио (<i>Chionoecetes opilio</i>)</b> .....	3
Баренцево море.....	3
Карское море .....	13
61.01 – зона Западно-Беринговоморская.....	19
61.02 – зона Восточно-Камчатская.....	30
61.02.1 – подзона Карагинская.....	30
61.02.2 – подзона Петропавловско-Командорская.....	40
61.05 – зона Охотское море .....	46
61.05.1 – подзона Северо-Охотоморская.....	46
61.05.2 – подзона Западно-Камчатская.....	56
61.05.3 – подзона Восточно-Сахалинская .....	66
61.52 - подрайон Центральная Часть Охотского моря .....	82
61.06 – зона Японское море .....	85
61.06.1 – подзона Приморье.....	85
61.06.2 – подзона Западно-Сахалинская.....	105
<b>Краб-стригун бэрди (<i>Chionoecetes bairdi</i>)</b> .....	114
61.01 – зона Западно-Беринговоморская.....	114
61.02 – зона Восточно-Камчатская.....	129
61.02.1 – подзона Карагинская.....	129
61.02.2 – подзона Петропавловско-Командорская.....	140
61.05 – зона Охотское море .....	154
61.05.4 – подзона Камчатско-Курильская .....	154
<b>Краб-стригун ангулятус (<i>Chionoecetes angulatus</i>)</b> .....	171
61.05 – зона Охотское море .....	171
61.05.1 – подзона Северо-Охотоморская.....	171
61.05.2 – подзона Западно-Камчатская.....	180
61.05.3 – подзона Восточно-Сахалинская .....	194
61.05.4 – подзона Камчатско-Курильская .....	209
61.52 – подрайон Центральная Часть Охотского моря.....	220
<b>Краб-стригун красный (<i>Chionoecetes japonicus</i>)</b> .....	224
61.06 – зона Японское море .....	224
61.06.1 – подзона Приморье.....	224
61.06.2 – подзона Западно-Сахалинская.....	238
<b>Краб волосатый четырехугольный (<i>Erimacrus isenbeckii</i>)</b> .....	242
61.04 – зона Южно-Курильская.....	242
61.05 – зона Охотское море .....	249
61.05.3 – подзона Восточно-Сахалинская .....	249
61.05.4 – подзона Камчатско-Курильская .....	257
61.06 – зона Японское море .....	265
61.06.1 – подзона Приморье.....	265
61.06.2 – подзона Западно-Сахалинская.....	289
<b>Список литературы</b> .....	298

## **Краб-стригун опилио (*Chionoecetes opilio*)**

Баренцево море

Исполнители: С.В. Баканев (ПИНРО)

Куратор: С.В. Горянина (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Для подготовки материалов, обосновывающих величину ОДУ краба-стригуна опилио в Баренцевом море в 2026 г., были использованы следующие данные:

– материалы российско-норвежских экосистемных съемок за 2004-2024 гг.;

– промысловая статистика российских судов за 2013-2024 гг.;

– данные научных наблюдателей на промысле в 2013-2024 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 2013-2024 гг. содержит записи о 117008 промысловых операциях (поднятых ловушечных порядках). Для стандартизации улова на усилие была использована обобщенная линейная 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 ФГБНУ «ВНИРО» и Центрального института «ВНИРО» (табл. 1).

Материалы, собранные наблюдателями, были использованы 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 опилио осуществляется в рамках комплексной российско-норвежской *экосистемной съемки*, которая ежегодно проводится по стандартной методике в летне-осенний период и охватывает большую часть акватории Баренцева моря. Площадь экосистемной съемки в среднем составляет около 1800 тыс. км<sup>2</sup>. Ежегодно выполняется 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 опилио, собранного наблюдателями Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО» в ходе промыслового мониторинга в 2013-2024 гг.

Год	Период проведения работ	Тип ловушек	Кол-во ловушечных станций	Кол-во 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

В 2024 г., как и в предыдущие годы, сбор первичного материала в съемке осуществляли донным тралом Sampelen-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 2024 г. выполнено 317 донных траления, из них 85 тралений были с крабом. Из 885 экз. пойманных крабов полный биологический анализ состояния выполнен для 846 экз. краба-стригуна опилио (табл. 2). Для визуализации данных съемки использовался метод ГАММ, включающей пространственно-временную корреляцию, реализованную в R-библиотеке sdmTMB (рис. 1).

Таблица 2

Характеристика первичного материала по крабу-стригуну опилио, собранного в ходе экосистемных съемок в Баренцевом море и сопредельных с ним водах в 2013-2024 гг.

Год	Количество			
	донных тралений	тралений с крабом	пойманных крабов, экз.	биологических анализов
2013	493	132	19020	2756
2014	304	87	12871	2814
2015	335	89	3125	1867
2016	311	84	2107	1372
2017	350	131	20757	4009
2018	235	62	20484	1981
2019	322	105	11801	3870
2020	459	142	4351	2858
2021	341	105	1705	1518
2022	301	93	891	697
2023	325	83	1358	774
2024	317	85	885	846

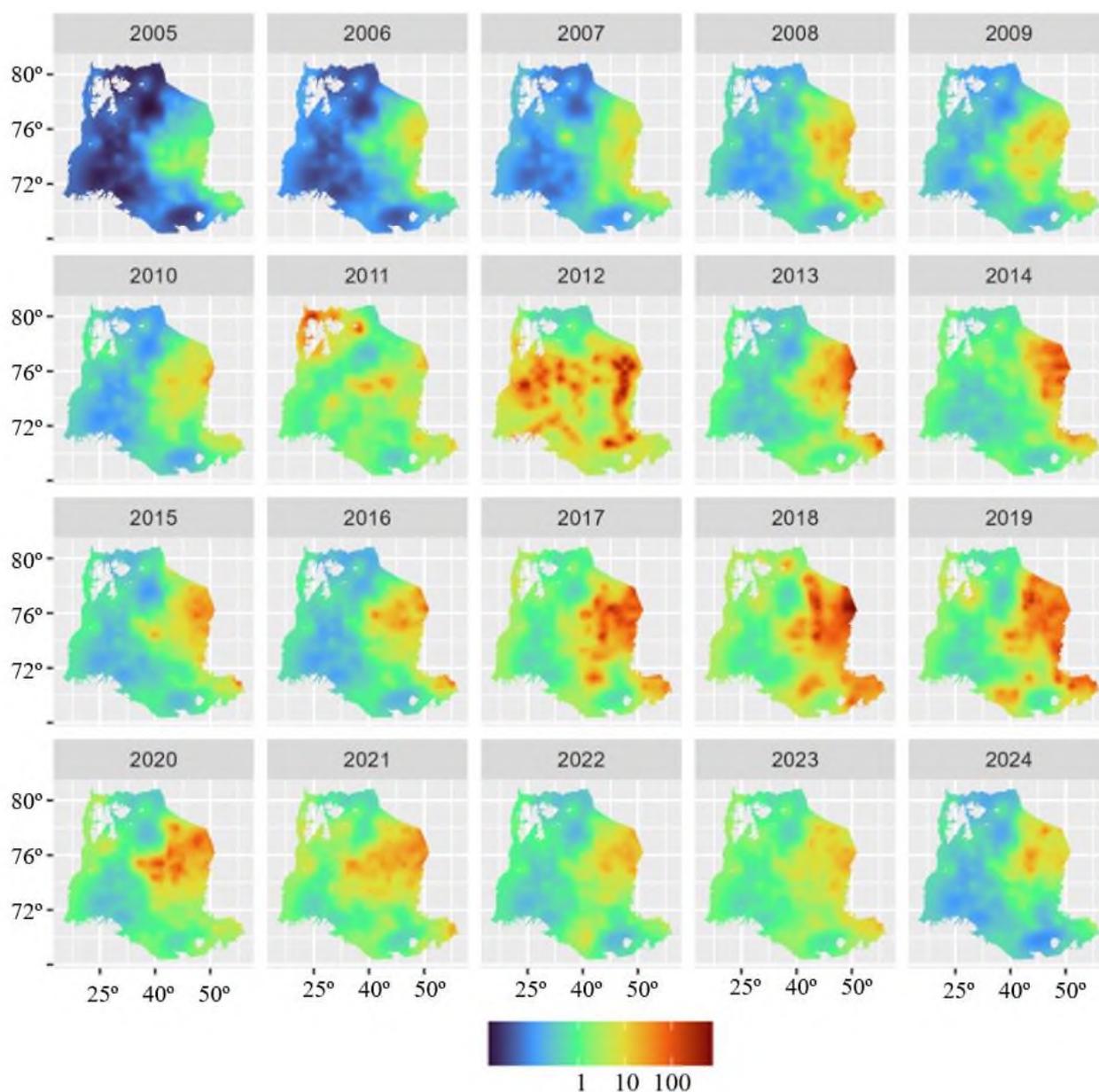


Рис. 1. Распределение уловов промысловых самцов краба-стригуна опилио (экз./кв. км) по данным экосистемных съемок.

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, межлиночной 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 опилио 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. Доступная информация позволяет дать научно обоснованную оценку

состояния запаса краба-стригуна опилио в Баренцевом море и величины его ОДУ в 2026 г.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Текущая оценка запаса краба-стригуна опилио была выполнена с помощью стохастической версии продукционной 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 опилио 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 России в ОЧБМ, добыча краба-стригуна опилио в этом районе с 2017 г. по 2022 г. российским флотом не осуществлялась. Начиная с 2023 г. промысел краба опилио возобновился в ОЧБМ и продолжается в ИЭЗ Российской Федерации на участке, ограниченном на востоке прибрежными районами архипелага Новая Земля (рис. 2).

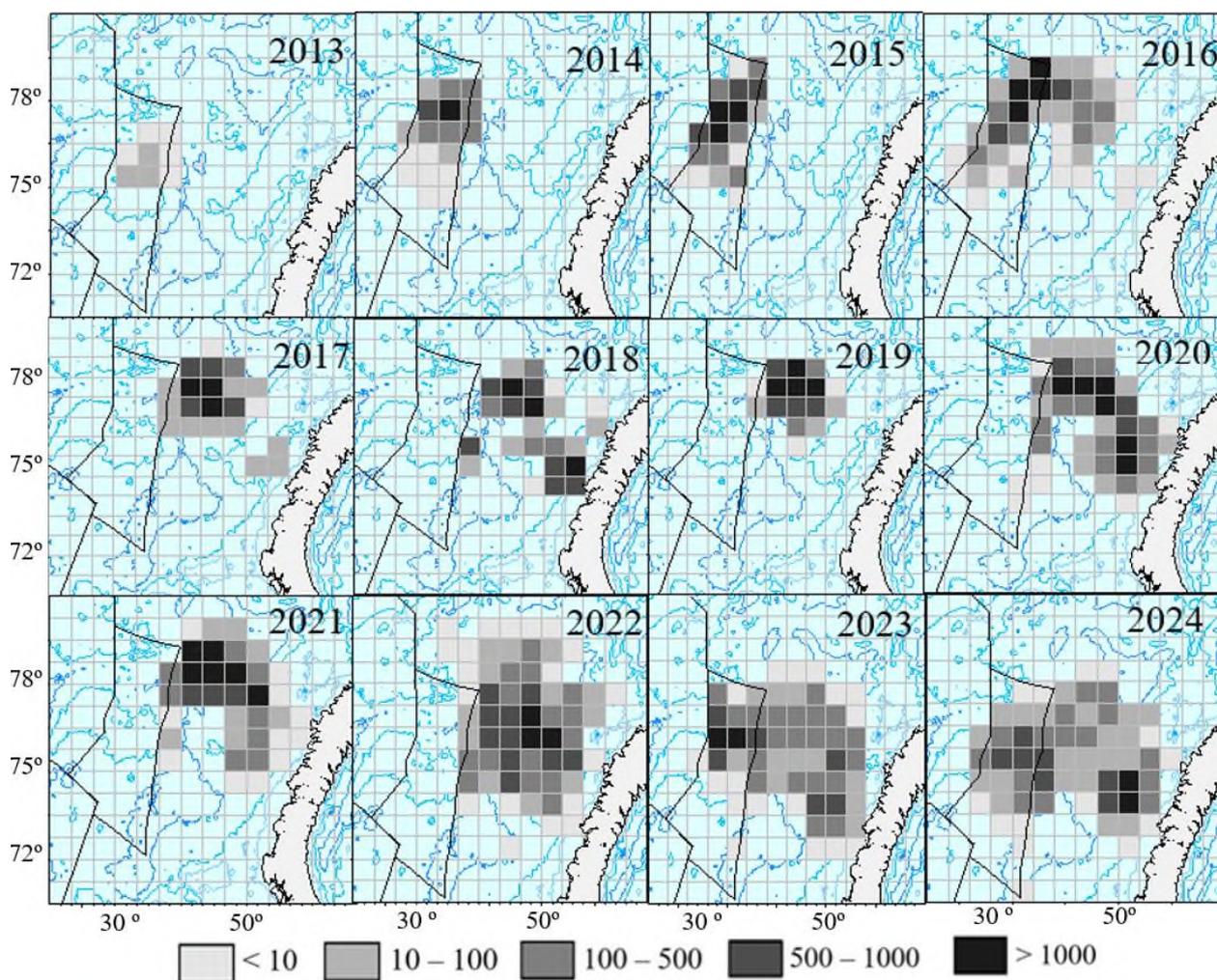


Рис. 2. Картограмма российского вылова (т) краба-стригуна опилио в Баренцевом море в 2013-2024 гг.

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 опилио (табл. 3). В 2024 г. отечественный промысел краба-стригуна опилио в Баренцевом море в ИЭЗ Российской Федерации был начат в январе и велся 21 судном, которые вели промысел только конусными ловушками. В 2024 г. стандартизированная производительность, по сравнению с предыдущим годом, возросла на 18%, однако общее количество промысловых усилий снизилось на 17%, что и привело к не полному освоению ОДУ – освоение составило 74%.

Таблица 3

Основные показатели российского промысла краба-стригуна опилио в Баренцевом море в 2013-2024 гг.

Период промысла		Акватория промысла, тыс. км <sup>2</sup>	Кол-во		Производительность (СРУЕ), кг/ловушку (конусные ловушки)		Средний вылов на судо-сутки лова, т	Вылов / ОДУ, тыс. т
год	месяц		судов	поднятых ловушек, тыс. шт.	нестандарти- зированная	стандарти- зированная		
2014	4-12	60	12	788,8	5,55	11,26	3,53	4,104
2015	1-12	60	20	2914,1	2,98	6,80	2,77	8,895
2016	1-12	130	18	2865,4	2,48	5,60	7,53	7,699/1,6
2017	3-7, 11	67	10	410,9	21,86	13,32	9,57	7,840/7,87
2018	3-9, 11	51	11	582,4	18,04	11,42	9,19	9,728/ 9,84
2019	3-7, 11	76	10	501,5	20,03	14,34	11,4	9,778/ 9,84
2020	2-12	133	17	1023,4	13,80	11,70	9,12	13,202/ 13,25
2021	2-12	114	19	1181,5	12,74	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	2326,9	6,06	5,71	5,93	13,654 /15,9
2024	1-12	203	21	1923,7	6,13	6,76	6,41	11,729 /15,9

Для анализа межгодовой динамики промысловых показателей в ИЭЗ РФ использованы данные по судам, входящим в ГК «СЗРК», т.к. эти суда ведут промысел опилио в Баренцевом море с начала его открытия в 2013 г., тип ловушек, наживы, вид выпускаемой продукции за эти годы не менялся, большая часть судов и плавсостава остались прежними, обновление флота происходит постепенно.

Суда-процессоры, входящие в ГК «СЗРК», в марте 2024 г. вели промысел на участке в координатах 73°29′-76°35′ с.ш., 42°20′-52°58′ в.д., площадью около 55 тыс. км<sup>2</sup>. Наиболее высокие уловы на ловушку наблюдались на восточном участке района промысла флота ГК «СЗРК»: к востоку от 49° в.д., севернее 74° с.ш., где на некоторых станциях средние суточные уловы коммерческих самцов на конусную ловушку доходили до 22 кг. Самый высокий показатель среднего за промысловый месяц улова на ловушку коммерческих самцов краба-стригуна опилио для судов-процессоров из ГК «СЗРК» в 2024 г. был показан в мае, он составил 8,2 кг/лов., самый низкий – в июне (7,1 кг/лов.), в среднем за весь период промысла – 7,5 кг/лов. Показатели среднего улова на ловушку в 2024 г. в ИЭЗ РФ ниже, чем во все предыдущие годы промысла и вдвое ниже максимальных показателей за 2017 г.

Самый высокий показатель среднего за промысловый месяц улова за судо-сутки промысла коммерческих самцов краба-стригуна опилио для судов-процессоров из ГК «СЗРК» в 2024 г. был показан в мае, он составил 10,2 т, самый низкий – в апреле (8,2 т), в среднем за весь период промысла – 9,1 т. Показатель среднего улова коммерческих самцов за судо-сутки промысла остаётся пока довольно стабильным: он заметно ниже, чем в 2019-2021 гг., но выше, чем в 2016 и 2023 гг. Довольно высокий уровень суточных уловов удаётся пока поддерживать за счёт большего числа ловушек, которые суда обрабатывают в течение промыслового дня.

Полученные данные говорят о продолжающемся снижении коммерческого запаса краба-стригуна опилио в Баренцевом море, при сохранении промысловой численности крабов на довольно высоком уровне.

По данным наблюдателя ЦИ «ВНИРО», в районе промысла судов, входящих в ГК «СЗРК» (центральные и восточные участки района промысла в ИЭЗ Российской Федерации), весной 2024 г. в уловах встречались самцы опилио с ШК от 51 до 147 мм, средний размер самцов составил 100,5 мм, средний размер промысловых самцов – 109,9 мм. Доля промысловых самцов в уловах составляла от 14,3% до 93,5%, в среднем – 52,1%, доля коммерческих самцов – от 4,9% до 84,9%, в среднем – 33%.

Наблюдатель «ПИНРО» вёл сбор данных на судне, которое в апреле-июне 2024 г. вело промысел в ОЧБМ и на западных участках района промысла в ИЭЗ РФ. На этих участках качественный состав уловов отличается от восточных районов: ширина карапакса (ШК) самцов опилио в уловах варьировала от 61 до 151 мм, их средний размер составил 106,1 мм. Средний размер промысловых самцов увеличился со 110,9 мм в 2023 г. до 113,6 мм в 2024 г. Доля промысловых самцов в общем улове самцов в период исследований изменялась от 69,4% до 75,6%, из них доля некондиционного краба составляла от 52% до 58%.

По данным *экосистемных траловых съёмок*, в баренцевоморской популяции краба-стригуна опилио регулярно наблюдаются высокоурожайные поколения, влияющие на общую динамику численности и величину промыслового запаса (рис. 3). В 2018 г. съёмкой зарегистрировано урожайное поколение самцов краба-стригуна опилио с ШК 20-40 мм, которые достигли промысловых размеров в 2022-2023 гг. По результатам экосистемной съёмки 2021 г. отмечено урожайное поколение 2019 г. с ШК крабов 20-30 мм, которое вступит в промысловый запас после 2024 г. По результатам экосистемной съёмки 2024 г. отмечены урожайные поколения с ШК самцов 45-55 мм и 75-85 мм, которые должны пополнить промысловый запас в 2030-2031 г. и 2025 г., соответственно. Распределение размерного состава уловов самцов краба-стригуна опилио *в ходе промысла* имеет одно- или двухвершинный характер. В 2024 г. мода находилась в диапазоне 96-110 мм по ШК. Прилов мелких непромысловых самцов на западных участках района промысла в 2024 г. колебался от 24 до 30%, на восточных – от 6,5% до 85,7%, в среднем – 47,9%.

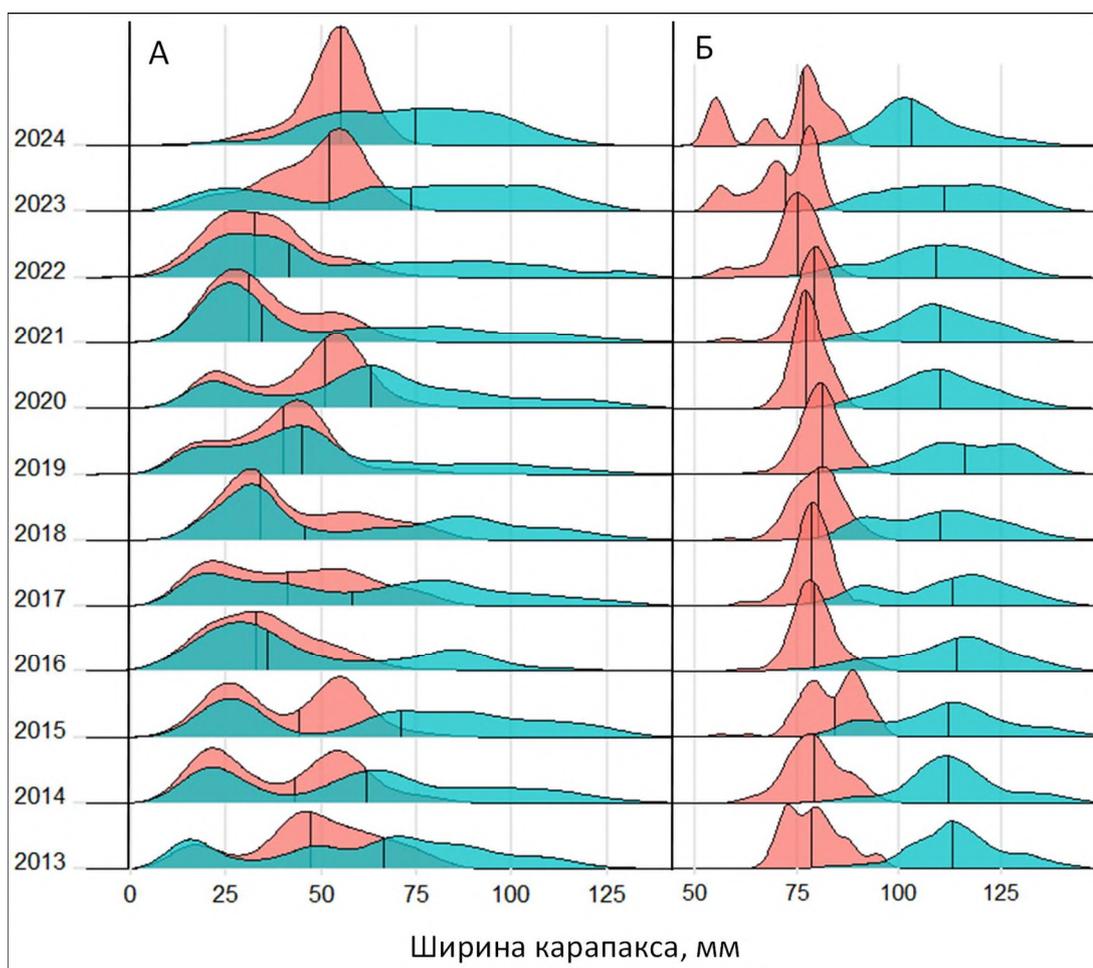


Рис. 3. Размерный состав самцов (бирюзовая область) и самок (розовая область) краба-стригуна опилю в Баренцевом море по результатам экосистемных съемок (А) и по результатам наблюдателей «ПИНРО» на промысле (Б) в 2013-2024 гг. (черная линия – медиана).

По данным экосистемной съемки 2024 г., соотношение самцов и самок в уловах составило 1,0:0,5. Средняя ШК всех самцов из траловых уловов достигала 73,3 мм, а самцов промыслового размера – 107,4 мм. Доля промысловых самцов составила 9,5% от улова всех самцов. В отличие от 2021-2022 гг., в уловах 2023-2024 гг. не отмечается преобладание молоди с ШК 20-40 мм.

На основании данных выполненных исследований и результатов оценки по *продукционной модели*, динамику запаса краба-стригуна опилю в ИЭЗ Российской Федерации можно разделить на 3 периода: низкой численности в 2005-2008 гг., ее активного увеличения в 2009-2019 гг. и снижения с 2019 по 2024 гг.

В 2017-2023 гг. промысловая биомасса краба-стригуна опилю на акватории Баренцева моря (совокупно районы ОЧБМ и ИЭЗ России) оценивалась на уровне медианных значений 400-600 тыс. т (рис. 4). На конец 2024 г. промысловая биомасса оценивается на медианном уровне 396 тыс. т, что примерно соответствует уровню предыдущего года.

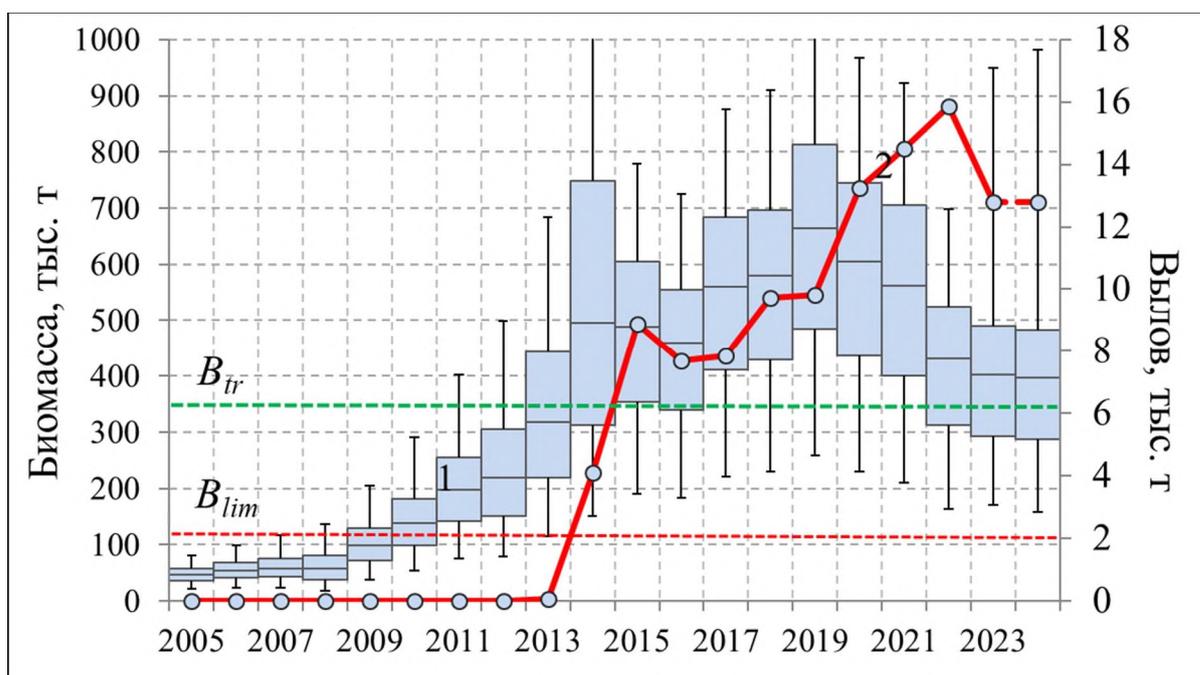


Рис. 4 Динамика биомассы промыслового запаса (1 – диапазон квартилей с медианой; планки погрешностей – 95%-ный доверительный интервал) и вылов (2) краба-стригуна опилио в ОЧБМ и ИЭЗ России в Баренцевом море в 2005-2024 гг.

Определение биологических ориентиров. Определение биологических ориентиров выполнено в 2018 г. в рамках оценки динамики запаса с использованием стохастической версии продукционной модели. Для оценки параметров использовался 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 Правило регулирования промысла, которое для практического применения может быть сформулировано в следующем виде (рис. 5):

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).

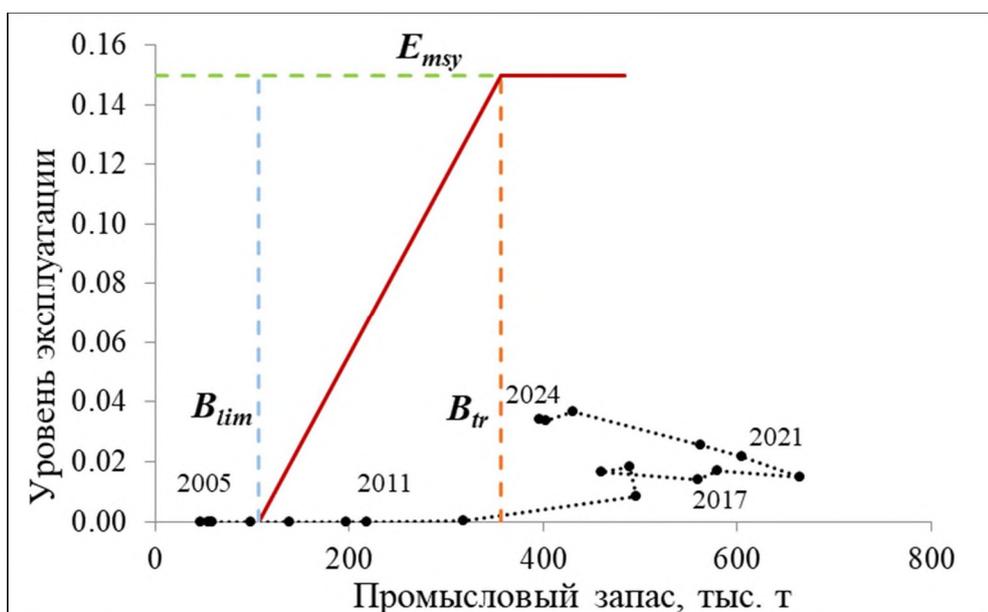


Рис. 5. Динамика промыслового запаса и уровня эксплуатации запаса краба-стригуна опилио, а также ориентиры управления его запасом ( $B_{lim}$ ,  $B_{tr}$  и  $E_{tr}$ ) в Баренцевом море в 2005 -2024 гг., основанные на оценке по продукционной модели.

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» предельный уровень изменения ОДУ составляет  $+42\%$  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 г. принимался равным ОДУ на 2025 г. (15,9 тыс. т), при этом прогнозируемая величина запаса на конец 2026 г. составила 467 тыс. т (табл. 4).

Таблица 4

Прогнозируемая биомасса промыслового запаса баренцевоморского краба-стригуна опилио (медианная оценка с 50- и 95%- доверительными границами) на конец 2024-2026 гг.

Уровень эксплуатации	Вылов, тыс. т	Год	Промысловый запас, тыс. т		
			2,5%	Медиана	97,5%
ОДУ <sub>2024</sub>	11,7	2024	159	396	982
ОДУ <sub>2025</sub>	15,9	2025	164	419	1066
ОДУ <sub>2026</sub>	15,9	2026	100	467	975

Обоснование объема ОДУ. Показатели промысла краба-стригуна опилию в Баренцевом море в 2024 г. и выполненные оценки величины его промыслового запаса говорят о его стабильности.

По результатам моделирования наблюдается стабилизация промыслового запаса, который оценивается на уровне около 400 тыс. т, что превышает целевой ориентир управления. Несмотря на снижение моделируемой динамики запаса в 2020-2023 гг., запас находится на высоком уровне при существующем уровне эксплуатации, поэтому на 2026 г. рекомендуется сохранить величину изъятия на уровне 2022-2024 гг. – в объеме 15,900 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна опилию в Баренцевом море на 2026 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 опилию 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 опилию на конец 2026 г.

Уровень эксплуатации	ОДУ 2026 г.
Вылов, тыс. т	15,9
Параметр риск-анализа	Величина риска (%)
Уменьшение ниже $B_{lim}$ ( $0,3B_{MSY}$ )	6,5
Уменьшение ниже $B_{tr}$ ( $B_{MSY}$ )	41,1
Превышение $E_{tr}$	8,9

## Краб-стригун опилио (*Chionoecetes opilio*)

### Карское море

Исполнители: В.А. Павлов (ПИНРО)  
Куратор: Д.О. Сологуб (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Регулярных исследований запаса краба-стригуна опилио в Карском море не проводится. Промысел этого вида в данном регионе отсутствует и по 2024 г., включительно, не осуществлялся. Основная информация о распределении и биологии данного вида в Карском море была получена в ходе комплексных съемок на НИС «Профессор Леванидов» в сентябре 2019 г. и на НИС «Профессор Бойко» в сентябре-октябре 2022 г. (рис. 1). В рейсах 2019 и 2022 гг. были проанализированы уловы 55 и 63 учетных тралений, соответственно (табл. 1).

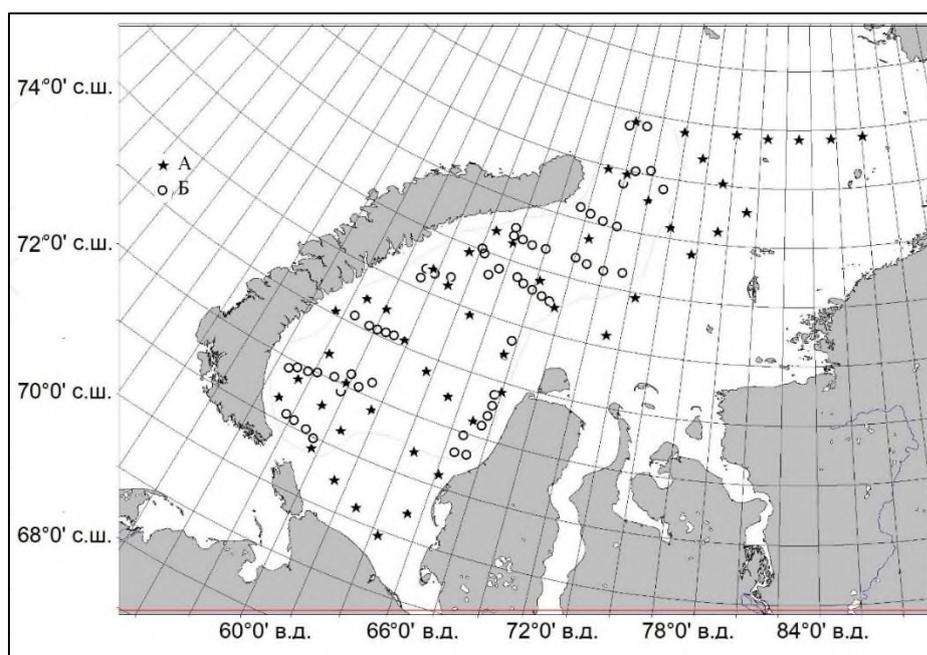


Рис. 1. Карта-схема постановок тралов в съёмках краба-стригуна опилио на НИС «Профессор Леванидов» (А) в 2019 г. и НИС «Профессор Бойко» (Б) в 2022 г.

Таблица 1

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

Год	Судно, бортовой номер	Чертеж донного трала	Кол-во донных тралений	Кол-во тралений 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-чертёж 22М	63	61	13728	25

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

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

Сбор и обработку биологического материала в съемках выполняли в соответствии с методиками, принятыми в Полярном филиале ФГБНУ «ВНИРО». Биологический анализ краба-стригуна опилио включал промеры ширины карапакса (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 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 характеризуется как низкий (III уровень), когда недостаточная полнота и/или качество доступной информации исключают использование моделей эксплуатируемого запаса. В связи с отсутствием долгосрочных и регулярных исследований, а также промысла со времени включения этого запаса в перечень видов, на который устанавливается ОДУ, имеющаяся доступная информация позволяет предположить, что состояние запаса краба-стригуна опилио в Карском море в 2024 г. в целом соответствует оценкам 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 учетных орудий лова в съемках 2019 и 2022 гг. не позволяет достоверно оценить динамику индекса запаса в эти годы, однако для экспертной оценки могут быть использованы индексы биомассы общего и промыслового запасов в эти годы, вычисленные в ГИС «Картмастер 4.1». Все 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 крабов-стригунов.

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 2025-2026 гг. сохранится на уровне 2019-2022 гг.

Ретроспективный анализ состояния запаса. Популяционная структура краба-стригуна опилю 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 съёмках 2019 г. и 2022 г. краб-стригун опилю регистрировался почти во всех траловых уловах (рис. 2).

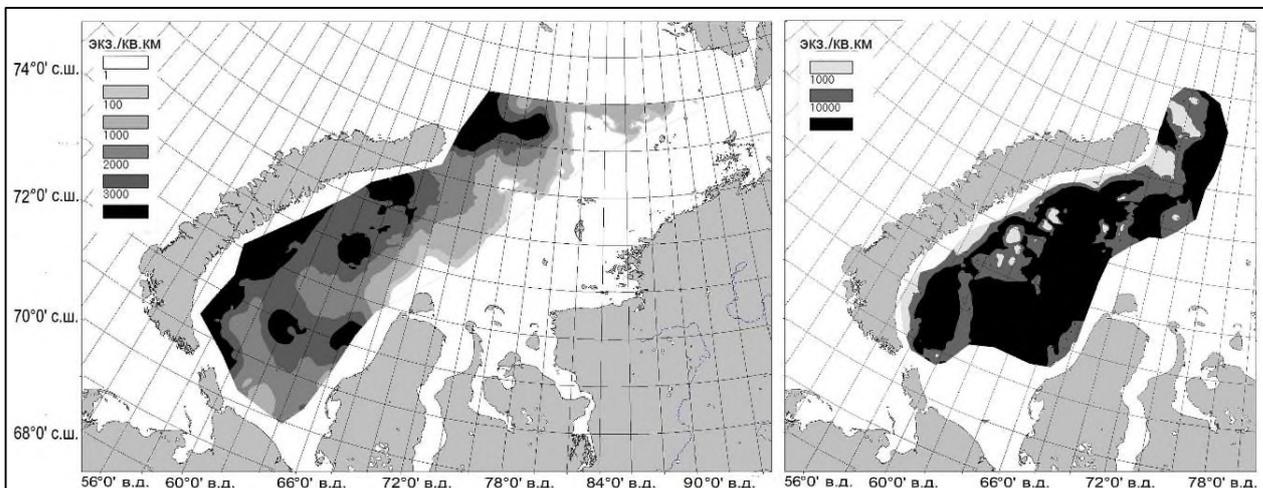


Рис. 2. Плотность распределения краба-стригуна опилю всех категорий в Карском море в сентябре 2019 г. по данным траловой съёмки НИС «Профессор Леванидов» (левый рисунок) и сентябре-октябре 2022 г. по данным траловой съёмки НИС «Профессор Бойко» (правый рисунок), экз./кв. км.

Самцы промыслового размера как в 2019 г., так и в 2022 г. отмечались вблизи пролива Карские ворота, а так же вблизи мыса Желания и восточней от него (рис. 3). Икряные самки были обнаружены повсеместно в ходе двух съёмок, за исключением крайних восточных точек обследованной акватории.

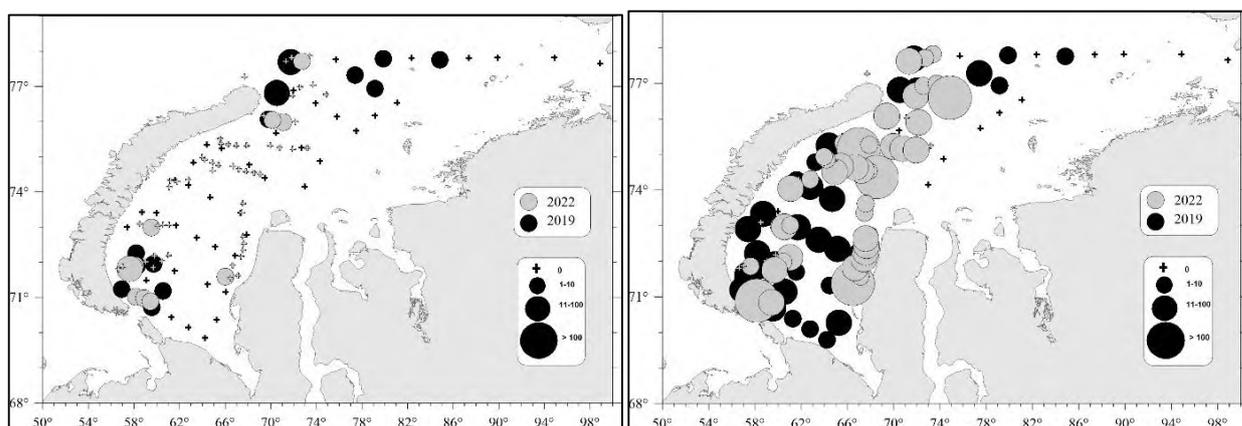


Рис. 3. Плотность распределения промысловых самцов (левый рисунок) и самок с икрой (правый рисунок) краба-стригуна опилю в Карском море в сентябре 2019 г. по данным траловой съёмки НИС «Профессор Леванидов» (черные точки) и сентябре-октябре 2022 г. и по данным траловой съёмки НИС «Профессор Бойко» (серые точки), экз./кв. км.

В 2022 г. в траловых уловах были зарегистрированы самцы с ШК от 8 до 112 мм и самки с ШК от 5 до 87 мм. Средняя ШК самцов составила 36 мм, самок – 31 мм. Самцы промысловых размеров (больше 100 мм по ШК) составляли 0,45% от общей численности всех самцов.

В 2019 г. размерный состав уловов самцов краба-стригуна опилио в Карском море имел бимодальное распределение с пиками, приходящимися на размерные группы 21-25 и 60-80 мм (рис. 4), что указывало на наличие 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, достигло промысловых размеров в 2022-2023 гг. Второе высокоурожайное поколение крабов, имевших в 2019 г. размеры 15-25 мм по ШК, пополнит промысловый запас ориентировочно в 2026-2028 гг.

Уменьшение доли самцов промыслового размера от численности всех самцов в 2022 г., по сравнению с данными 2019 г., может быть связано со значительным увеличением доли молоди этого поколения, впервые отмеченного в учетных уловах в 2019 г.

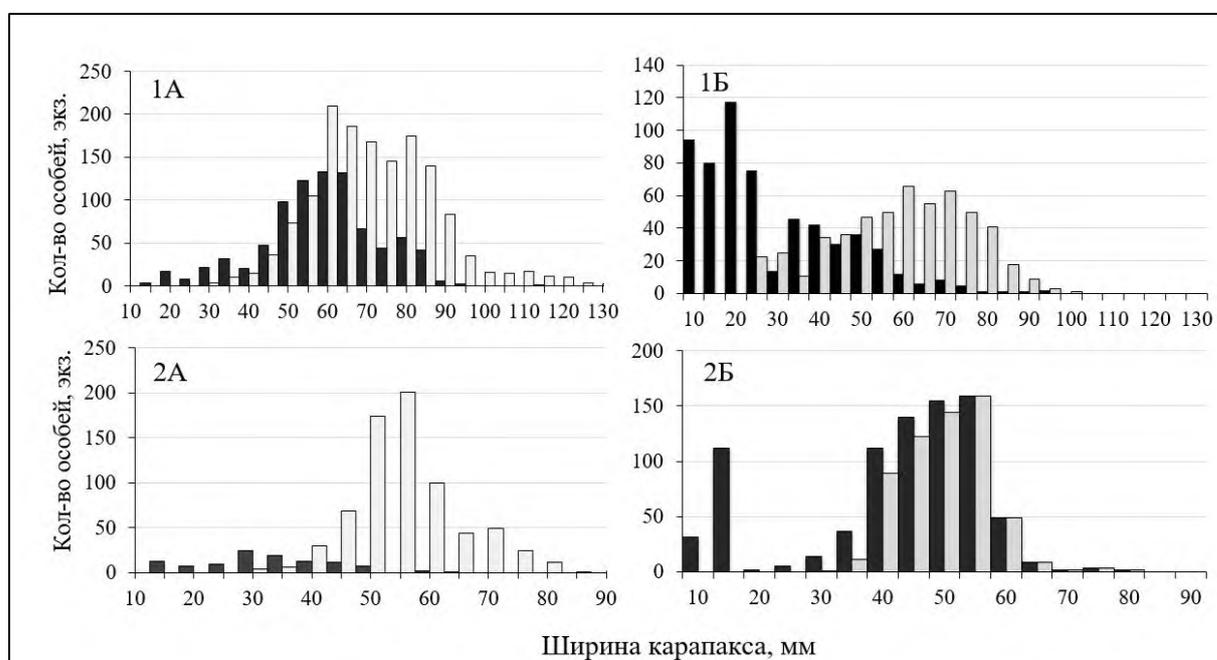


Рис. 4. Размерный состав уловов узкопалых (УПС – темные столбики) и широкопалых (ШПС – светлые столбики) самцов (1) и самок (2) (светлые столбики – с икрой и темные столбики – без икры) краба-стригуна опилио в Карском море в сентябре 2019 г. (А) и в сентябре-октябре 2022 г. (Б).

В 2022 г. в размерном составе уловов самцов краба-стригуна опилио в Карском море были отмечены особи двух относительно урожайных поколений размерами 10-30 и 35-60 мм по ШК.

Оценка индекса общей численности краба в Карском море позволяет рассчитывать на позитивную динамику промыслового запаса в ближайшей перспективе (табл. 2). Плотность распределения промыслового запаса от 2019 г. к 2022 г. незначительно увеличилась, однако с учетом расчета индекса на акватории, которая была исследована в 2022 г., индекс промысловой численности снизился по сравнению с 2019 г.

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

Год	Площадь, тыс. кв. км	Средняя плотность, шт./кв. км		Индекс общей численности	Индекс промысловой численности
		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 ПРЦ. Формализованного правила управления запасом краба-стригуна опилио Карского моря в настоящее время не существует, так как отсутствует система «запас-промысел». Статус запаса можно установить как «неопределенный» в связи с нерегулярно проводимыми исследованиями и отсутствием возможности оценки биологических ориентиров.

Прогнозирование состояния запаса. Отсутствие аналитических моделей не позволяет количественно выполнить прогноз состояния запаса краба-стригуна опилио в Карском море в 2026 г. Расширение ареала краба-стригуна опилио в Карском море, обнаружение в уловах икражных 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 среднем весе промыслового самца в 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 2022 г. на 30% меньше акватории съемки, выполненной в 2019 г. Экстраполируя величину индекса численности, полученную на акватории предыдущей съемки, расчетный индекс численности может составить  $4,306 \times 1,3 = 5,597$  млн экз. Величина полученного индекса численности в 2022 г. практически равна аналогичной величине индекса, полученного 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. Кроме того, доля промысловых самцов в Карском море, согласно данным последних исследований, очень мала, и при этом нет никаких сведений о том, достигли ли наблюдаемые в съемке 2022 г. молодые крабы промысловых размеров или нет. 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 в 2026 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 2026 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.В. Лысенко, И.С. Черниенко (ТИНРО)  
Куратор: Д.О. Алексеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Для оценки промыслового запаса краба-стригуна опилио и определения ОДУ на 2026 г. использованы данные учетной донной траловой съёмки, выполненной в Западно-Берингоморской зоне 05.07-16.08.2024 г. на СТР «Дмитрий Песков», общее количество донных тралений в указанной зоне составило 119. Площадь исследованной акватории Западно-Берингоморской зоны, на глубинах от 25 до 282 м, составила 153,48 тыс. км<sup>2</sup> (рис. 1). С 2021 г. учетные съёмки в Западно-Берингоморской зоне не проводились. Кроме того, были привлечены данные предыдущих съёмок, а также данные промысловой статистики.

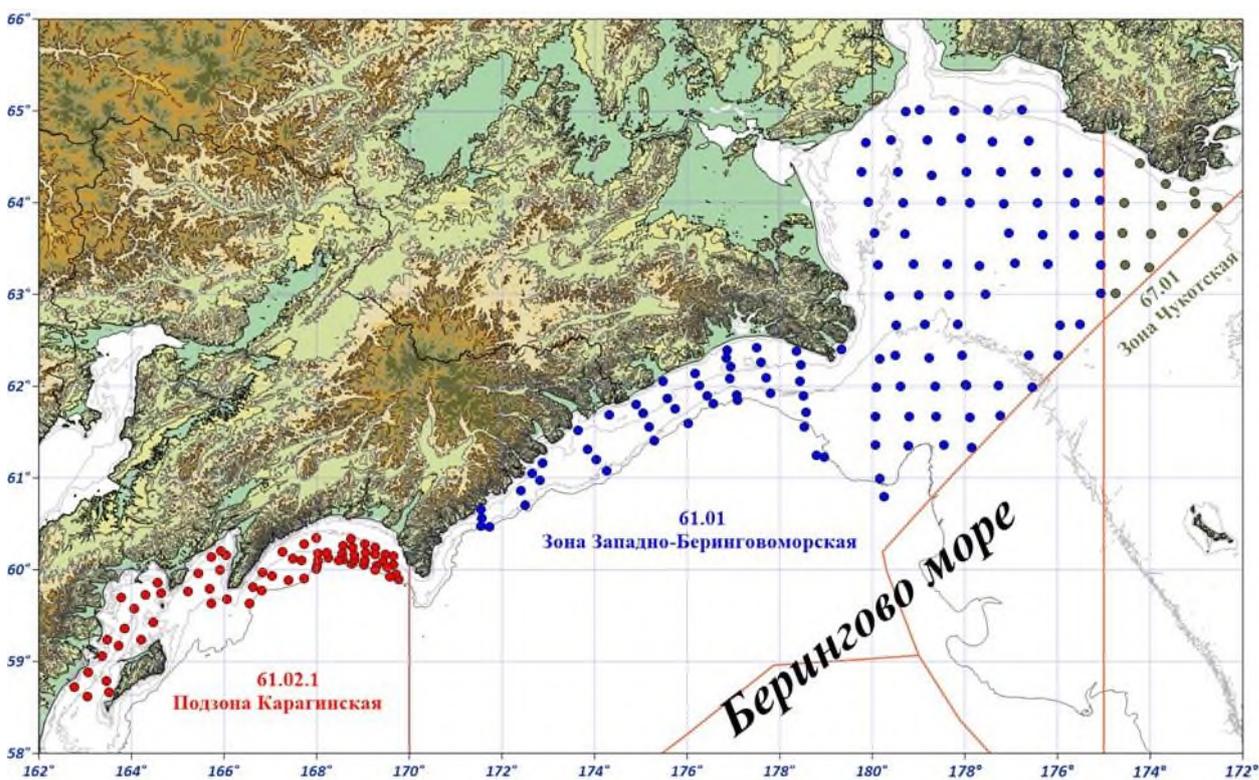


Рис. 1. Район проведения работ на РС «Дмитрий Песков» в западной части Берингова моря с 05 июля по 09 сентября 2024 года: (А) – участок работ в Чукотской зоне, (Б) – участок проведения работ в Западно-Берингоморской зоне, (В) – участок проведения работ в Восточно-Камчатской зоне.

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

– Анадырский – с севера ограничен по 65°30' с.ш., с юга – по 62°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 подразделялся 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 ячейей 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 грузкой.

Верхняя подбора трала оснащается глубоководными кухтылями 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.

Сбор и обработка биологических материалов осуществлялись по стандартным гидробиологическим методикам, принятым в ТИНРО. Данные об объеме промыслового изъятия взяты из ИС «Рыболовство».

Обоснование выбора методов оценки запаса. За период промысла район обитания краба-стригуна опилио в подзоне Западно-Берингоморской был охвачен неравномерно (рис. 2).

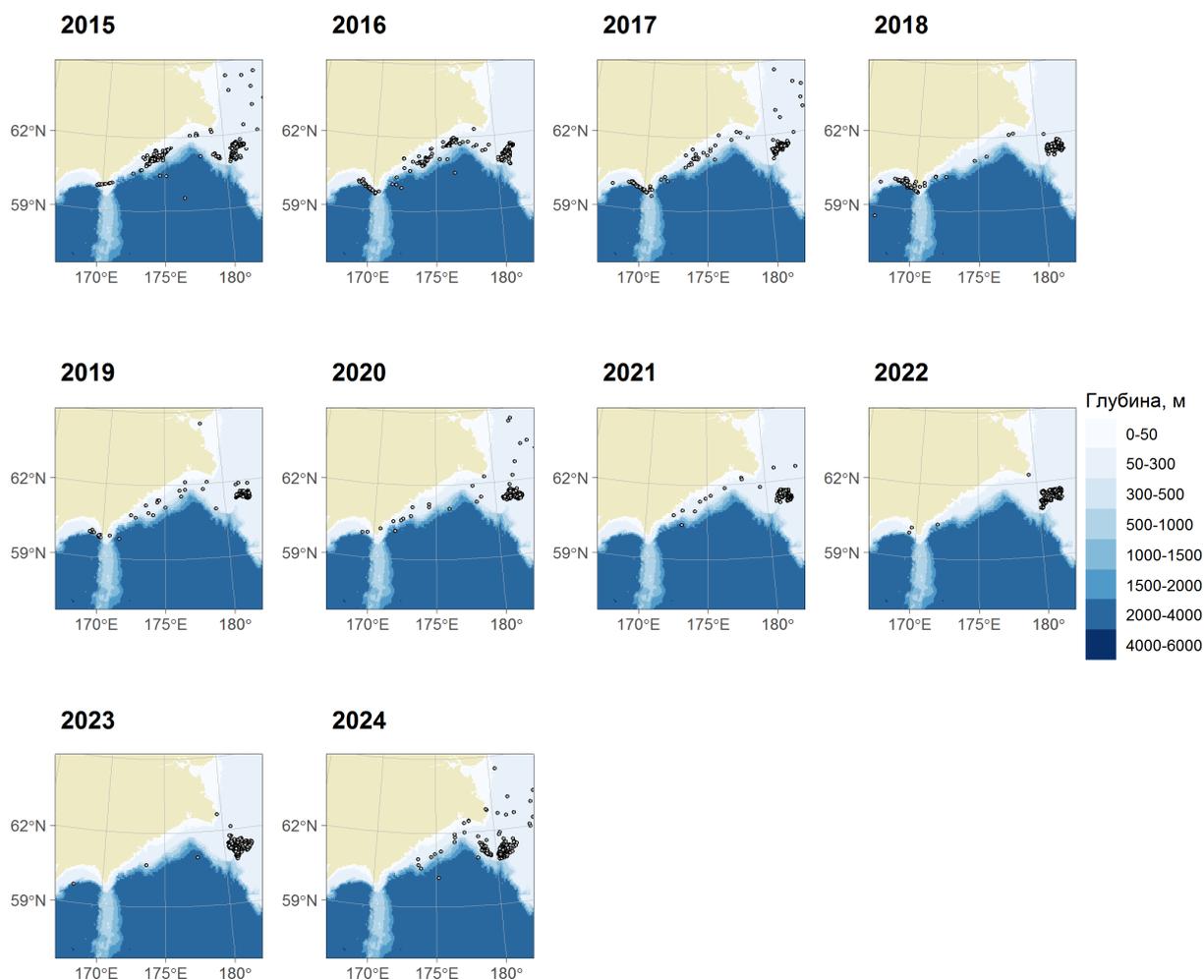


Рис. 2. Позиционирование флота на промысле краба-стригуна опилию в 2015-2024 гг.

Также, в широком диапазоне изменялись факторы, определяющие производительность судов на промысле, такие как глубины лова, размерные и мощностные характеристики промысловых судов, среднее время пребывания судов на промысле и др. (рис. 3). 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].

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:

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

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.

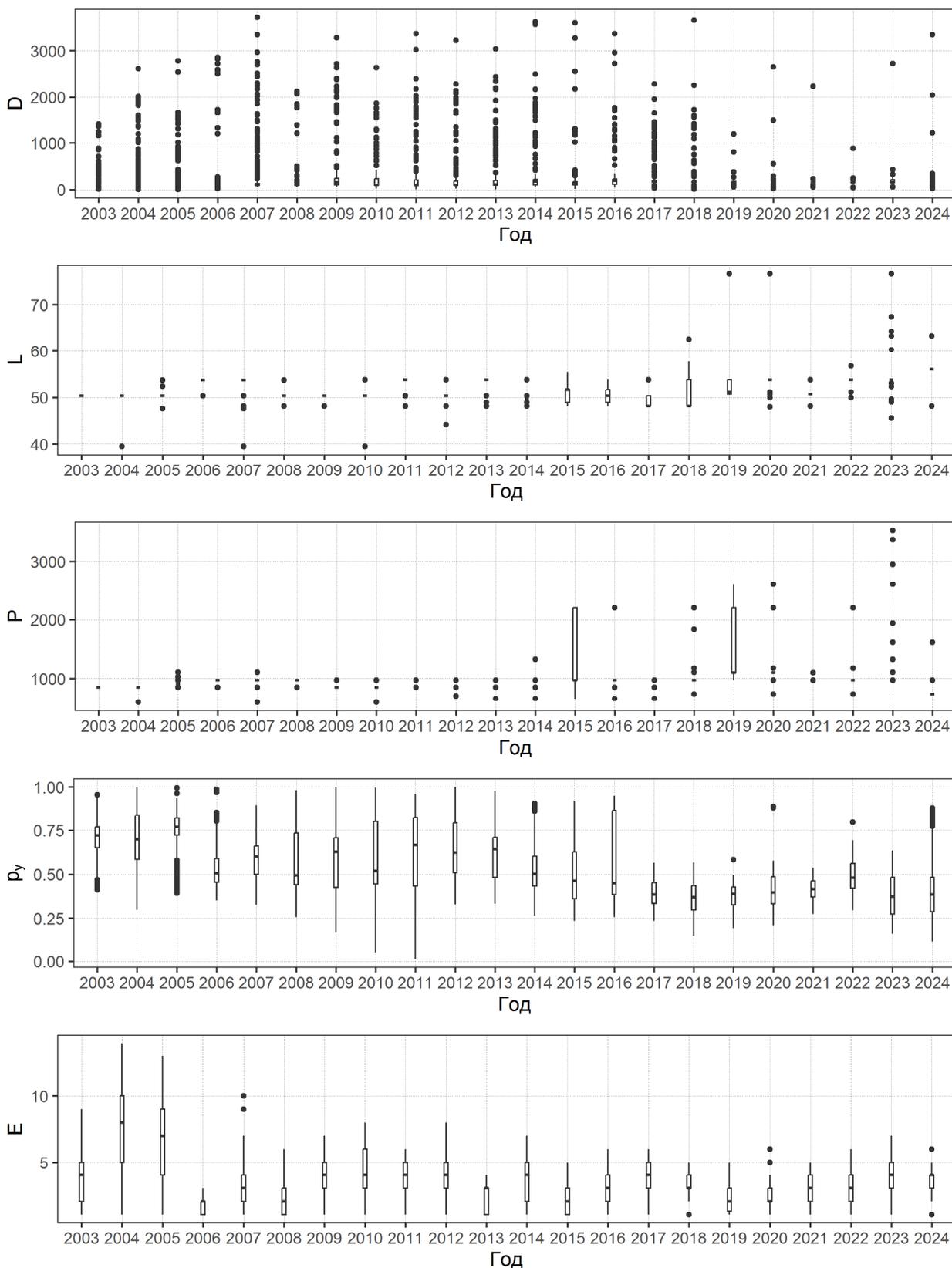


Рис. 3. Динамика сопутствующих природных и производственных факторов в 2003-2024 гг.  
 $D$  – глубина, м,  $L$  – длина судна, м,  $P$  – мощность двигательной установки, Квт,  $p_{\gamma}$  – доля года,  $E$  – промышленное усилие для судна, сутки.

Факторы, учтенные при стандартизации индекса обилия

Переменная	Обозначение	Единицы измерения
Год	$Y$	Категориальная переменная
Широта	$\varphi$	Градусы с десятичными долями
Долгота	$\lambda$	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]:

$$\mu_i = \beta X_i + \sum L_{ij} f_j \quad (1)$$

где  $\mu_i$  – зависимая переменная,  $\beta$  – коэффициенты,  $L_{ij}$  – линейные функционалы, связанные с ковариатами.

Рассматривали следующие модели-кандидаты:

$$CPUE = f^Y \quad (2)$$

$$CPUE = f^Y + s(D) \quad (3)$$

$$CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) \quad (4)$$

$$CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_Y) \quad (5)$$

$$CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) \quad (6)$$

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

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

$$CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + s(P) + s(E) \quad (9)$$

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

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

Наилучшую производительность показала модель (9) (табл. 2).

Таблица 2

Информационные критерии и объясненная дисперсия для моделей-кандидатов

		AIC	BIC	Var <sub>expl</sub>
<i>a</i>	(2)	9565	9707	26,1%
<i>б</i>	(3)	9551	9705	26,6%
<i>в</i>	(4)	9178	9432	35,6%
<i>г</i>	(5)	9060	9336	38,1%
<i>д</i>	(6)	9056	9312	38,1%
<i>e</i>	(7)	8956	9274	40,6%
<i>ж</i>	(8)	8958	9257	40,3%
<i>з</i>	(9)	8918	9241	41,3%
<i>и</i>	(10)	8974	9276	40,0%

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
$\varphi$	174,04
$\lambda$	61,11
$D$	96,22
$d_{sin}$	0,02
$d_{cos}$	1,00
$P$	971
$E$	2

Номинальные и стандартизованные значения индексов уловов на усилие приведены на *рисунке 4*.

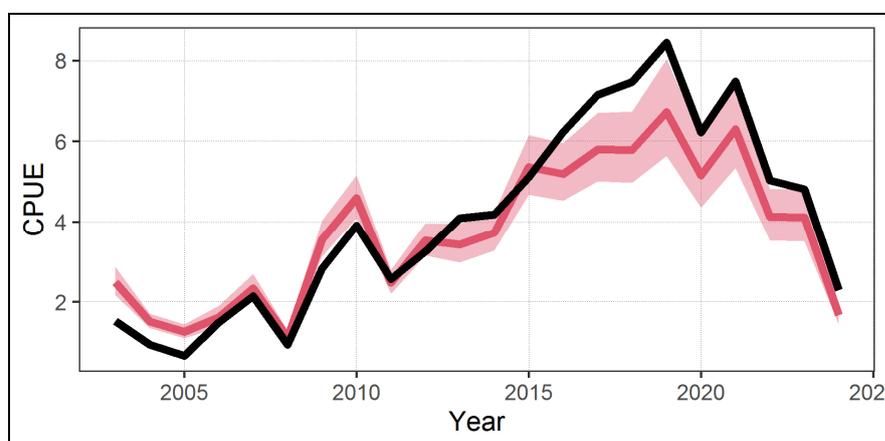


Рис. 4. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов уловов на усилие с доверительными интервалами (красная область).

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

Уравнение модели имеет вид:

$$B_t = e^{-M}(1 + \rho)(B_{t-1} - Y_{t-1}) - \rho e^{-2M} \left(1 - \frac{Y_{t-1}}{B_{t-1}}\right) (B_{t-2} - Y_{t-2}) - e^{-M} \left(1 - \frac{Y_{t-1}}{B_{t-1}}\right) \rho w_{\alpha_R-1} R_t \quad (11)$$

здесь  $t$  – год промысла,  $\alpha_R$  – возраст пополнения,  $w_{\alpha_R}$ ,  $w_{\alpha_R-1}$  – 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,  $\rho$  – коэффициент Броуди в уравнении Форда-Уолфорда.

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

$$R_t = \gamma (B_{t-\alpha_R-1} - Y_{t-\alpha_R-1}) e^{-\delta (B_{t-\alpha_R-1} - Y_{t-\alpha_R-1})} \quad (12)$$

где  $\gamma$ ,  $\delta$  — коэффициенты в уравнении «запас-пополнение».

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

$$B_V = \frac{-1}{\delta} \ln \frac{(1 + \rho)e^{-M} - \rho e^{-2M}}{\gamma (w_{\alpha_R-1} \rho e^{-M} - w_{\alpha_R})} \quad (13)$$

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:

$$P_t = e^{-M}(1 + \rho)(P_{t-1} - kY_{t-1}) - \rho e^{-2M} \left(1 - \frac{kY_{t-1}}{P_{t-1}}\right) (P_{t-2} - kY_{t-2}) - e^{-M} \left(1 - \frac{kY_{t-1}}{P_{t-1}}\right) \rho w_{\alpha_R-1} R_{t-1} + w_{\alpha_R} R_t + \epsilon_1 \quad (14)$$

$$\ln r_t = \ln \gamma + \ln (P_{t-4} - kY_{t-4}) - \frac{\delta}{k} (P_{t-4} - kY_{t-4}) + \epsilon_2 \quad (15)$$

И одно уравнение наблюдения:

$$U_{i,t} = Q_i P_t + \theta_i \quad (16)$$

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,  $\epsilon_1$ , и  $\theta_i$ , 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. Показатели промысла краба-стригуна опилио в Западно-Беринговоморской зоне за последние годы приведены в *таблице 4*.

Таблица 4

Промысловые показатели работы судов в Западно-Беринговоморской зоне в 2014-2024 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

В целом, промысел стригуна опилио в последние годы, 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. уже третий год идет снижение, в 2022 г. вылов составил 4,63 т, в 2023 г. произошло небольшое увеличение – до 5,08 т.

В 2022 г. в Западно-Беринговоморской зоне на промысле краба-стригуна опилио работало 8 судов, как и в 2021 году. В 2023 г. произошло резкое увеличение судов на промысле – до 19, т.к. увеличился объём ОДУ. Однако, в 2024 г. произошло резкое недоосвоение квот, вылов составил всего 52,4% от рекомендованного ОДУ (ОДУ 2024 г. – 2,840 т.). Промысел был начат 10 февраля и завершился 18 декабря. Общий улов за время промысла составил 1495,57 т. Динамика вылова и ОДУ в 2014-2024 гг. показана на *рисунке 5*.

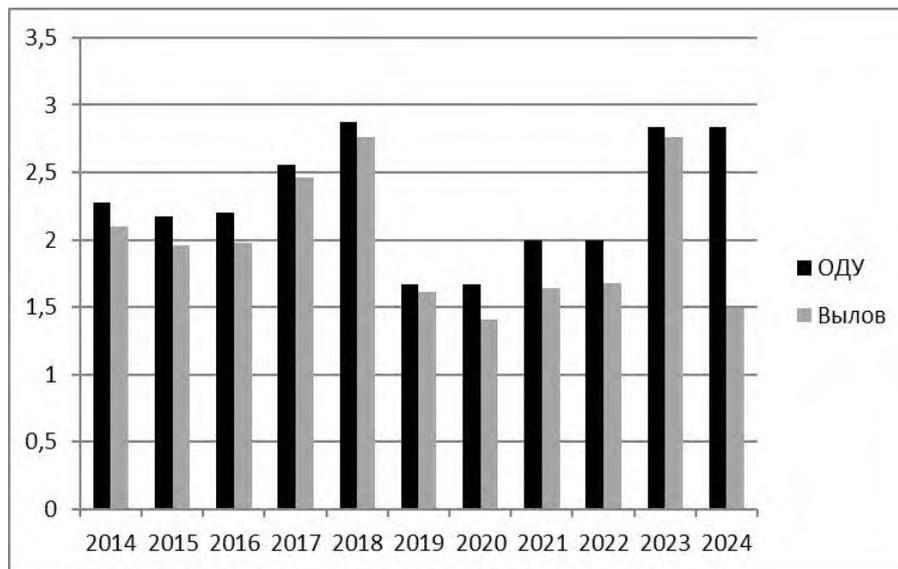


Рис. 5. ОДУ и вылов краба-стригуна опилио в Западно-Беринговоморской зоне в 2014-2024 гг. По оси абсцисс – годы, по оси ординат – тыс. т.

Самцы промыслового размера встречались только на Корякском шельфе на 12 станциях, с обилием от 36 до 500 экз./км<sup>2</sup> (среднее – 129,6 экз./км<sup>2</sup>), на площади 13,6 тыс. км<sup>2</sup>. 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. 6).

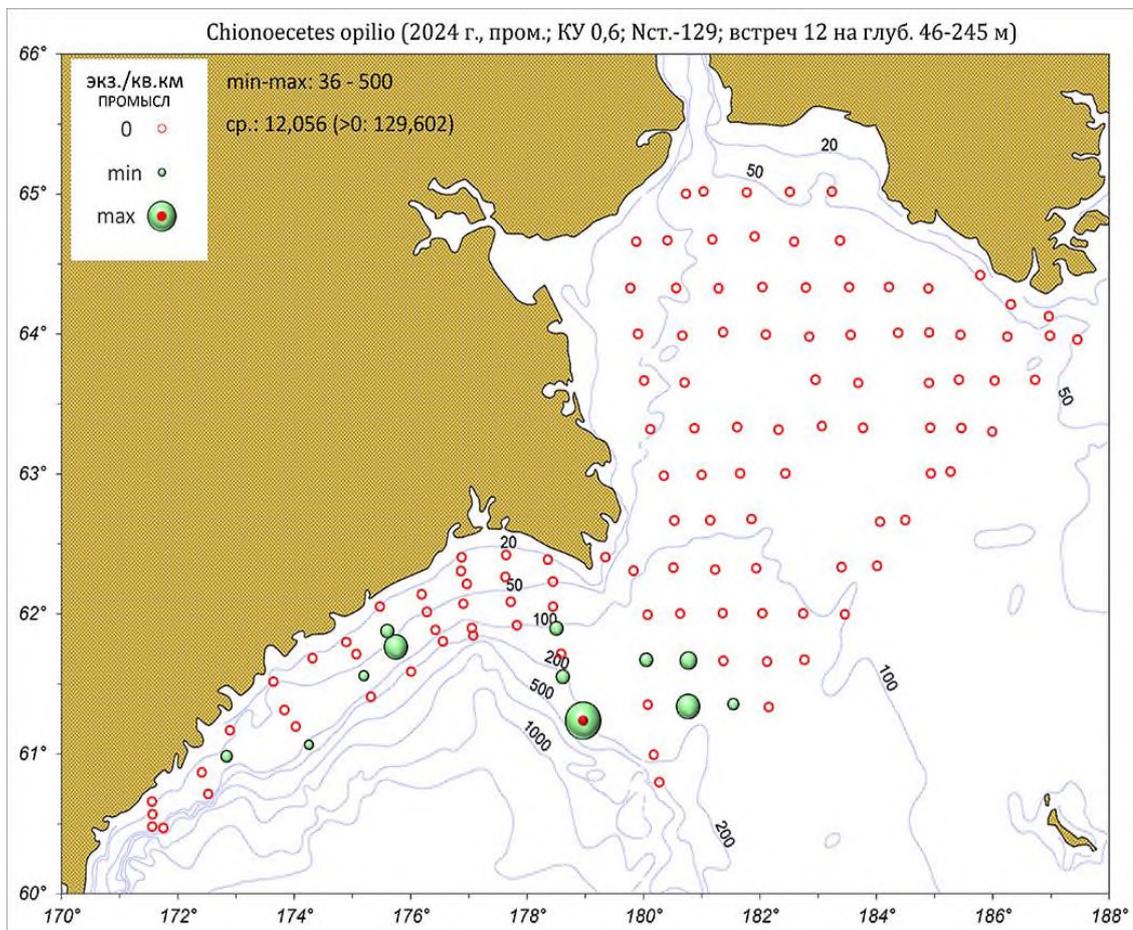


Рис. 6. Распределение (экз./км<sup>2</sup>) промысловых самцов краба-стригуна опилио в Анадырском заливе и на Корякском шельфе в июле-августе 2024 г.

Прогноз состояния промыслового запаса. Оценка запаса краба-стригуна опилио зоны Западно-Берингоморской в 2024 г., полученная по результатам моделирования, находится в 95% доверительном интервале 11,4-15,82 тыс. т (20,74-28,79 млн. экз.), в среднем – 13,46 тыс. т (24,49 млн. экз.). Оценка ожидаемой в 2026 г. величины запаса находится в доверительном интервале 7,26-15,81 тыс. т (13,21-28,77 млн. экз.), в среднем – 10,77 тыс. т (19,6 млн. экз.) (рис. 7).

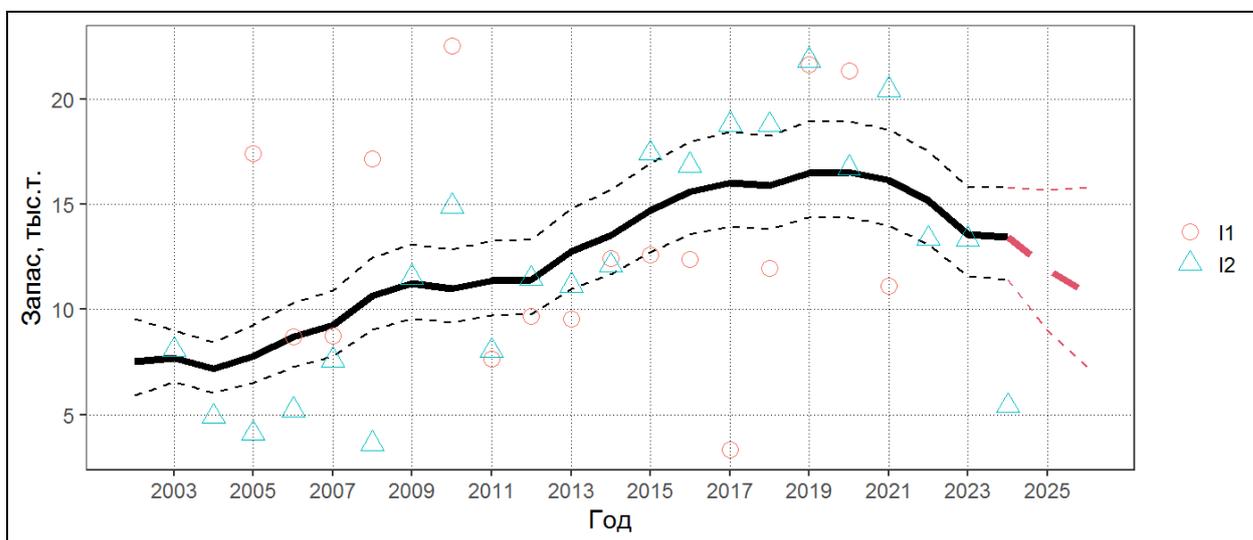


Рис. 7. Динамика промысловой биомассы. I1 – оценки запаса, I2 – интенсивность промысла.

Определение биологических ориентиров. В качестве целевого ориентира по вылову ( $B_{tr}$ ) использовали величину 10,99 тыс. т. В качестве граничного ориентира ( $B_{lim}$ ) установили величину в 4,07 тыс. т, целевой ориентир по промысловому изъятию был установлен 24% (табл. 5).

Таблица 5

Биологические ориентиры для краба-стригуна опилио в зоне Западно-Берингоморской (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  $B_i$ :

– режим НИР,  $B_i \leq B_{lim}$ : 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,  $B_{lim} < B_i < B_{tr}$ :

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

– 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 2026 г. находится ниже целевого ориентира по биомассе. Согласно ПРП, доля изъятия краба-стригуна опилию в зоне Западно-Беринговоморской составит 23,24%. (рис. 8).

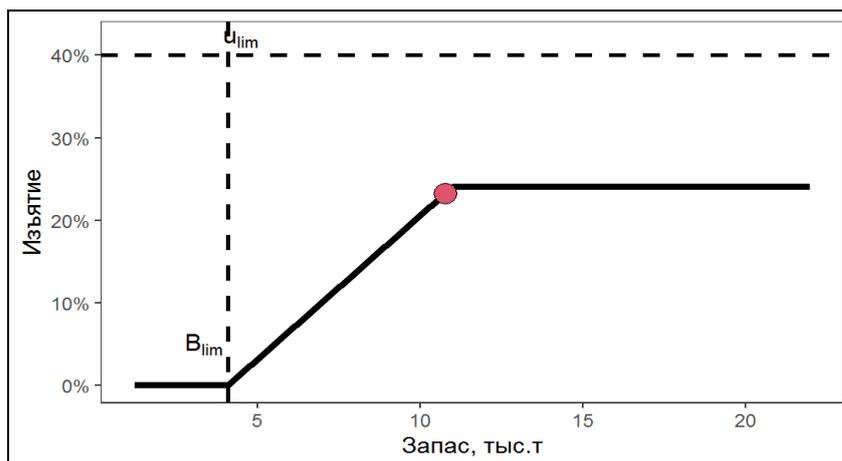


Рис. 8. Графическое представление ПРП (запас) для краба-стригуна опилию зоны Западно-Беринговоморской.

Определение ОДУ. Рассчитанная в соответствии с приведенным на рисунке 8 ПРП и ориентирами управления, при доле изъятия, равной 23,24% промыслового запаса, величина изъятия краба-стригуна опилию в 2026 г. может составить 2,503 тыс. т (1,274 млн экз.).

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна опилию в Западно-Беринговоморской зоне на 2026 г. в объеме 2,503 тыс. т.**

Диагностика полученных результатов. Ожидаемая в 2026 г. величина запаса демонстрирует довольно высокую неопределенность, однако, риск достижения биомассой граничного ориентира отсутствует (рис. 9).

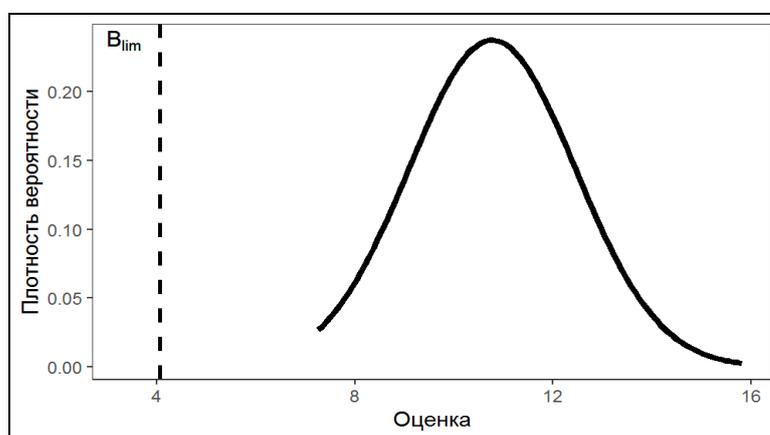


Рис. 9. Распределение вероятности достижения граничного ориентира для ожидаемой биомассы запаса для краба-стригуна опилию Западно-Беринговоморской зоны в 2026 г.

## 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. В 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 около 17,5 тыс. км<sup>2</sup> (рис. 1А); биологическому анализу подвергнуто 4164 экз. краба-стригуна опилио.

В 2022 и 2023 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» 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. км<sup>2</sup> (рис. 1Б); биологическому анализу подвергнуто 1173 экз. краба-стригуна опилио.

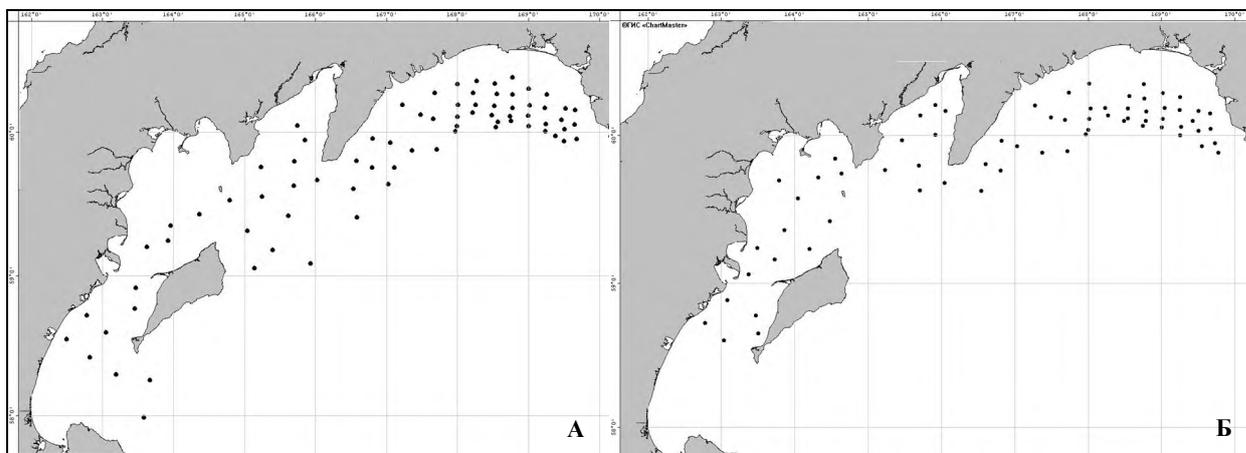


Рис. 1. Карта-схема контрольных траловых станций в Карагинской подзоне, выполненных на СРТМ «Валерий Маслаков» в 2021 г. (А) и НИС «Дмитрий Песков» в 2024 г. (Б).

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.

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.

Учитывая вышеизложенное, структура и качество доступного информационного обеспечения для данного запаса 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:  $ОДУ_y = \alpha C_{y-1}$ , где  $C_{y-1}$  – улов за предыдущий год, а  $\alpha$  – 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  $\mu$  – среднее значение,  $\sigma_C$  – 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 в последние десять лет представлены в *таблице 1* и на *рисунке 2*.

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.

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	10,2
2023	906,8	7,2
2024	703,5	4,286

\* – среднее значение по смежным годам.

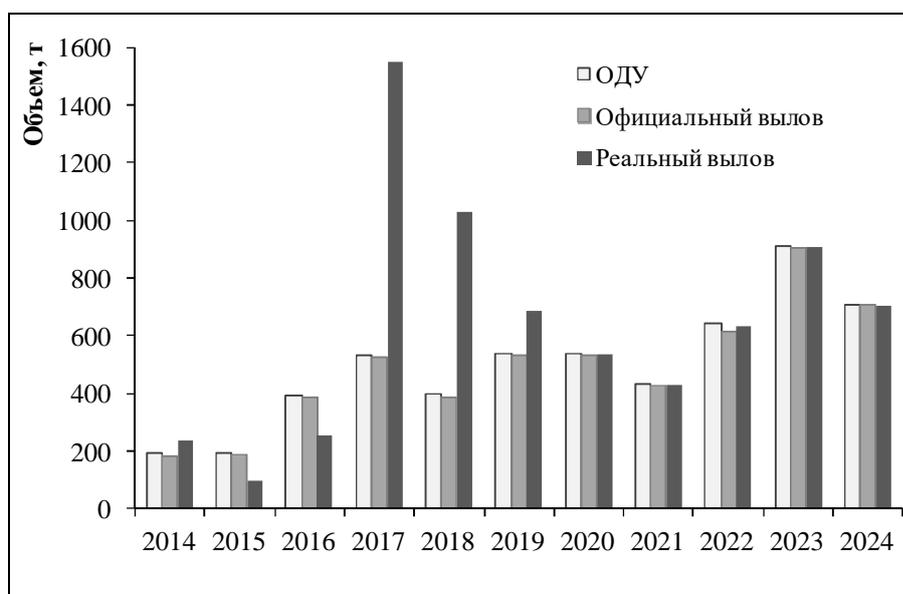


Рис. 2. Результаты расчетов реального вылова краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне в 2014-2024 гг.

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 ( $168^{\circ}30'-170^{\circ}00'$  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  $168^{\circ}$  в.д., с востока –  $169^{\circ}$  в.д.

ОДУ и вылов стригуна опилио за последние 10 лет представлены на рисунке 3.

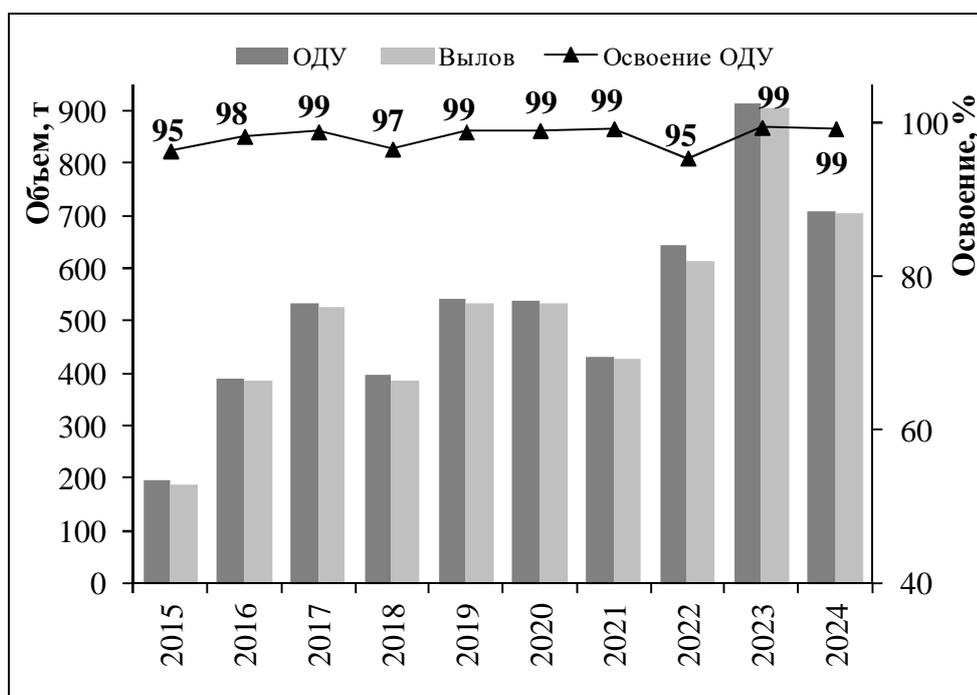


Рис. 3. Динамика ОДУ, вылова и степень освоения ОДУ краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне в 2015-2024 гг.

Вплоть до 2015 г., средний вылов за судосутки находился на уровне не более 2,5 т (табл. 2). В следующие три года этот показатель вырос, по официальным данным, практически вдвое, а по итогам промысла 2018 г. – вновь снизился до 2,7 т. В 2019 и 2020 гг. показатели вылова оказались максимальными за последнее десятилетие, составив 6,4 и 5,9 т, соответственно. В последние три года среднесуточный вылов находился на сравнительно высоком среднемноголетнем уровне.

Таблица 2

Вылов, количество судов на промысле и средний улов на судосутки краба-стригуна опилю в Карагинской подзоне в 2014-2024 гг., по данным ОСМ\*

Годы	Кол-во судов, ед.	Вылов в год, т	Вылов за судосутки средний, т
2014	4	185	2,5
2015	4	188	4,5
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

\* – без учета судов, работавших в режиме НИР.

Таким образом, в последние годы промысловая обстановка на добыче краба-стригуна опилю в Карагинской подзоне остается стабильной.

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./км<sup>2</sup>). 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./км<sup>2</sup>).

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 плотности скоплений промысловые самцы образовывали на этих участках на глубине 101 м (4,901 тыс. экз. на км<sup>2</sup>) и 152 м (5,589 тыс. экз. на км<sup>2</sup>), т.е. эти показатели оказались значительно ниже, чем в предыдущий год работ.

В последние годы исследований размерные составы самцов краба-стригуна опилю в подзоне имеют схожий вид: на графике хорошо выделяются две модальные группы. При этом, вклад обеих модальных групп, особей непромыслового и промыслового размеров, примерно одинаков (рис. 4).

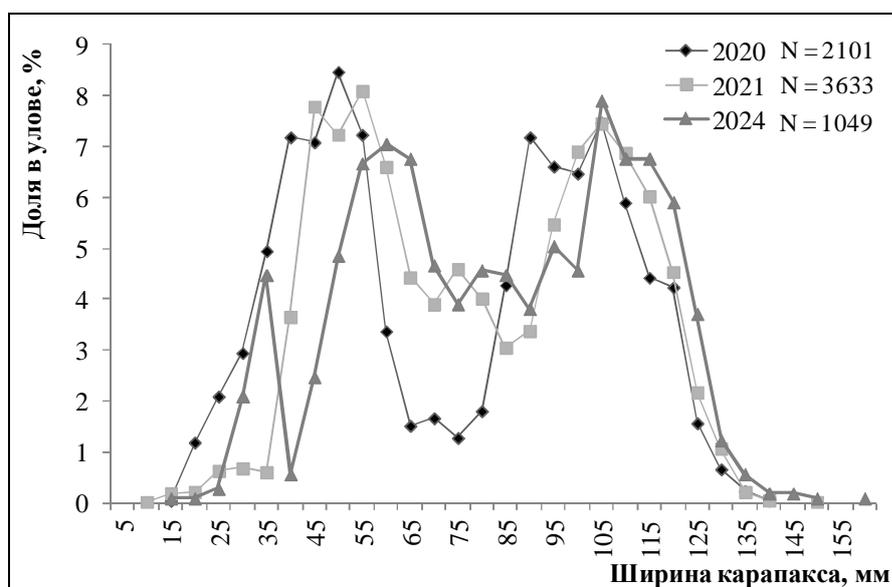


Рис. 4. Размерный состав самцов краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне в 2020, 2021, 2024 гг., по данным траловых учетных съемок.

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

Таблица 3

Оценки численности функциональных групп пополнения краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне, по данным учетных траловых съемок в 2019-2021, 2024 гг., млн экз.

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 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

Распределение запаса краба-стригуна опилио в Олюторском заливе, полученное в программе «КартМастер» по данным учетных съемок 2012-2015, 2017, 2019-2021, 2024 гг.

Год	Площадь, км <sup>2</sup>	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

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 были определены биологические ориентиры управления, которые составили 2,6 и 5,5 млн экз., соответственно, для граничного и целевого ориентиров по промысловой численности (рис. 5).

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.

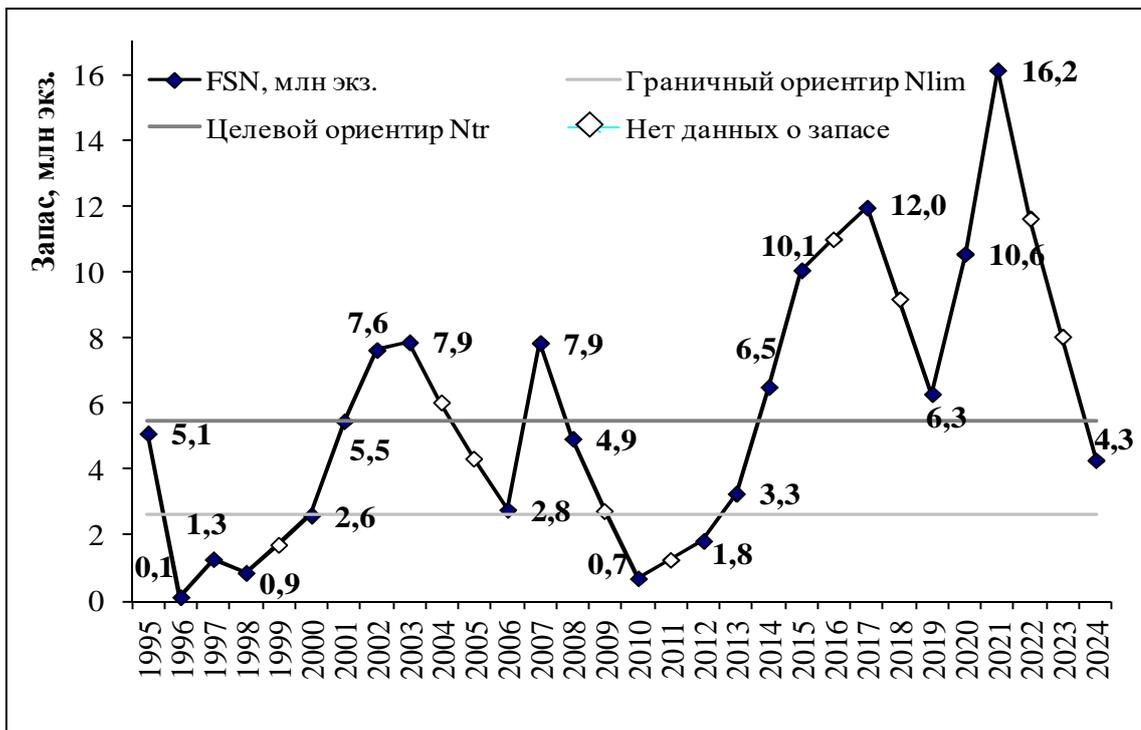


Рис. 5. Ориентиры управления, рассчитанные методом перцентилей, на основе динамики промыслового запаса краба-стригуна опилио в Олюторском заливе в 1995-2024 гг.

«Правилами регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов на 2023-2025 гг.» определены следующие биологические ориентиры управления для стригуна опилио 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 опилио Карагинской подзоны, цель которого – вывод запаса на уровень высокой продуктивности и последующая его эксплуатация на этом уровне.

Прогнозирование состояния запаса и определение ОДУ. Как видно из данных, представленных на рисунке б, 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. Здесь уместно напомнить, что на приведенном рисунке 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.

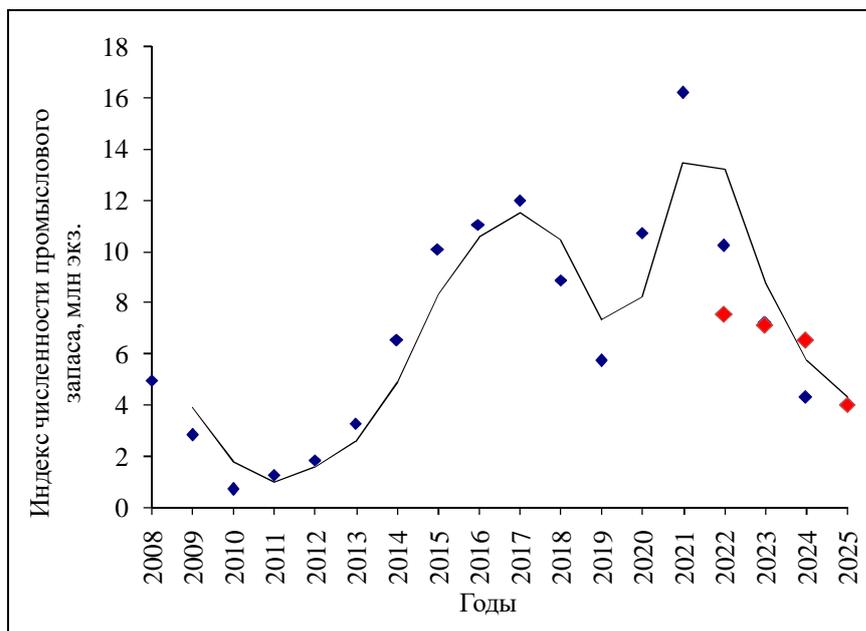


Рис. 6. Межгодовая динамика индекса численности промысловых самцов краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне (синие многоугольники – фактические данные, красные – прогнозные).

После «взрывного» роста ресурсов, зафиксированного в 2019-2021 гг., численность промысловых самцов снизилась в 2022 и 2023 гг. Вместе с тем, с 2023 г. отмечается рост показателей уловов на усилии в Карагинской подзоне, которые к 2024 г. приблизились к уровню, соответствующему годам высокой численности запаса (2019 и 2020 гг. – см. табл. 2). Темпы снижения оценок индекса запаса в 2024 г. замедлились, что может трактоваться как переход к очередному периоду стабильного уровня численности на новом уровне. Учитывая менее полное покрытие района съемкой 2024 г., по сравнению с 2021 г. (особо следует обратить внимание на недоучёт вдоль внешнего края материкового склона – см. рис. 1), предполагается, что часть промыслового запаса, концентрирующегося у внешней кромки шельфа, по результатам работ 2024 г. осталась неучетной.

Данные по размерно-функциональному составу уловов показывают появление в 2024 г. в населении краба-стригуна опилио в подзоне нового многочисленного поколения пререкрутов (особи ШК менее 100 мм), которые начнут с 2025 г. активно пополнять 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; Слизкин и др., 2001], что вносит дополнительные неопределенности в результаты съемок. Это также свидетельствует в пользу того, что к 2026 г. снижение запаса сменится тенденцией к его росту. В связи с описанными выше противоречивыми показателями состояния запаса, до получения

уточнённых данных, рекомендуется исходить из предположения, что на 2026 г. промысловый запас будет находиться на уровне 2025 года.

Исходя из предположения о стабилизации в 2025-2026 гг. величины промыслового запаса на уровне, примерно соответствующем уровню 2024 г., предлагается рекомендовать на 2026 г. возможную величину промыслового изъятия краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне на уровне 2025 г. – 0,709 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне на 2026 г. в объеме 0,709 тыс. т.**

## **Краб-стригун опилио (*Chionoecetes opilio*)**

61.02 – зона Восточно-Камчатская

61.02.2 – подзона Петропавловско-Командорская

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

Куратор: Д.О. Алексеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Основой для подготовки прогноза по крабу-стригуну опилио Петропавловско-Командорской подзоны послужили данные научно-исследовательских работ, проведенных в 2016-2024 гг. В связи с тем, что исследования 2016 года являются на сегодняшний день наиболее полными и достоверными за последнее десятилетие, эти данные легли в основу оценки прогноза на 2026 г.

Учетные съемки в подзоне проводятся на НИС «МРТК-316» и «Инженер Мартынов» (КамчатНИРО). В 2016 г. выполнено 84 учетных траления, обследована акватория площадью около 9828 км<sup>2</sup>, 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.

Материалы дополнены данными, полученными во время учетных ловушечной и траловой съемок, проведенных в весенний и летний периоды в 2024 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 22-100 м, обследована акватория площадью около 1650 км<sup>2</sup> (рис. 1). Биологическому анализу подвергнуто 19 экз. краба-стригуна опилио. Площадь облова одной конусной ловушки для крабов-стригунов Берингова моря и тихоокеанских вод, прилегающих к Камчатке, принимается равной 4100 м<sup>2</sup>. Такая 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 62 учетных траления, в координатах 52°50'-54°26' с.ш., 159°03'-161°24' в.д., на глубинах 28-214 м, обследована акватория площадью около 5290 км<sup>2</sup> (рис. 1). Биологическому анализу подвергнуто 30 экз. краба-стригуна опилио. 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.

Принимая во внимание количество учтенного в ходе учетных съемок краба-стригуна опилио, очевидно, что данные исследований в отношении этого вида в 2024 г. являются нерепрезентативными.

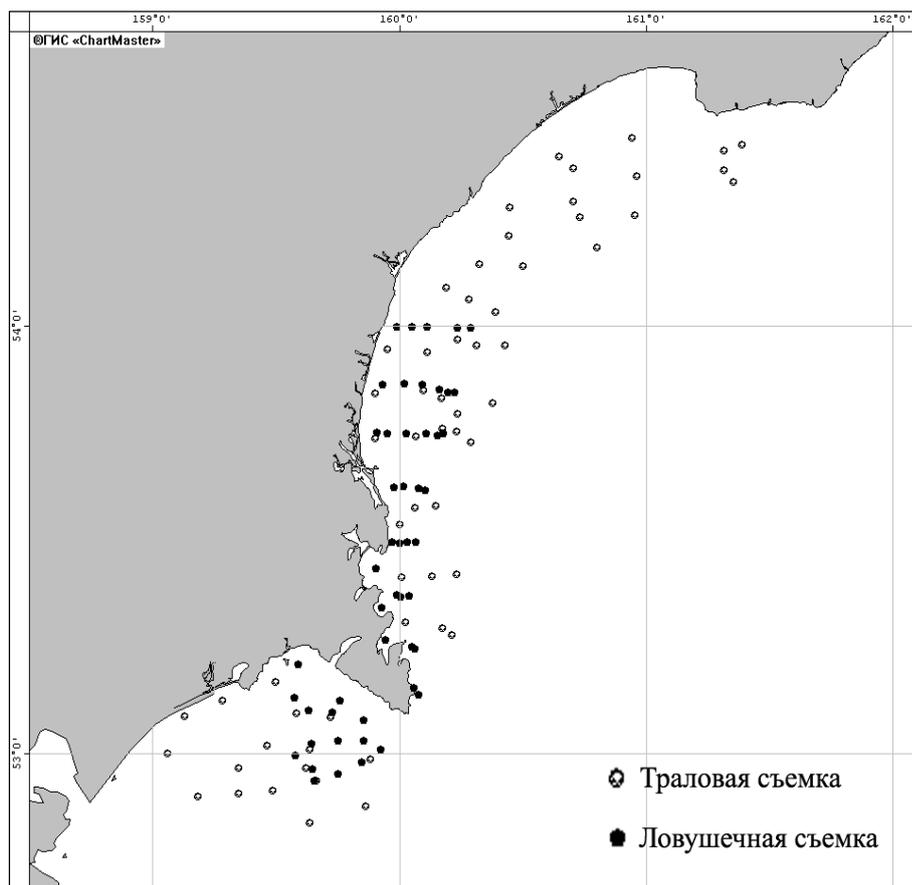


Рис. 1. Карта-схема расположения станций учетных донной траловой и ловушечной съемок в Петропавловско-Командорской подзоне в весенне-летний период 2024 г.

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]. 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].

Структура и качество доступного информационного обеспечения соответствуют III уровню (прил. 1 к Приказу Росрыболовства №104 от 06.02.2015 г.).

При построении карт распределения и при расчете запаса в программе «КартМастер» выставляли следующие параметры: размерность сетки – 500x500, параметр сглаживания – 0, параметр влияния глубины – 500.

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

Учитывая, что промысел стригуна опилю в Петропавловско-Командорской подзоне, фактически, отсутствует (его добывают только в режиме НИР), применить традиционные, в данном случае, 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 этого объекта. Оценка запаса получена с использованием программы «КартМастер v. 4.1», методом сплайн-аппроксимации плотности запаса [Stolyarenko, 1986, 1987; Столяренко, Иванов, 1988].

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).

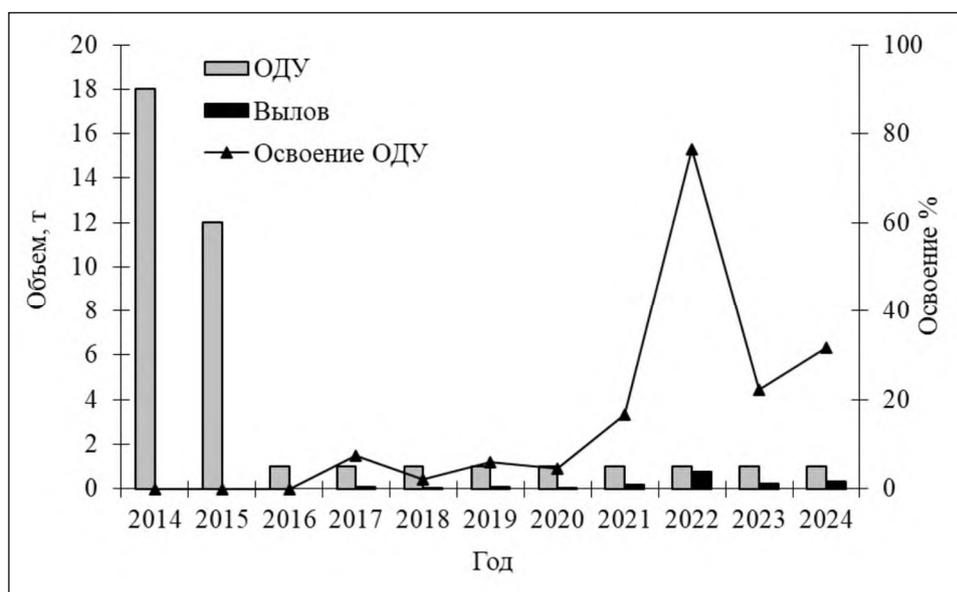


Рис. 2. Динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ краба-стригуна опилю в Петропавловско-Командорской подзоне в 2014-2024 гг.

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 2019 г. – 0,02 экз./лов./сут. и последние 2 года (в 2023 г. – 0,013 экз./лов./сут., в 2024 г. – 0,015 экз./лов./сут.) (рис. 3). Очевидно, что при таких среднесуточных показателях уловов промысел краба-стригуна опилю в Петропавловско-Командорской подзоне в настоящее время нерентабелен.

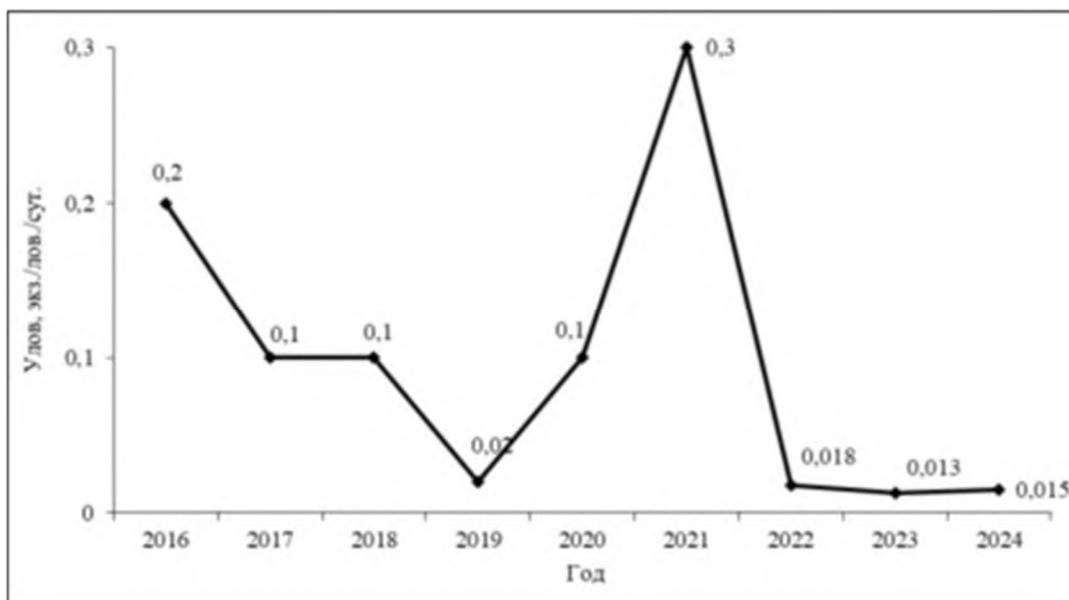


Рис. 3. Средний улов на коническую ловушку в сутки стригуна опилио в Петропавловско-Командорской подзоне в 2016-2024 гг. по данным учетных работ.

Как и по данным траловой съемки в 2016 г., так и по данным учетной ловушечной съемки в 2024 г., встречаемость краба-стригуна опилио на исследованной акватории низкая. За весь период съемки обнаружили 17 самцов. Все самцы оказались непромысловыми. Помимо самцов отмечено 13 неполовозрелых самок. 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 2024 г. средняя ширина карапакса промыслового самца краба-стригуна опилио равнялась 111,2 мм.

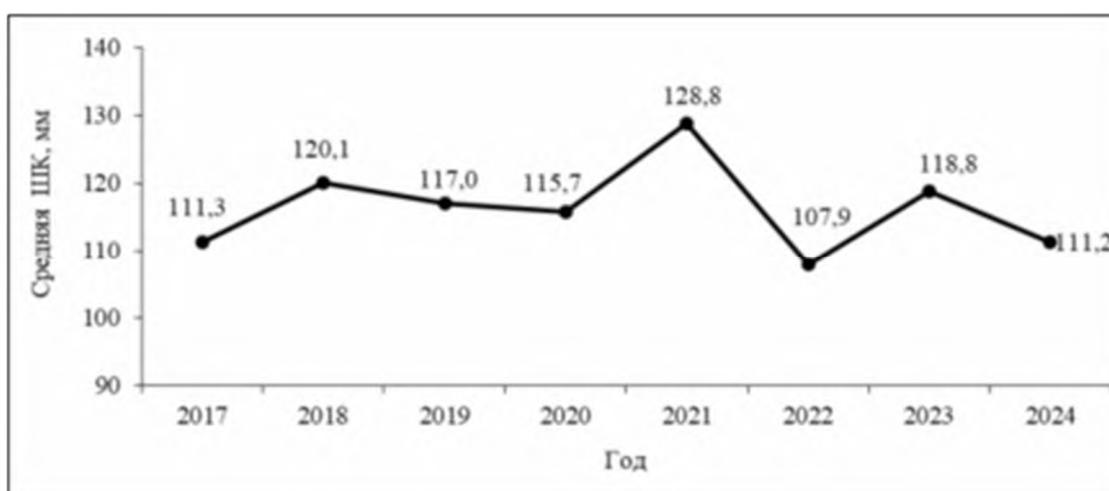


Рис. 4. Средняя ширина карапакса промысловых самцов стригуна опилио в Петропавловско-Командорской подзоне в 2017-2024 гг., по данным ловушечных съемок.

По данным ловушечных съемок на протяжении последних лет, в уловах в подавляющем большинстве доминировали промысловые самцы (рис. 5), за исключением 2024 г. В этом году отмечается преобладание непромысловых самцов. Согласно данным траловых съемок, в составе улова в 2024 г. также отмечалось преобладание непромысловых самцов и полное

отсутствие промысловых. Также, в уловах учетного трала встречались самки (рис. 6).

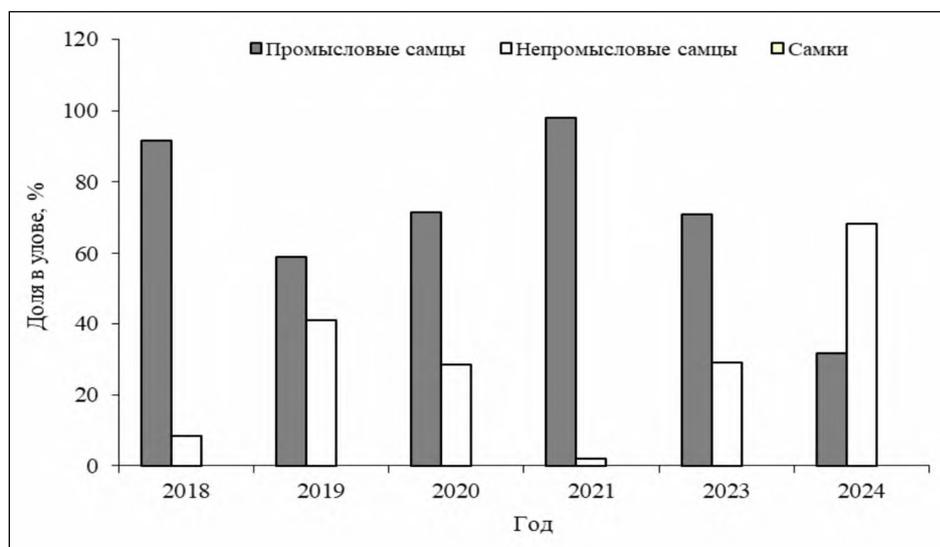


Рис. 5. Соотношение разных размерных групп самцов краба-стригуна опилио в Петропавловско-Командорской подзоне в 2017-2024 гг., по данным ловушечных съемок.

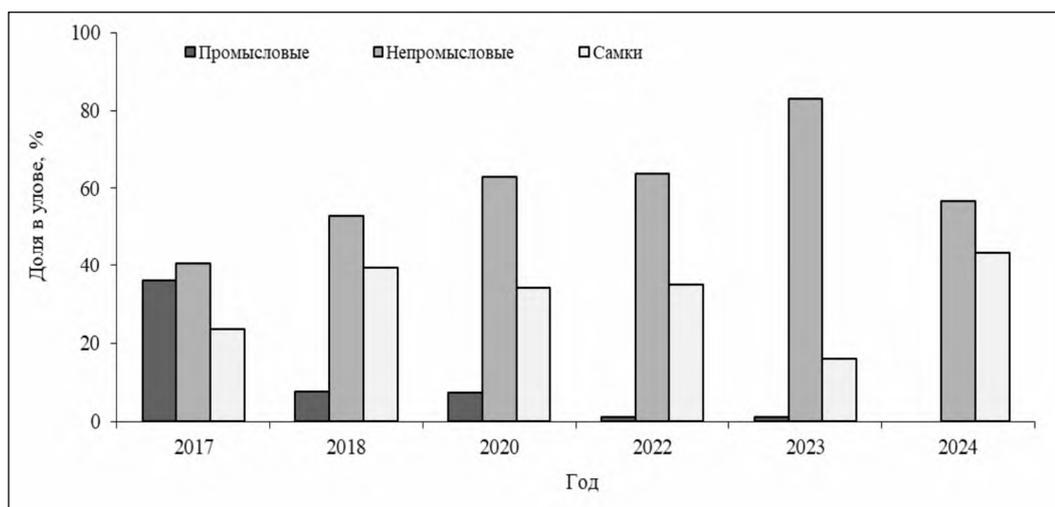


Рис. 6. Соотношение разных размерных групп самцов краба-стригуна опилио в Петропавловско-Командорской подзоне в 2017-2018, 2020, 2022-2024 гг., по данным траловых съемок.

По данным учетных 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. 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., притом 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 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 2024 г., также являются нерепрезентативными для оценки численности, в связи 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 и недостаточное информационное обеспечения прогноза, на основании экспертной оценки можно предположить, что к началу 2026 г. величина его запаса будет находиться на уровне 2016 г., т.е. не более 2,58 млн экз. Промысел в Петропавловско-Командорской 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 только для целей обеспечения ресурсных исследований, величина его остается неизменной. Учитывая, что ОДУ краба-стригуна опилио в указанном районе на протяжении длительного времени осваивается на уровне менее 50%, его специализированный промысел не ведется, предлагается ОДУ для краба-стригуна опилио в Петропавловско-Командорской подзоне в 2026 г. установить в объеме, достаточном только для проведения НИР – 0,001 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна опилио в Петропавловско-Командорской подзоне в 2026 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. В период с 28 июня по 29 июля 2024 года в Северо-Охотоморской подзоне была выполнена донная траловая съёмка на СТР «Сланцы» (судовладелец – ОАО «РК «Приморец»), которая позволила получить новые научные данные по состоянию запаса краба-стригуна опилио.

Площадь акватории Северо-Охотоморской подзоны, охваченная донной траловой съёмкой в 2021 году, составила 135,87 тыс. км<sup>2</sup> (табл. 1). В ходе съёмки выполнено 90 траловых станций и 63 ловушечных в границах Северо-Охотоморской подзоны. Площадь акватории Северо-Охотоморской подзоны, охваченная донной траловой съёмкой в 2024 году, составила 202,1 тыс. км<sup>2</sup> (58,9 тыс. кв. миль) (табл. 1). В ходе съёмки выполнено 143 станции в границах Северо-Охотоморской подзоны.

В качестве дополнительной информации привлечены данные судовых суточных донесений (ССД) и данные рыбопромысловой статистики, содержащиеся в отраслевой системе мониторинга ИС (ОСМ) «Рыболовство» за период 2014-2024 гг., материалы, собранные научным наблюдателем МагаданНИРО на промысле краба-стригуна опилио в 2023 г., результаты учетных траловых и ловушечных съёмок, выполненных в 2017, 2019 и 2021 гг. (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 <sup>2</sup>	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 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. При этом, доступная информация обеспечивает проведение ограниченного аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ с использованием продукционных моделей эксплуатируемого запаса. Вместе с тем, значительная площадь обитания краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне, пространственная неравномерность распределения запаса и, соответственно, промысла, существенно усложняют использование математических моделей. В связи с этим, прогнозирование состояния запаса краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне в текущем документе выполнено с помощью эмпирических, трендовых и индикаторных методов, применяемых при дефиците информации.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Оценка численности краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне выполнена по данным траловой съемки 2024 г. методом сплайн-аппроксимации, алгоритм которого описан Д.А. Столяренко [Stolyarenko, 1986, 1987], с помощью программы ГИС «КартМастер» [Бизиков и др., 2006; Бизиков и др., 2016]. Коэффициент уловистости краба-стригуна опилио донным тралом (ДТ 27.1/24.4) принят равным 0,6 (такой коэффициент уловистости донного трала традиционно применяется ФГБНУ «ВНИРО» и его филиалами для оценки численности краба-стригуна опилио в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне).

Для определения промыслового запаса на 2026 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 уловов, среднего вылова на судосутки, биомасса по съемкам 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 (2014-2024 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 2024 г. прошли частичную фильтрацию по процедуре, описанной ранее [Буяновский, 2022]. В частности, 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 2026 г. выглядит следующим образом (рис. 1):

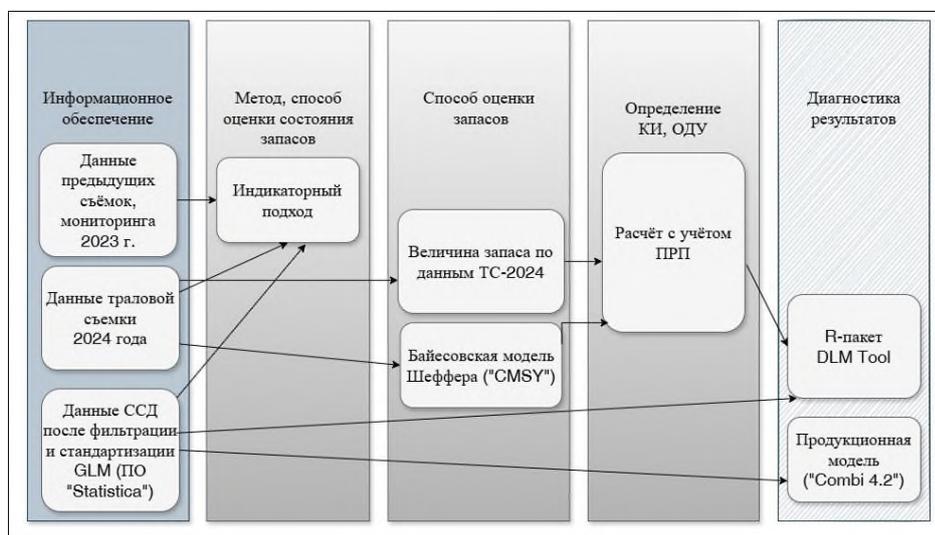


Рис. 1. Схема использования данных и методов в процедурах оценки запасов и прогноза ОДУ краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне на 2026 г.

Ретроспективный анализ промысла и состояния запаса. Промысел ориентируется на два основных типа скопления крабов: нагульные и репродуктивные. Нагульные скопления краба формируются из особей, достигших терминальной линьки в разные годы, они размещаются 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 вылов краба-стригуна опилио в северной и северо-западной частях Охотского моря до начала 90-х гг. XX в. составлял от 1,0 до 1,5 тыс. т ежегодно. 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 опилио 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 явная тенденция снижения среднесуточного вылова в связи с сокращением численности промыслового запаса, что потребовало снижения ОДУ. Количество судов на промысле достигло максимальных значений в 2023 г (табл. 3). При этом, часть добывающего флота сместилась в центральный и северо-восточный участок, так как северо-западный участок уже не обеспечивал удовлетворительные уловы.

Таблица 2

Динамика ОДУ и вылова краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне в 2014-2024 гг.

Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
ОДУ	12,0	12,00	13,00	13,30	15,60	18,10	21,00	21,00	20,40	18,53	16,79
Вылов, тыс.т	12,0	12,00	13,00	13,30	15,60	18,01	20,70	20,85	20,16	18,13	16,26

Таблица 3

Динамика количества судов на промысле краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне в 2015-2024 гг.

Год	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Общее кол-во судов	45	52	62	65	68	65	87	86	99	92

Объем ОДУ на 2022-2024 гг. был снижен (см. табл. 3), однако, в этот период стала набирать силу тенденция добычи краба как продукта в живом виде, что снова привело к увеличению количества добывающих судов на промысле.

Промысел краба-стригуна опилио начинается со второй декады апреля. Наиболее активно добыча краба в Северо-Охотоморской подзоне осуществляется в мае и июне, когда облавливаются скопления краба,

расположенные к востоку от 148° в.д. Темп ежегодного освоения промышленных квот к августу снижается, лишь несколько ускоряясь к концу года [Метелёв и др., 2021]. Средние суточные уловы судов, продукцией которых является мороженный краб, в большинстве месяцев 2024 г. оказались выше среднееголетних (рис. 2), пик промысла пришёлся на май-июнь и существенно повлиял на годовой показатель среднесуточного улова.

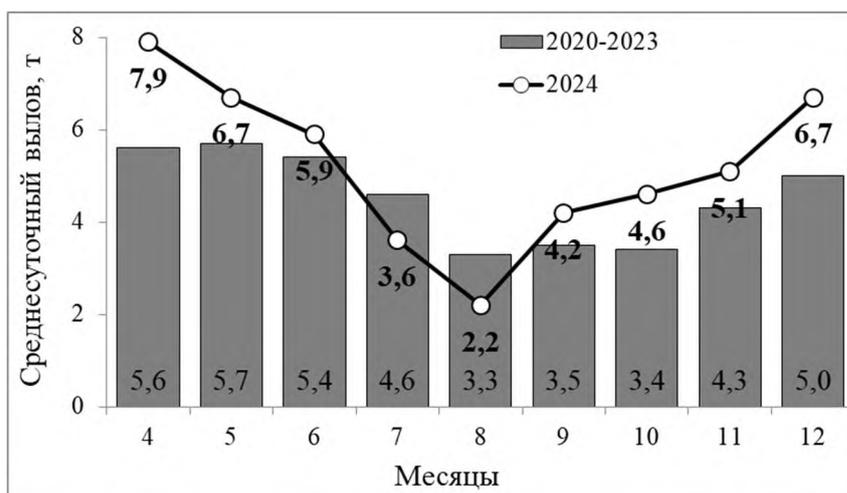


Рис. 2. Динамика среднесуточных уловов краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне по месяцам в 2020-2024 гг.

Согласно многолетним данным ССД, традиционно и интенсивно эксплуатируются запасы краба в северо-восточной части подзоны, составляя в отдельные годы до 90% общего вылова (табл. 4).

Таблица 4

Распределение вылова краба-стригуна опилио (%) по промысловым участкам в 2013-2024 гг., и оценка неравномерности изъятия (А)

Участки	Среднее за периоды, годы				
	2013-2016	2017-2019	2020-2022	2023	2024
Северо-восточный	72	81	66	90	96
Центральный	20	14	18	3	1
Северо-западный	8	5	16	7	3

В последние годы прослеживалась тенденция снижения вылова в этом районе. В 2024 г. значение северо-восточного промыслового участка вновь существенно повысилось. Причиной увеличения в вылове 2024 г. доли северо-восточного участка, скорее всего, стал поздний, сезонный выход судов на промысел, что уменьшило поисковый характер лова, создав ситуацию без рискованного промысла на северо-восточном участке.

Учетные съемки краба-стригуна опилио в 2017 и 2019 гг. проведены в не самые оптимальные сроки, на ограниченных акваториях, с различной дискретностью ловушечных станций, что, по совокупности, существенно снизило их ценность. 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 съёмки был оценен в 133,2 тыс. т, что потребовало снижения ОДУ этого промыслового объекта в 2022 и 2023 гг., основные скопления промысловых самцов были зафиксированы на северо-востоке подзоны. Результаты съёмки 2024 г. показали, что численность промысловых самцов значительно выросла. При этом, плотные скопления краба также зафиксированы только на северо-востоке обширного района, в районе дислокации флота. Согласно результатом съёмки, плотность скоплений промысловых самцов опилио увеличилась, по сравнению с аналогичной съёмкой 2021 г., почти в 2 раза (460 экз./км<sup>2</sup> против 940 экз./км<sup>2</sup>), что дало основание для корректировки промыслового запаса, а также стало основанием для данного обоснования прогноза на 2026 г.

Динамика расчетного промыслового запаса краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне (табл. 5) в рассматриваемый период опиралась на данные среднесуточного вылова (за исключением 2017, 2019, 2021 и 2024 гг.– лет, когда проводились съёмки).

Таблица 5

Динамика средних суточных уловов на промысле краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне в 2014-2024 гг., по промысловым участкам (по данным ССД), т

Участки	Годы										
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Северо-восточный	6,8	7,7	6,2	6,1	5,6	5,2	4,2	4,6	5,1	4,9	5,5
Центральный	5,9	5,8	4,6	5,5	5,1	6,6	5,9	4,7	3,6	2,8	4,8
Северо-западный	3,0	5,4	3,7	-	4,5	5,9	5,7	4,6	4,3	3,6	5,2
В среднем:	5,9	7,1	6,1	5,7	5,5	5,4	4,8	4,6	4,9	4,7	5,4
Стандартизированная величина, с учетом фильтрации	5,7	6,9	6,0	5,6	5,6	5,4	4,6	4,6	4,9	4,6	5,3

Примечание: \* – нет данных

Однако, величина промыслового запаса в 2024 г. была рассчитана только для части акватории (северо-восток ареала популяции), доступной промыслу, что устанавливает более четкую связь между ресурсами и их эксплуатацией. Основанием для реализации этого подхода является многолетняя тенденция дислокации флота на северо-восточном участке промысла (табл. 6).

Таблица 6

Динамика расчетного промыслового запаса (тыс. т) краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне в 2014-2024 гг.

Показатели	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Промысловый запас	130,5	–	198,9	184,6	174,5	156,9	142,5	129,1	140,9	133,0	133,3

Динамика средней ширины карапакса самцов стригуна опилио, начиная с 2017 г., относительно стабильна. В уловах съёмок, 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 наблюдавшихся в 2021-2023 гг. (табл. 7), что отражает благополучие популяции этого объекта в подзоне.

Таблица 7

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 39,1 тыс. т (56,919 млн экз.), целевой ориентир по биомассе промыслового запаса – 130,4 тыс. т (189,7 млн экз.). Граничный и целевой ориентиры промыслового запаса рассчитаны на основе общих рекомендаций FAO [1993]:

$$FSB_{lim} = 0,2 \times FSB_{max}; FSB_{tr} = 2/3 \times FSB_{max} \quad (3)$$

Целевой ориентир по коэффициенту промысловой смертности определен величиной 15%.

Обоснование правила регулирования промысла (ППП). Регулирование промысла объекта осуществляется с помощью трехзонального ППП: запрет промышленного лова, восстановление запасов и режим устойчивого промысла (рис. 3).

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  $FSB_{lim}$  – вводится запрет на промысел. При оценке запаса в пределах значений от  $FSB_{lim}$  до  $FSB_{tr}$  коэффициент изъятия устанавливается от 5 до 15% от промыслового запаса. При достижении промысловым запасом значений, превышающих  $FSB_{tr}$ , уровень изъятия составляет 15% от промыслового запаса. В силу нахождения промыслового запаса выше граничного состояния  $FSB_{tr}$ , принято решение увеличить уровень изъятия до 15%. Определение границ допустимой области управления запасом

выполнено в соответствии с положениями Приказа ВНИРО №81 от 10.04.2023.



Рис. 3. Схема зонального правила регулирования промысла краба-стригуна опилио и его реализация в 2021-2026 гг.

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 2000-2024 гг. Используемые индикаторы соответствуют требованию длины ряда непрерывных наблюдений, предъявляемых для определения состояния запаса [Буяновский, 2012] (табл. 8).

Таблица 8

Основные индикаторы состояния запаса краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне, оцениваемые по результатам исследований в 2000-2024 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	1,9 (зеленый)
Доля промысловых самцов, %	85-93	93 (желтый)
Размер (ШК), мм	115-118	115 (желтый)
Травматизм, %	20-30	28 (желтый)

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

Величина промыслового запаса краба-стригуна опилио (биомасса промысловой части популяции) в Северо-Охотоморской подзоне на 2026 г. рассчитана с помощью математической модели (см. раздел «Обоснование выбора метода...»). Для расчета использованы оценки численности по всем

архивным траловым и ловушечным съемкам 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 2021 г. Также, проведена настройка модели на действующие ориентиры управления: граничный ориентир по численности (Blim) – 56,919 млн экз., целевой ориентир по численности (Btr) – 189,7 млн экз., целевой коэффициент изъятия (Etr) – 15%. Прогнозируемая биомасса промыслового запаса опилио в Охотском море (СОМ) на 2026 г. составляет 196,691 тыс. т (286,304 млн экз.) (табл. 9).

Таблица 9

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	29,504

Обоснование объема ОДУ. Величина прогнозируемой на 2026 г. промысловой биомассы краба-стригуна опилио составляет 196,691 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 2026 г. может составить 29,504 тыс. т. Предельная величина изменения ОДУ на очередной период прогнозирования для запаса краба-стригуна опилио, имеющего статус «стабильный», составляет 20% от предыдущего года, когда величина ОДУ была установлена в размере 17,291 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 2026 г. 20,749 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна опилио в Северо-Охотоморской подзоне на 2026 г. в объеме 20,749 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 2026 г. сохранятся на уровне 2024 г. 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, диагностика промысловой биомассы были направлены на оценку её устойчивости. Диагностика рассчитанной величины ОДУ (20,749 тыс. т) была выполнена при помощи сравнительного анализа с распределением рекомендуемых величин вылова, полученных в ходе стохастических экспериментов немодельных методов DLMtool. Предложенные пакетом методы для наших данных показали достаточно широкий разброс интервалов значений в результатах.

Текущему состоянию запаса и цели управления в наибольшей степени соответствуют результаты расчетов ОДУ, полученные методом IC12, Iratio. Суть некоторых из этих методов заключается в постепенном изменении ОДУ для поддержания постоянного индекса относительной численности, что близко к логике изменений ОДУ на основе изменения индекса численности, выполнявшейся в 2013-2021 гг. для краба-стригуна опилию Северо-Охотоморской подзоны, и продолженной в 2024 г.

Сравнение ОДУ (рассчитанного исходя из зонального правила регулирования промысла и коэффициента изъятия), обоснованного историей эксплуатации с интервальными значениями ОДУ, полученных при использовании методов DLM tool, показало удовлетворительные результаты. Собственная оценка ОДУ находится в пределах 50% интервалов аналогичной расчетной величины предложенных методов DLM (рис. 4).

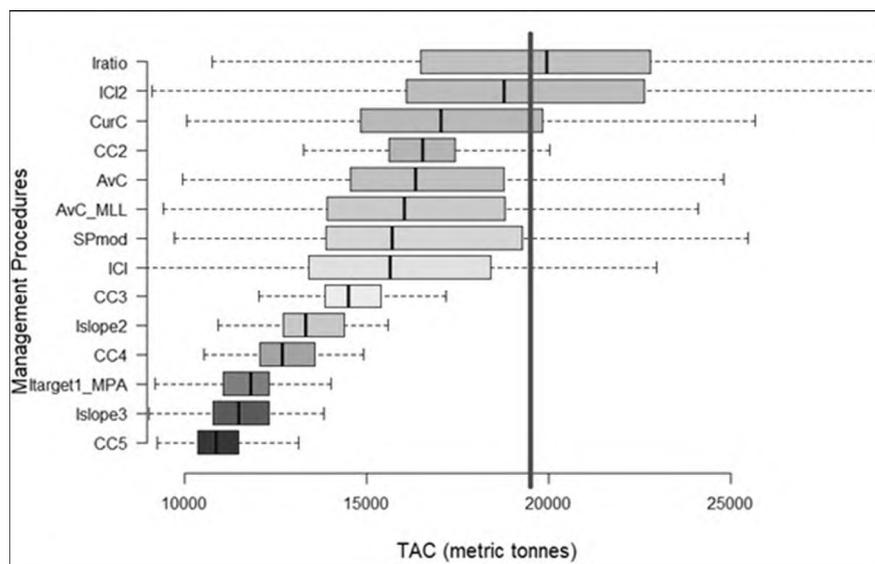


Рис. 4. Графическое представление диагностики расчета ОДУ краба-стригуна опилию методами, реализованными в DLMtool (интервалы значений ОДУ относительно расчетного ОДУ – вертикальная линия)

Использование совокупности методов DLM 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 2026 г., использованы следующие данные:

– результаты мониторинга промысла в период со 2 по 4 ноября 2024 г. на СРТМ «Флорин» (ООО «Север»). Осуществлена обработка 10 промысловых порядков с участка, ограниченного координатами 58°04'-58°12' с.ш., 153°38'-153°58' в.д., в диапазоне глубин 232-293 м. Биоанализу подвергнуто 1844 экз. самцов краба-стригуна опилио;

– результаты ловушечных съемок, выполненных в прошлые годы (2014-2017, 2019 и 2021-2023 гг.);

– судовые суточные донесения (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, информационное обеспечение прогноза соответствует III уровню.

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 методов [Бабаян и др., 2018].

С 2020 г. для оценки ОДУ краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне используется метод СС1 (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  $\mu$  – среднее значение,  $\sigma_C$  – 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).

Таблица 1

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

Годы	Вылов, т	Средний вылов на с/с, т	Биомасса по результатам ловушечных съемок, тыс. т	Обследованная площадь, км <sup>2</sup>
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	—	

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 синему крабу, 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 приливно-отливных течений, характерных для северо-восточной части Охотского моря, с преобладанием скальных грунтов, стригун опилио в уловах не встречался. И, напротив, в местах, где скорости течений были невелики, а грунты были представлены преимущественно мягкими фракциями, встречаемость краба-стригуна опилио была высокой, значительными были и показатели уловов.

В качестве индекса состояния запаса в DLM-методах допускается использование результатов прямого учета. Район обитания стригуна опилио 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 западнокамчатском шельфе. Поэтому для оценки запаса использовались данные ловушечных съемок, ориентированных, прежде всего, на другой объект лова – синий краб. Тем не менее, в качестве индекса результаты этих съемок не используются, но некоторые результаты в качестве дополнительной информации приводятся в настоящем обосновании. Учитывая изложенное, для обоснования ОДУ краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне на 2026 г., как и ранее, использован метод СС1.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Освоение запасов краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне в последнее десятилетие происходило с различной интенсивностью – от полного отсутствия промысла до высокой степени освоения ОДУ (табл. 2).

С конца 90-х годов прошлого столетия освоение запаса стригуна опилио Западно-Камчатской подзоны осуществлялось чаще всего в районе с координатами 58°00'-58°20' с.ш., 153°30'-154°00' в.д., т.е. вблизи линии разграничения Северо-Охотоморской и Западно-Камчатской подзон.

К началу 2000-х годов состояние запаса этого вида краба в данном районе заметно ухудшилось, в связи с чем, было принято решение снизить степень антропогенного воздействия до уровня, необходимого для проведения только научно-исследовательских работ.

Ограничения промыслового пресса позитивно отразились на состоянии запаса краба, и в 2011-2012 гг. промышленный лов этого вида был открыт. Однако, по большинству биолого-промысловых показателей состояние запаса не достигло оптимальных показателей, и с 2013 г. вновь был введен

запрет на промышленный лов стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне, длившийся три года, до очередного возобновления промышленного освоения в 2016 г.

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, %
2015	0,001	0	0
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	0,184	92,0
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

Наиболее активно в последнее десятилетие, за исключением запретного периода лова, добыча его, чаще всего, проводилась в мае-июне (табл. 3). К этому времени основная часть пользователей завершает освоение квот вылова синего краба, и освобождающиеся промысловые мощности переключаются на добычу, главным образом, краба-стригуна опилио, лов которого и в Западно-Камчатской, и в Северо-Охотоморской подзонах, согласно действующим Правилам рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, разрешается с 10 апреля.

Таблица 3

Межгодовая динамика среднесуточного улова (т) добывающих судов

Годы	Месяцы								
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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	10,8	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	

Наиболее продолжительный лов стригуна опилио, за последние 10 лет, был отмечен в 2016, 2019-2020 и 2023 гг., когда в течение 8 месяцев, с той или иной интенсивностью, велась добыча стригуна опилио. При этом, продолжительность пребывания судов на промысле существенно колебалась, главным образом, в зависимости от вида деятельности.

В 2016 г. из 16 зарегистрированных на промысле судов, 9 осуществляли промышленный лов в течение 6-16 судосуток и 7 судов участвовали на промысле эпизодически – 2-4 судосутки лова.

В 2019 г. из общего числа промысловых судов, участвовавших в освоении запаса стригуна опилю, 7 судов вели добычу краба от 6 до 16 судосуток, столько же судов провели на лову 1-5 судосуток, осуществляя параллельный лов краба в Северо-Охотоморской подзоне и регулярно пересекая границу двух подзон.

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

В 2021-2022 гг. интенсивность лова стригуна опилю, по сравнению с предыдущими годами, была низкой. Наибольшая промысловая нагрузка зафиксирована в мае-июне (6-8 судов), а максимальная продолжительность лова одного судна составляла в августе 2021 г. 14 судосутки и 11 судосутки – в августе 2022 г.

Промысловая деятельность в путину 2023 г. несколько отличалась от предшествующих лет, главным образом, по количеству участников лова. Более всего судов, осуществлявших лов стригуна опилю, фиксировалось в августе – 4 ед., в этот же период была отмечена и максимальная продолжительность лова одного судна – 12 судосутки.

Еще больше отличий в характере промысла стригуна опилю было отмечено в путину 2024 г. В конце апреля одним судном за 2 судосутки было выловлено 43,9 т краба или 24,5% ОДУ, а среднесуточный вылов составил 22 т при наибольшем вылове – 27,3 т, что является историческим максимумом на промысле этого объекта. Объективность этих данных вызывает определенное сомнение, поскольку за всю историю лова этого объекта в Западно-Камчатской подзоне подобных уловов не отмечалось. Кроме того, особенностью путины 2024 г. является минимальная за последнее десятилетие продолжительность лова, а также количество судов, зарегистрированных на промысле, но, вместе с тем, максимальное значение среднесуточного улова (*табл. 4*).

В последнее десятилетие характер освоения ОДУ был разнонаправленным. С 2016 по 2021 гг. большая часть ОДУ осваивалась промысловиками, преимущественно, во втором полугодии. Несколько иная картина наблюдалась в 2022-2023 гг. По данным ОСМ, основная часть ОДУ в эти годы была освоена во II квартале года: 70% – в 2022 г., 45% – в 2023 г. В путину 2024 г. ОДУ, практически с одинаковой интенсивностью, осваивался во II и III кварталах, соответственно – 42,1 и 40,1% (*табл. 5*).

Таблица 4

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

Годы	Месяцы											
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Кол-во с/с	Кол-во судов, ед	Ср. сут улов, т
2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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

Таблица 5

Межгодовая динамика вылова краба-стригуна опилио (т) в Западно-Камчатской подзоне

Годы	Месяцы									
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	1,50	65,80	64,20	36,00	1,20	18,90	2,65	59,30	
2017	-	-	36,70	11,60	74,90	1,60	51,10	86,10	24,90	
2018	-	40,70	1,27	11,90	-	3,29	32,15	15,14	39,50	
2019	8,29	8,05	48,50	70,54	37,30	12,00	10,40	-	0,30	
2020	7,44	15,03	47,51	37,04	20,54	17,10	-	0,13	22,19	
2021	7,44	12,70	47,50	37,50	20,50	17,10	-	0,12	41,80	
2022	-	118,50	19,48	11,04	8,80	0,50	13,30	9,80	-	
2023	43,00	2,23	35,27	32,42	23,97	3,80	12,64	20,42	-	
2024	43,93	31,37	-	62,85	9,00	-	-	29,18	-	

До начала 2000-х годов освоение запаса стригуна опилио в подзоне шло низкими темпами и не превышало 50% от рекомендуемой к вылову величины. Регулярное недоосвоение запаса сопровождалось постепенным накоплением в популяции самцов старших размерно-возрастных категорий, т.е. особей, претерпевших терминальную линьку. После ее прохождения самцы остаются технологически пригодными в течение 2-3 лет, после чего их панцирь загрязняется, покрывается обрастателями, и краб становится непригодным для производства продукции в виде сыро- или варено-мороженых секций конечностей. Такие самцы, ограничивая доступ молодых крабов к пищевым объектам, угнетающе воздействуют на их рост и развитие [Тарвердиева, 1976, 1979].

По результатам исследований было установлено, что стригун опилио предпочитает участки с относительно ровным дном, мягкими грунтами и невысокими скоростями приливо-отливных течений. Такие условия характерны для зал. Шелихова, и это стимулировало проведение исследований по этому виду краба в этом районе.

По данным учетной съемки в зал. Шелихова, проведенной в осенний период 2014 г., были обнаружены и оконтурены плотные скопления стригуна опилю в зал. Шелихова (рис. 1), а показатели улова промысловых самцов варьировали в пределах 10-18 экз./ловушку. Оцененная численность промысловых самцов составила около 35,0 млн экз., а биомасса – 21,0 тыс. т. Данный рисунок убедительно свидетельствует, что при ведении промысла севернее 59°30' с.ш. вероятность обнаружения плотных скоплений краба промыслового размера очень высока.

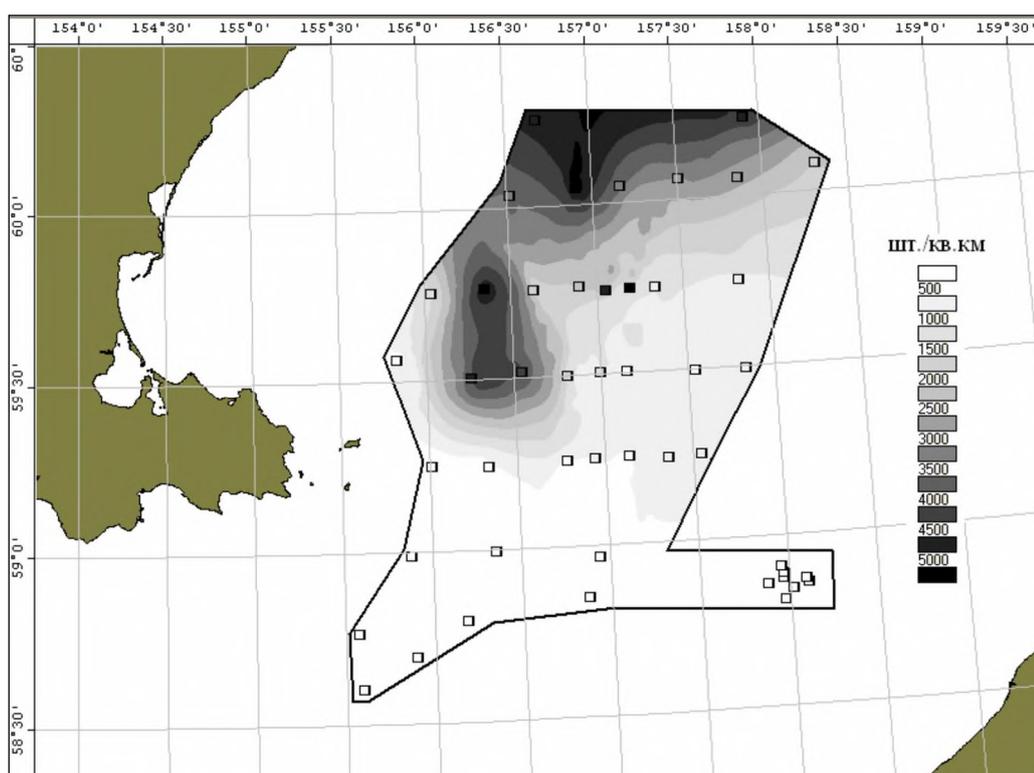


Рис. 1. Распределение скоплений промысловых самцов краба-стригуна опилю в Западно-Камчатской подзоне в осенний период 2014 г. (по данным учетной ловушечной съемки).

Наличие скоплений промысловых самцов в зал. Шелихова было подтверждено и данными последующих 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.: 6-17 экз./ловушку (в среднем – 11 экз./ловушку) – в 2021 г. и 14-74 экз./ловушку (в среднем – 41 экз./ловушку) – в 2022 г.

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, ориентирована она была, прежде всего, на исследования состояния запаса крабов-литотид и севернее 59°15' с.ш. не проводилась, где, чаще всего, локализованы скопления стригуна опилю.

В целом, за время, истекшее после учетной ловушечной съемки 2014 г., плотностные характеристики скоплений, обнаруженных к северу от 59° с.ш., существенных изменений не претерпели.

Более ранние исследования, проведенные в начале 2000-х годов (Селин, 2001), показали наличие плотных скоплений промысловых самцов при тех же условиях среды, что и в зал. Шелихова, на удалении 150-160 миль в юго-западном направлении от указанных выше (рис. 2).

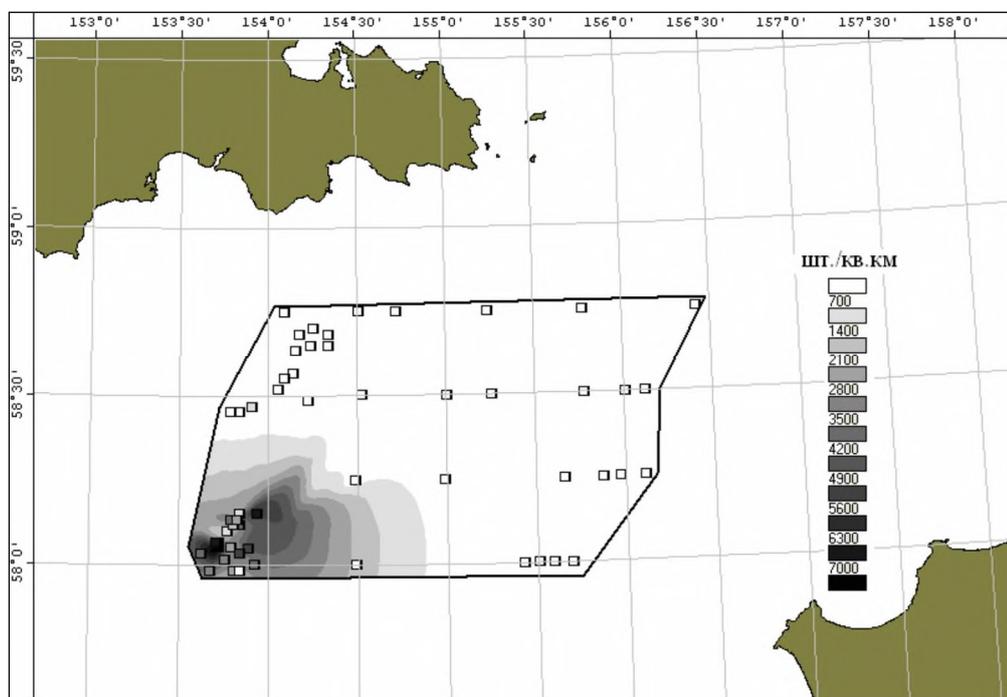


Рис. 2. Распределение скоплений промысловых самцов краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне в июне 2001 г. (по данным учетной ловушечной съемки).

Этот участок характеризуется высокой плотностью промысловых самцов и является периферийной зоной более крупной североохотоморской популяции, находящейся в границах Западно-Камчатской подзоны [Карасев, 2009]. Этот факт в настоящее время является определяющим при освоении запаса стригуна опилио Западно-Камчатской подзоны. Кроме того, имеется реальная 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 высоких размерно-весовых показателей самцов, по сравнению с таковыми в зал. Шелихова.

Таким образом, в пределах Западно-Камчатской подзоны обитает краб-стригун опилио, принадлежащий двум популяциям: североохотоморской – на акватории к югу от 59°15 с.ш., и популяции залива Шелихова – в заливе Шелихова на акватории к северу от 59°30 с.ш.

Определение биологических ориентиров, обоснование правила регулирования промысла. «Правилами регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов на 2024 г.» 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 западнокамчатская в заливе Шелихова – к северу от  $59^{\circ}15'$  с.ш., и периферийная часть североохотоморской популяции в районе соприкосновения двух промысловых подзон.

В настоящее время промыслом, по тем или иным причинам, эксплуатируются ресурсы только североохотоморской популяции, тогда как запасы стригуна опилио в заливе Шелихова не используются и их 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 ввиду, что предлагаемый к вылову объем краба по Западно-Камчатской подзоне составляет около 1% от объема вылова в Северо-Охотоморской подзоне, и эта величина не окажет негативного влияние на состояние ее запаса.

Основные объемы запаса краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне, располагающиеся в заливе Шелихова, промыслом почти не эксплуатируются и воздействие промысла на эту часть запаса практически отсутствует. Предполагается, что запас краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне к 2026 г. существенных изменений не претерпит и останется, примерно, на уровне 2022-2025 гг., то есть, не менее 11,9 тыс. т.

Обоснование объема ОДУ. Посредством пакета DLMtool была выполнена оценка оптимального возможного изъятия краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне на 2026 г., методом СС1. При этом, вылов в 2025 г. приняли равным ОДУ, т.е. 179 т. Начиная с 2022 г., такая оптимальная расчётная величина изъятия остаётся неизменной и составляет 179 тонн (рис. 3).

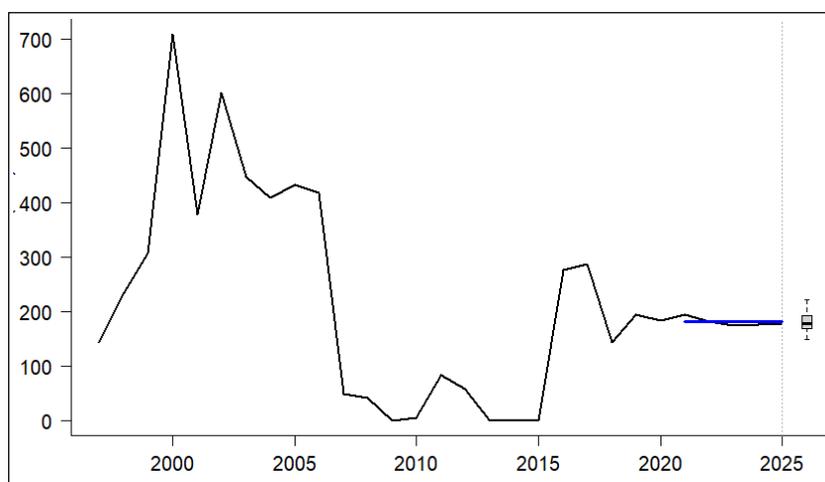


Рис. 3. Результаты расчета ОДУ краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне методом СС1.

Это составляет менее 2% от величины промыслового запаса в подзоне. Такая величина является «предосторожной», учитывающей недоосвоение запасов в заливе Шелихова и обеспечивающей предотвращение избыточного промыслового пресса на участок в районе зал. Бабушкина.

Учитывая стабильное состояние запасов краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне, целесообразно в 2026 г. ОДУ оставить на уровне 2023-2025 гг., то есть 0,179 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне на 2026 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 2024 г. были использованы данные, собранные у северо-восточного и юго-восточного Сахалина в ходе НИР за 1990-2008 гг. и 2015-2024 гг. (учётное орудие лова – стандартные ловушки японского образца).

Всего за указанный период у северо-востока Сахалина было выполнено порядка 7225 ловушечных станций, на биоанализ взято более 135 тыс. экз. краба обоих полов. Используются также данные ловушечной съемки 2018 г. (рис. 1).

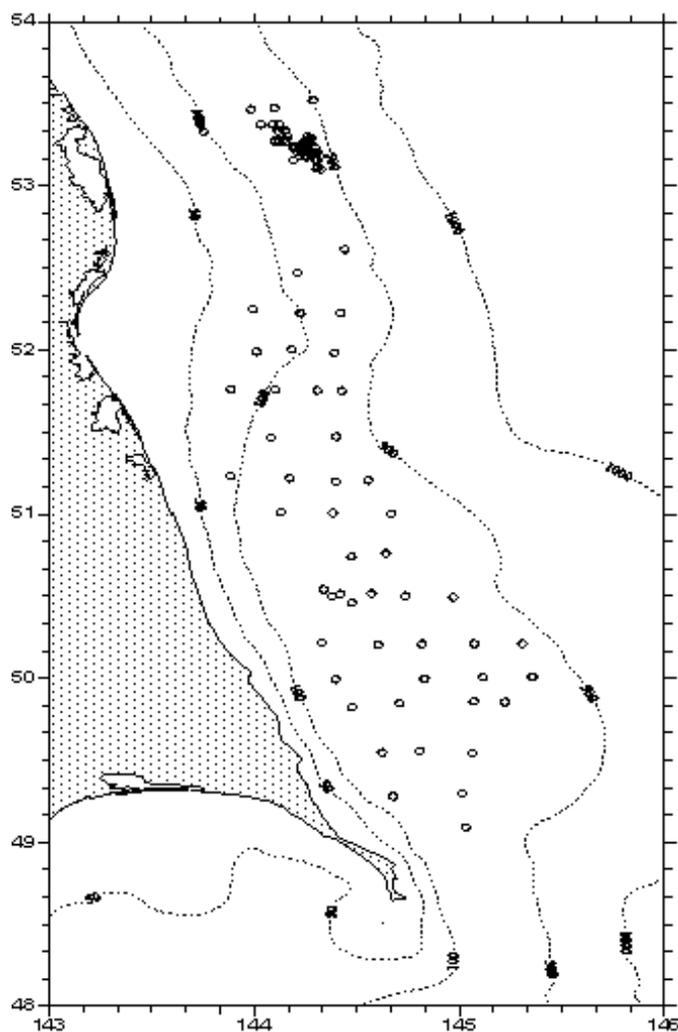


Рис. 1. Карта-схема ловушечных станций, выполненных в 2018 г. у северо-восточного Сахалина.

Для оценки многолетней динамики состояния запаса краба у северо-восточного Сахалина использованы данные траловых учетных съемок, полученные в ходе комплексных траловых съемок на НИС «Дмитрий Песков» и «Профессор Пробатов» в 1997-2007, 2010, 2012, 2014, 2019 (183 станции) и 2021 гг. (50 станций) (рис. 2). Всего было выполнено более 4750 траловых станций, на промер и биоанализ было взято около 40 тыс. самцов и 2 тыс. самок краба.

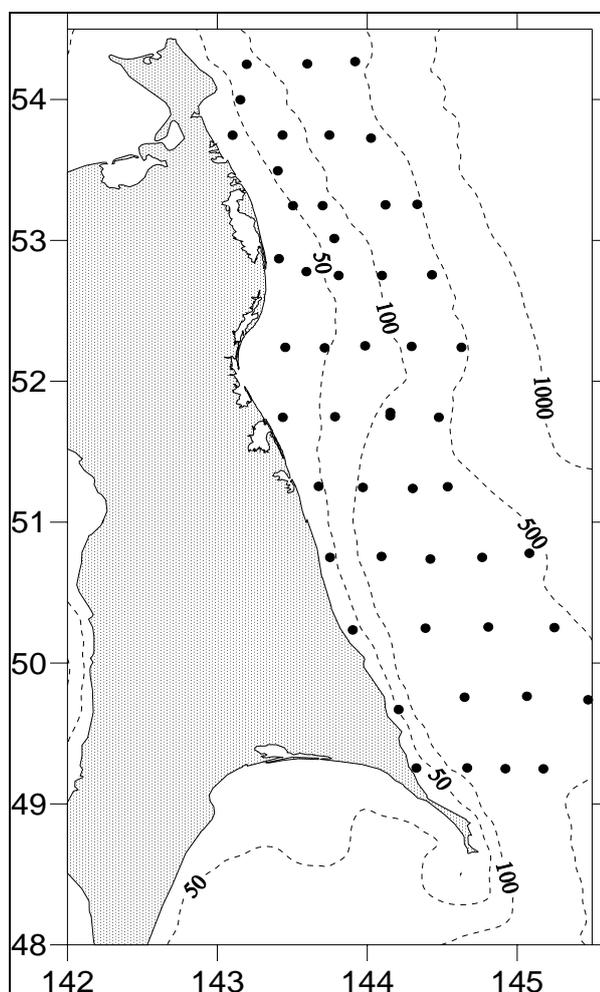


Рис. 2. Карта-схема траловых учетных станций, выполненных в 2021 г. у восточного Сахалина.

Для оценки состояния запаса краба-стригуна опилио у юго-восточного Сахалина использовались данные, собранные в ходе комплексных донных траловых съемок с 1997 по 2021 гг. Суммарно, было выполнено 731 траловых станций, на промер и биоанализ было взято 22722 экз. самцов и самок краба.

За все время ловушечных наблюдений, 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°52'–48°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 опилио в мае-июне. В ходе работ было выполнено 125 станций, промерено 1104 экз.

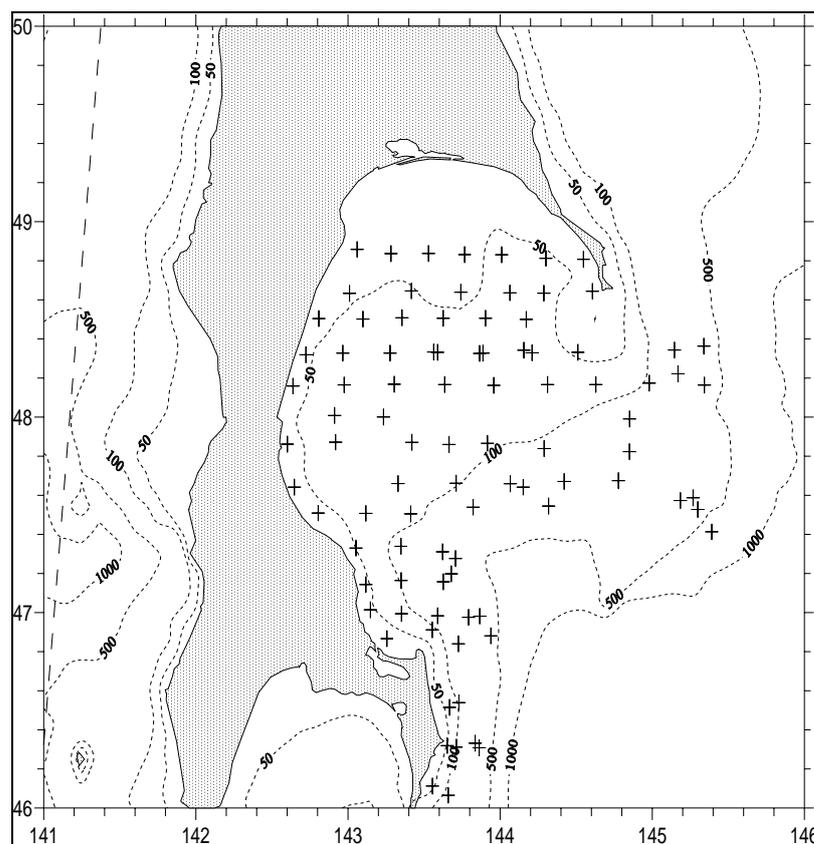


Рис. 3. Карта-схема траловых учетных станций, выполненных в 2014 г. у юго-восточного Сахалина.

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 опилио 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) [Аксютин, 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 опилио: 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 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 2022 гг. улов на судосутки варьировал от 3,584 до 6,140 т, улов на порядок составлял 404-761 т, годовой вылов – от 1411 до 2188 т. Освоение объемов ОДУ было более 90%.

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).

Таблица 1

Промысловые параметры, полученные при добыче краба-стригуна опилио в Восточно-Сахалинской подзоне с начала возобновления промышленного лова (2016-2024 гг.)

Год	Улов/судосутки, тонн	Вылов, тыс. тонн	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

В 2023 г. годовой вылов составил 4659 тонн, что составляет 93,5% от годовой величины 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, что составляет 99,7%

от ОДУ.

После возобновления промышленной добычи краба-стригуна опилию доля вылова на юго-востоке Сахалина составляла от 10 до 87% 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 2022-2023 гг. интенсивность промысла по районам начинает меняться, увеличиваясь в южной части.

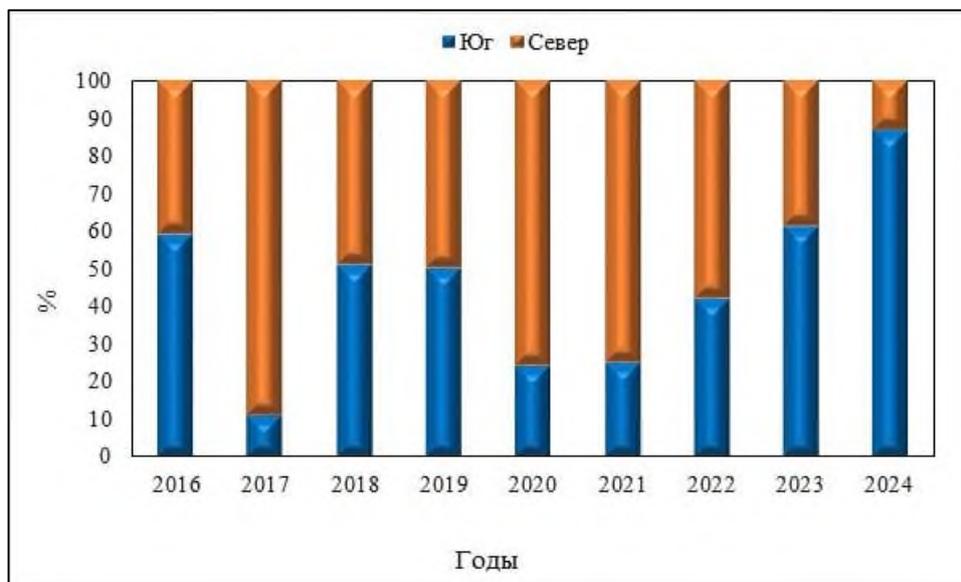


Рис. 4. Доля освоения краба-стригуна опилию у юго-восточного и северо-восточного Сахалина, в % от суммарного годового вылова.

#### *Северо-восточный Сахалин.*

За период с 1988 по 2007 гг. наблюдалось значительное сокращение промысловой биомассы краба-стригуна опилию 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 опилию определялся только для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.

При отсутствии промыслового пресса, запас краба-стригуна опилию у северо-восточного Сахалина начал постепенно восстанавливается. Промысловая биомасса достигла значений, при которых вновь стала возможной промышленная добыча это запаса (рис. 5).

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.



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

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 траловой учетных съемок 2014, 2019 и 2021 гг.

Год	Расчетная численность промысловых самцов, млн. экз.	Биомасса промысловых самцов, тыс. т	Средний вес 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.

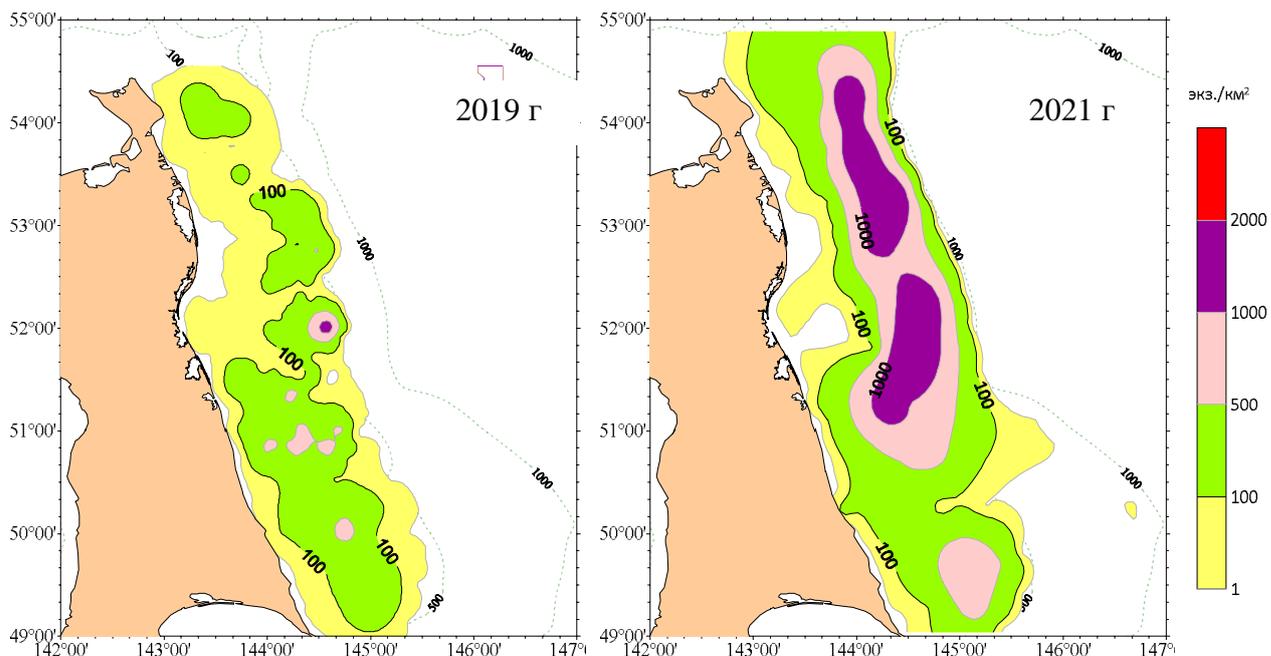


Рис. 6. Пространственное распределение промысловых самцов краба-стригуна опилио в 2019, 2021 гг. у северо-восточного Сахалина, по данным траловых учетных съемок.

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 вначале 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.

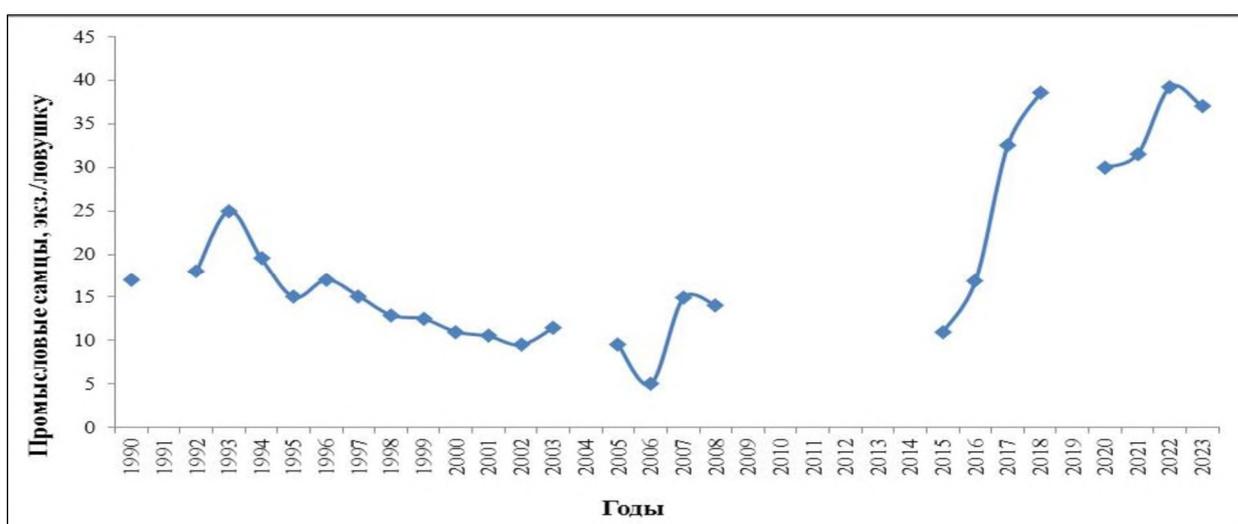


Рис. 7. Динамика уловов на усилие самцов промыслового размера краба-стригуна опилио у северо-восточного Сахалина за 1990-2023 гг. (японские конические ловушки).

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 в 1990-2023 гг., в ловушечных уловах

Год	Средний размер, см	Количество экз.	Кол-во 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 гг., представлена на *рисунке 8*.

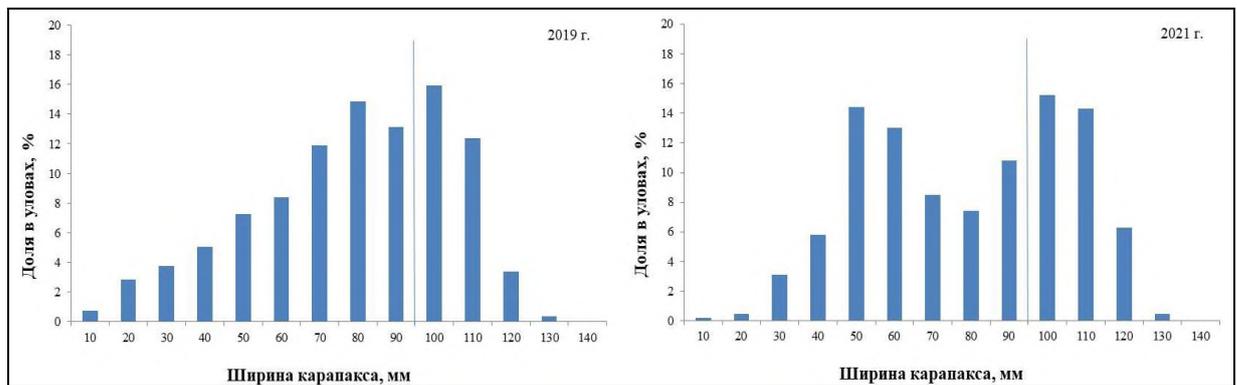


Рис. 8. Размерный состав самцов краба-стригуна опилю у северо-восточного Сахалина в 2019 и 2021 гг., по данным траловых учетных съемок.

### 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).

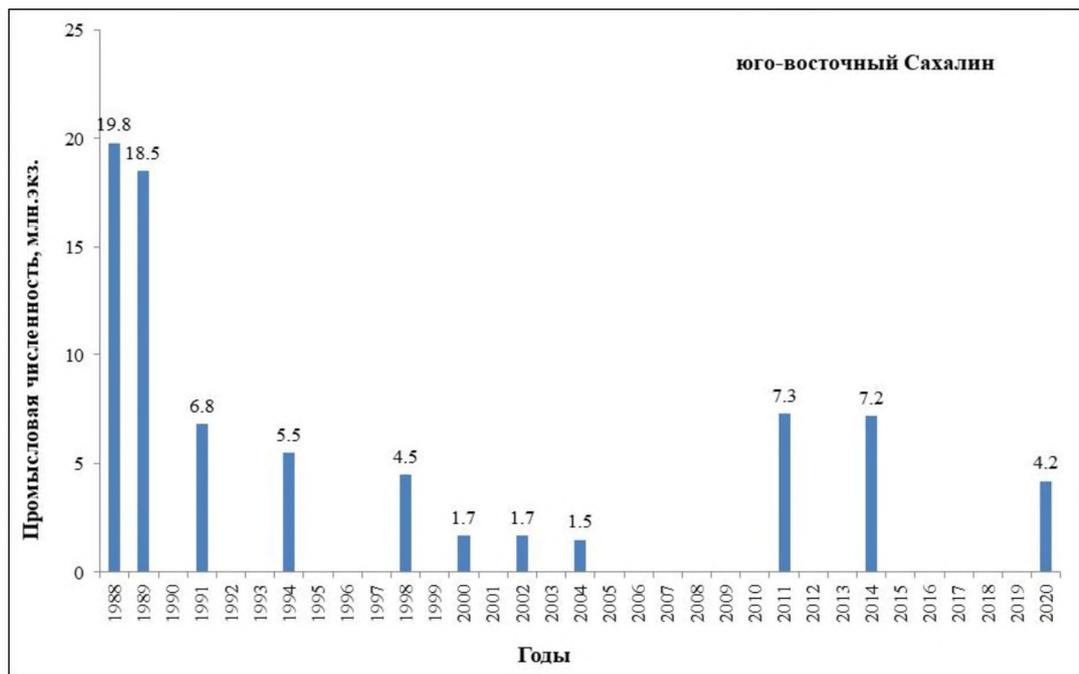


Рис. 9. Динамика численности промысловых самцов краба-стригуна опилю у юго-восточного Сахалина за период с 1988 по 2014 гг., по данным траловых учетных съемок.

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°48′ с.ш., 144°48,4′ в.д., на глубине 82 м, где их улов составил 3636 экз./час трал. Биомасса промысловых самцов, по данным съемки 2020 года, оценена в 3,915 тыс. т.

Распределение промысловых самцов краба у юго-восточного Сахалина в 2020 г. представлено на *рисунке 10*.

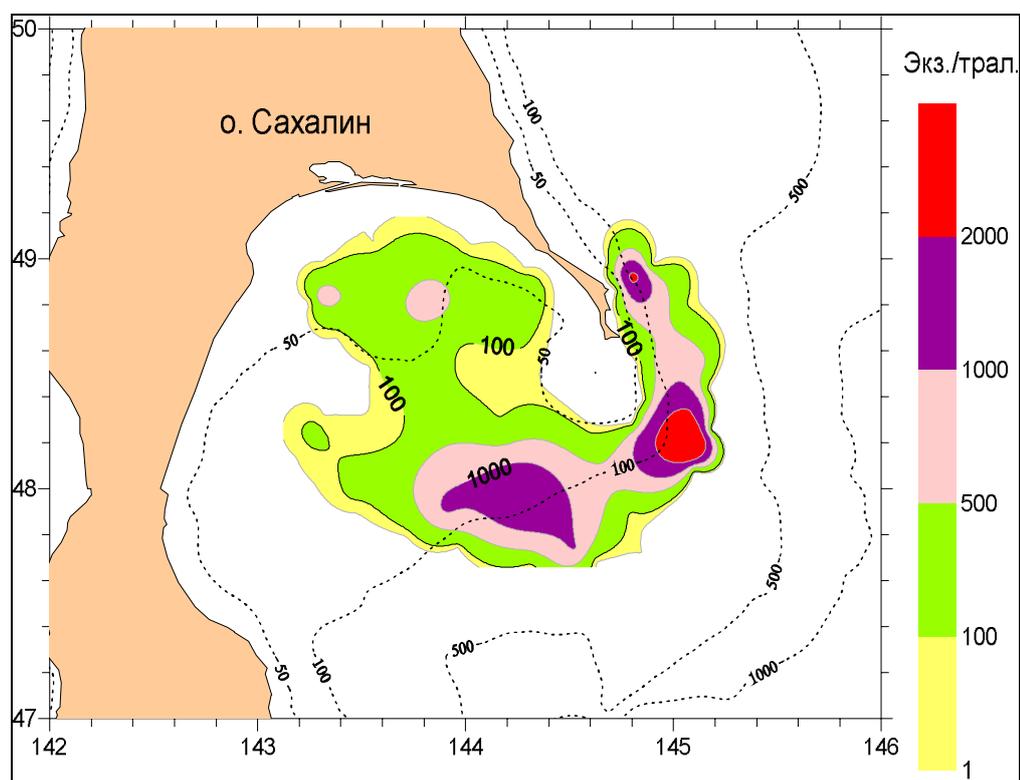


Рис. 10. Пространственное распределение промысловых самцов краба-стригуна опилию у юго-восточного Сахалина в 2020 г., по данным траловой учетной съемки.

В 2020 г. траления выполнялись в северной, мелководной части залива Терпения. Пространственная локализация наиболее плотных скоплений промысловых самцов не претерпела существенных изменений, по сравнению с предыдущими годами.

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

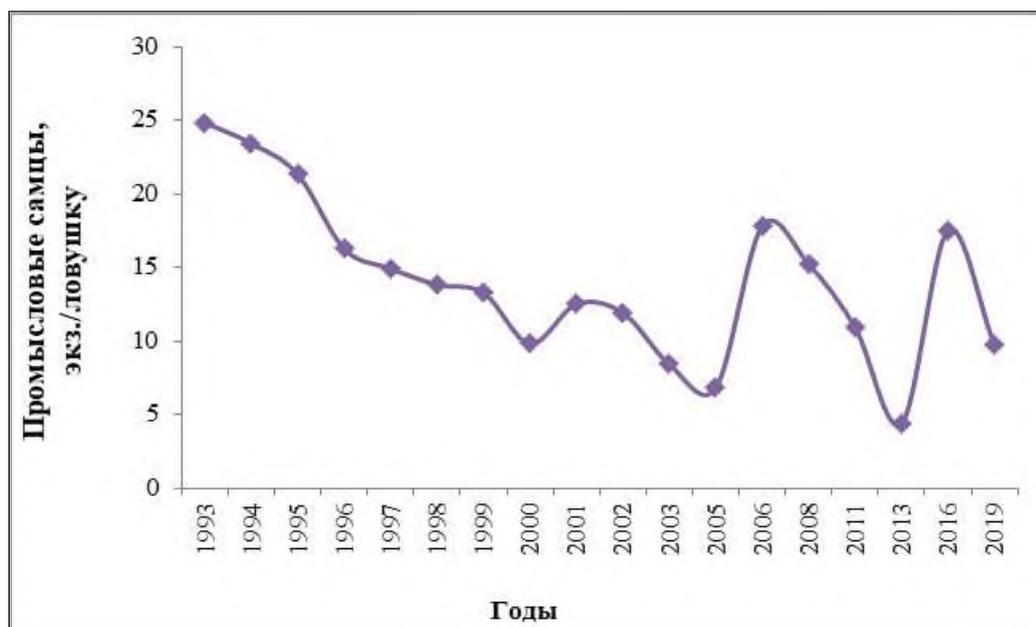


Рис. 11. Динамика уловов на усилии промысловых самцов краба-стригуна опилио у юго-восточного Сахалина, по данным контрольного лова и НИР за ряд лет (японские конические ловушки). Данные за 2011, 2013 и 2019 гг. – только юго-восточнее м. Анива.

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).

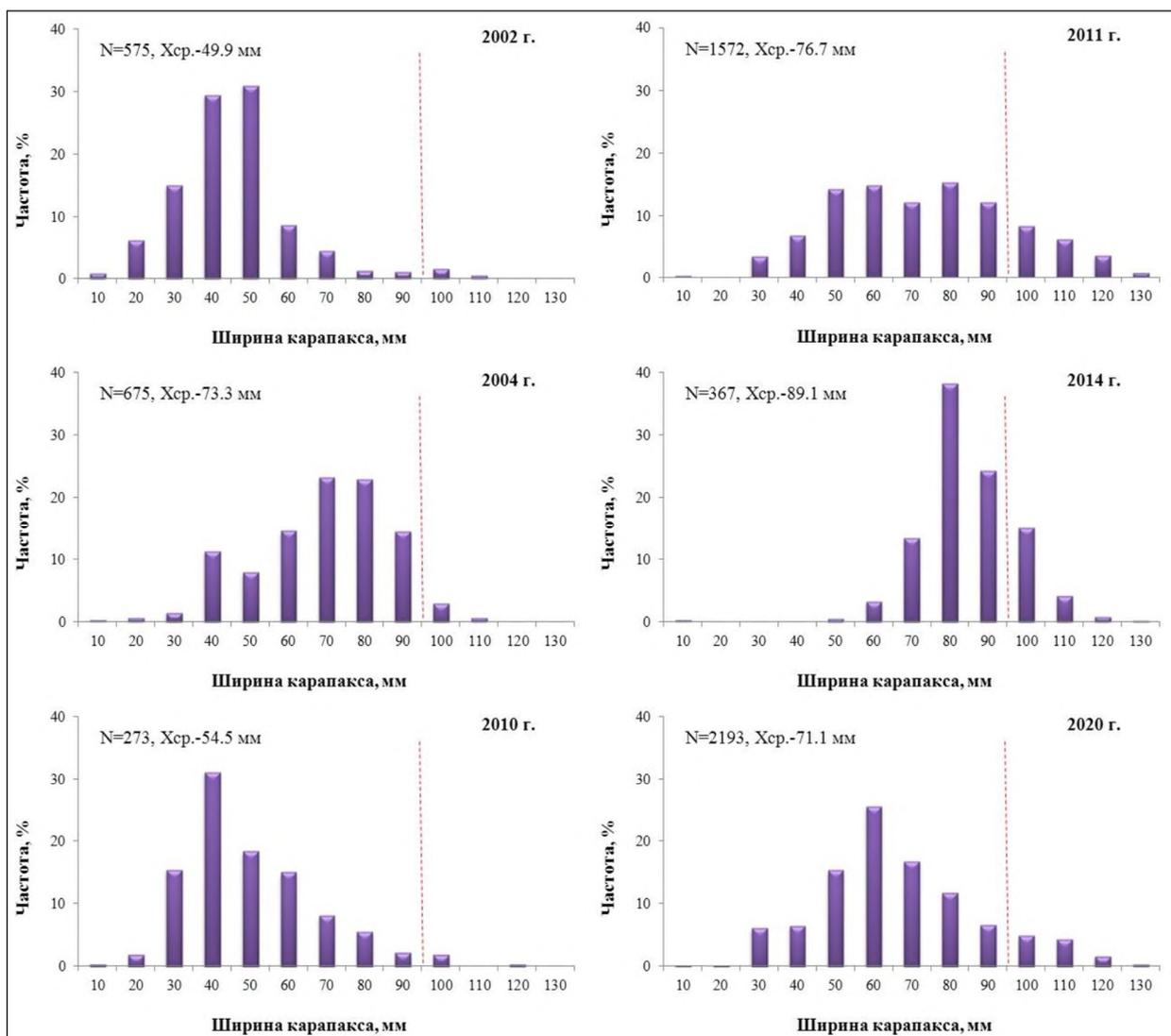


Рис. 12. Размерный состав самцов краба-стригуна опилио у юго-восточного Сахалина с 2002 по 2020 гг., по результатам научных траловых съемок.

По материалам 2020 г., доля промысловых крабов 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.

Снижение среднего размера самцов по ловушечным и траловым данным произошло почти одновременно. В ловушечных сборах с 1993 по 2003 гг. средний размер самцов краба снижался с 114 до 92 мм. Начиная с 2005 г., средний размер крабов в ловушечных уловах возрастал, стабилизовавшись, 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 у самцов составил 11,2 см, доля самцов промыслового размера была почти 100%.

Таблица 4

Динамика среднего размера самцов и доли промысловых самцов 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).

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.

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.

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

Величина текущей промысловой биомассы краба-стригуна опилио у северо-востока Сахалина выше целевой, у юго-восточного Сахалина – существенно ниже (рис. 13, 14). Поскольку запас в подзоне в целом имеет статус «растущий», в соответствии с ПРП, разработанными для данных запасов, величина изъятия для краба-стригуна опилио северо-восточного Сахалина составит 22% от величины промыслового запаса, для юго-восточного Сахалина – 10%.

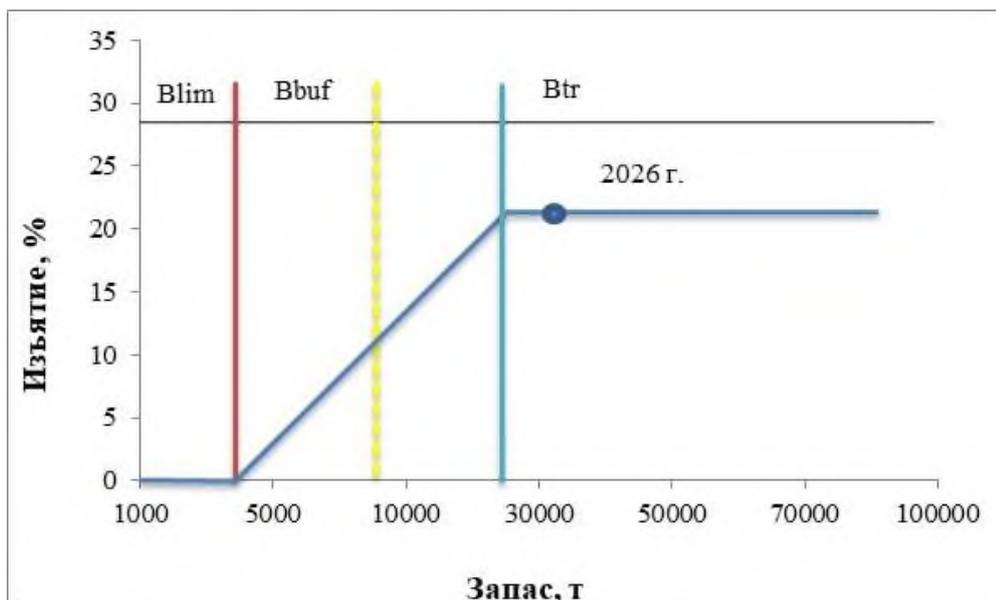


Рис. 13. Графическое представление ПРП для краба-стригуна опилио у северо-восточного Сахалина на 2026 г.

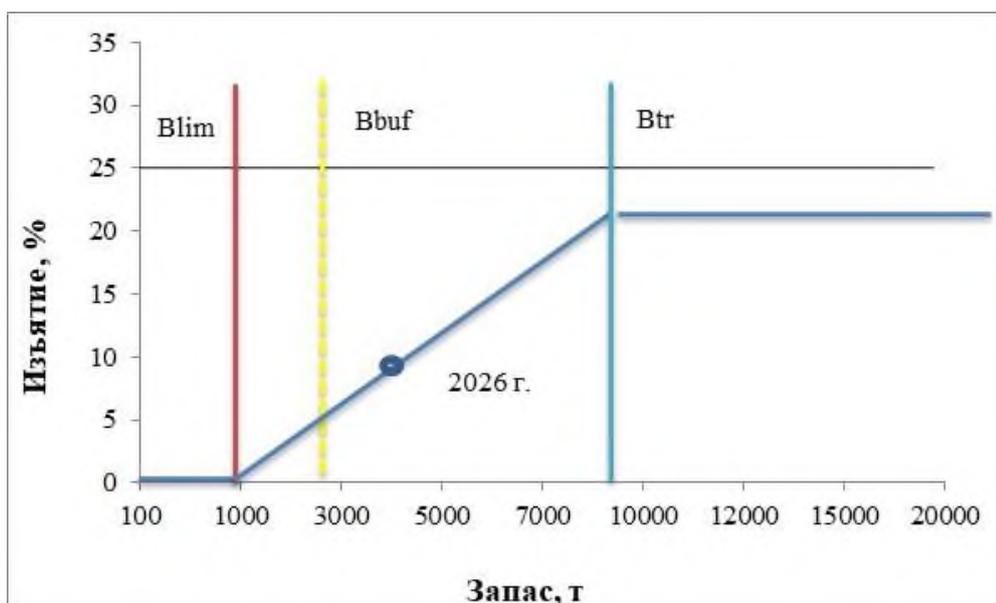


Рис. 14. Графическое представление ПРП краба-стригуна опилио у юго-восточного Сахалина на 2026 г.

Статус запаса краба-стригуна опилио 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. При этом, надо отметить, что увеличение численности стригуна опилио в последние годы в Восточно-Сахалинской подзоне проходит исключительно за счет северо-восточного Сахалина. Эти процессы в юго-восточной части подзоны незначительны и существенного влияния на общее состояние ресурса в подзоне не оказывают.

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 в последние годы.

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. Однако, промысел 2024 г. показал наличие плотных промысловых скоплений и высокие промысловые показатели.

У юго-восточного Сахалина продолжается восстановление промыслового запаса краба-стригуна опилио, однако, темпы увеличения численности ниже, по сравнению с северной частью подзоны.

При этом, можно ожидать, что в 2026 г. биомасса промыслового запаса не опустится ниже средних значений, полученных по результатам последних учетных съемок, и составит: для северо-восточного Сахалина – 33,257 тыс. т, для юго-восточного Сахалина – 3,915 тыс. т.

Обоснование объема ОДУ. Величина запаса краба-стригуна опилио у северо-восточного Сахалина превышает значение целевого ориентира управления. Согласно разработанному зональному правилу регулирования промысла, для краба-стригуна опилио северо-восточного Сахалина может быть применен целевой ориентир по коэффициенту изъятия (22%) от прогнозируемой биомассы промыслового запаса (33,257 тыс. т), что составляет 7,316 тыс. т. У юго-восточного Сахалина величина промыслового запаса превышает граничный ориентир управления, но не достигает целевого ориентира. Согласно разработанному зональному ПРП, изъятие рекомендуется на уровне 10% от промыслового запаса, что составляет около 0,4 тыс. т. Суммарно, вылов мог бы составить 7,716 тыс. т.

Однако, учитывая крайнюю степень неопределенности в оценках численности краба-стригуна опилио в Восточно-Сахалинской подзоне и смещение промысла почти полностью на южное скопление, во избежание нанесения ущерба запасу, рекомендуется оставить величину ОДУ в 2026 г. на уровне 2025 года (4,981 тыс. т).

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна опилио в Восточно-Сахалинской подзоне в 2026 г. в объеме 4,981 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 2026 г. в подрайоне Центральная часть Охотского моря подготовлен на основе данных учётно-ловушечных съёмок, выполненных с борта НИС «Зодиак» в сентябре 2015 г. и в июне 2018 г. В 2015 г. учётно-ловушечная съёмка выполнена на акватории площадью 42,6 тыс. км<sup>2</sup> 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. км<sup>2</sup>. 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. км<sup>2</sup>. 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 м<sup>2</sup> [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) были смещены на северо-запад исследованного участка. Данные съёмки отражают низкую сезонную плотность краба-стригуна опилио (табл. 1).

Таблица 1

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

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

Узкопалые (морфометрически неполовозрелые) самцы в уловах регистрировались единично, составив в целом 2,3% от общего количества крабов в пробах. Причины этого в том, что мелкоразмерные и крупноразмерные самцы формируют обособленные поселения, а также во внутривидовой пищевой конкуренции, поскольку крупные самцы препятствуют проникновению мелких особей в ловушки. Структуру поселений в данном районе формировали 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 находящаяся в пределах Северо-Охотоморской рыбопромысловой подзоны). На участке акватории исследованного нами 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-за крабов, обитающих на материковом склоне.

Сезонность в пространственном распределении крабов подтвердили исследования, выполненные в 2015 и 2018 гг. Так, 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).

Учитывая особенности пространственного распределения крабов и отсутствие их промысла в исследованном районе, можно предположить, что величина промыслового запаса, полученная по материалам 2015 г., и дополненная материалами 2018 г., не изменится к 2026 г.

Обоснование рекомендуемого объёма ОДУ. Учитывая редкую сетку учётных станций, выполненных в 2015 и 2018 гг., а также недостаточную информационную обеспеченность, для определения возможности организации специализированного промысла стригуна опилио предложено устанавливать объём 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 2026 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. Для обоснования величины ОДУ краба-стригуна опилио на 2026 г. использованы результаты ловушечной съемки НИС «Зодиак» и донных траловых съемок на НИС «Дмитрий Песков» и «Владимир Сафонов», выполненных в 2022 г. Также, в марте-апреле 2023 г. в подзоне Приморье была выполнена глубоководная донная траловая съемка на НИС «Дмитрий Песков».

В 2024 г. на локальном участке подзоны Приморье на НИС «Зодиак» была выполнена ловушечная съемка от границ российской рыболовной зоны с КНДР до мыса Поворотного (133°00' в.д.) – залив Петра Великого и далее к северо-востоку от мыса Поворотного до траверза мыса Белявского (134°01' в.д.), а также данные, собранные при проведении государственного мониторинга, контрольного лова и научно-исследовательских работ за период с 1993 по 2024 гг. в подзоне Приморье (рис. 1-4, табл. 1).

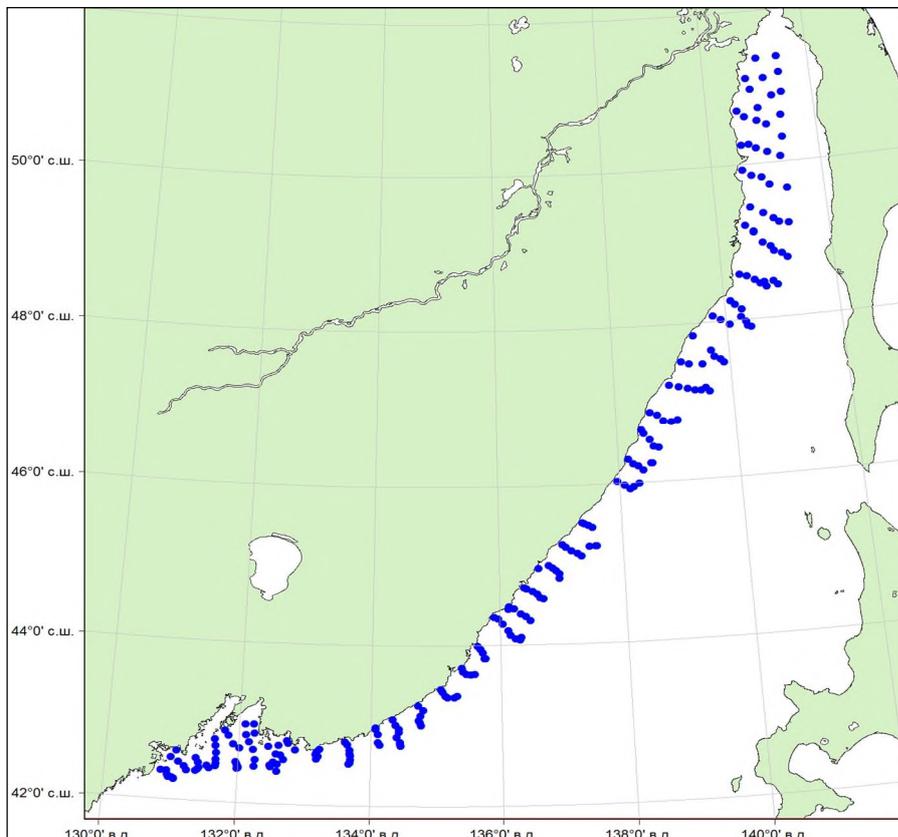


Рис. 1. Карта-схема станций траловой съемки, выполненной на НИС «Владимир Сафонов» и НИС «Дмитрий Песков» в 2022 г.

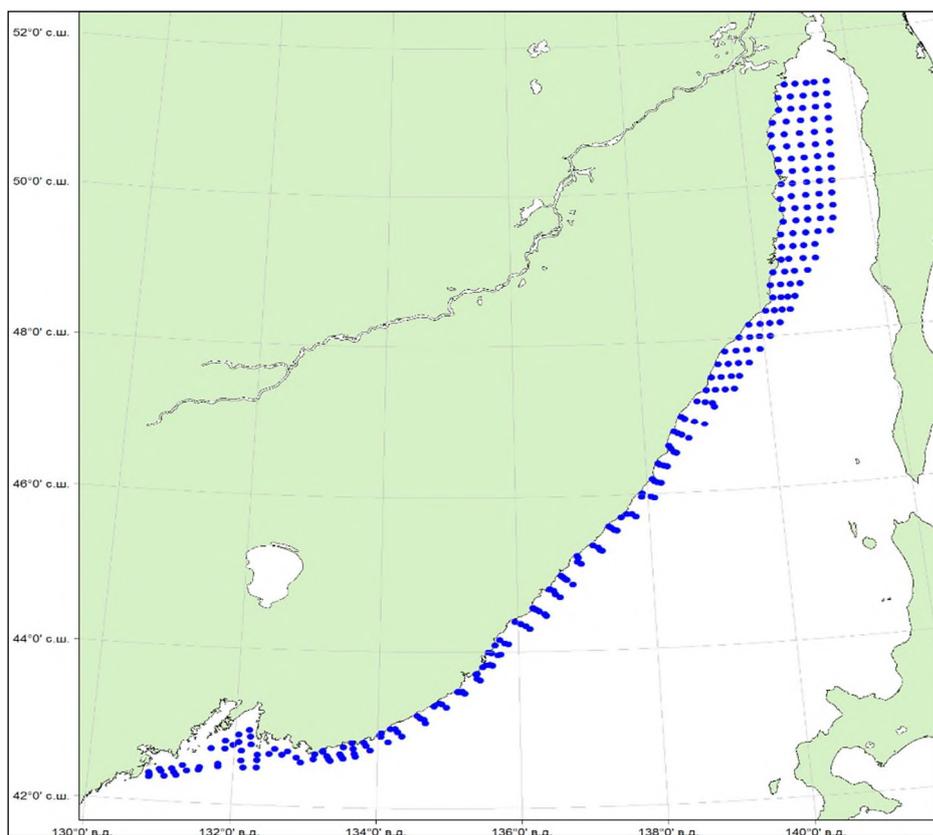


Рис. 2. Карта-схема станций ловушечной съемки, выполненной на НИС «Зодиак» в 2022 г.

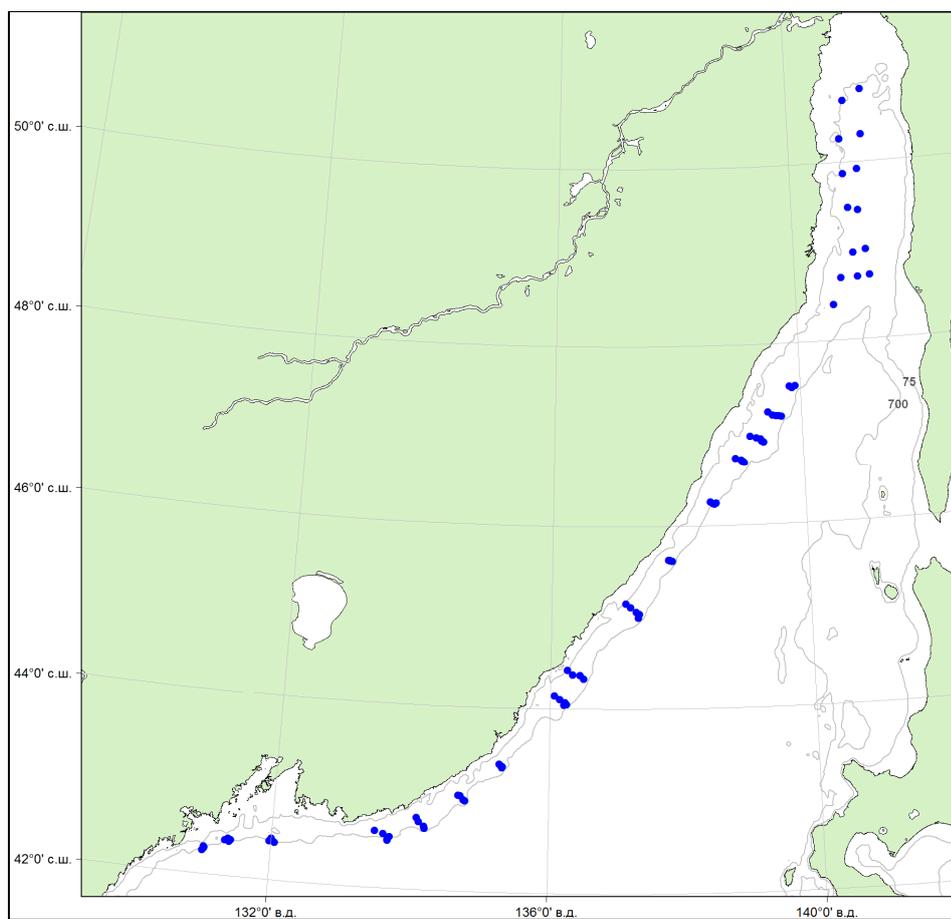


Рис. 3. Карта-схема станций траловой съемки, выполненной на НИС «Дмитрий Песков» в 2023 г.

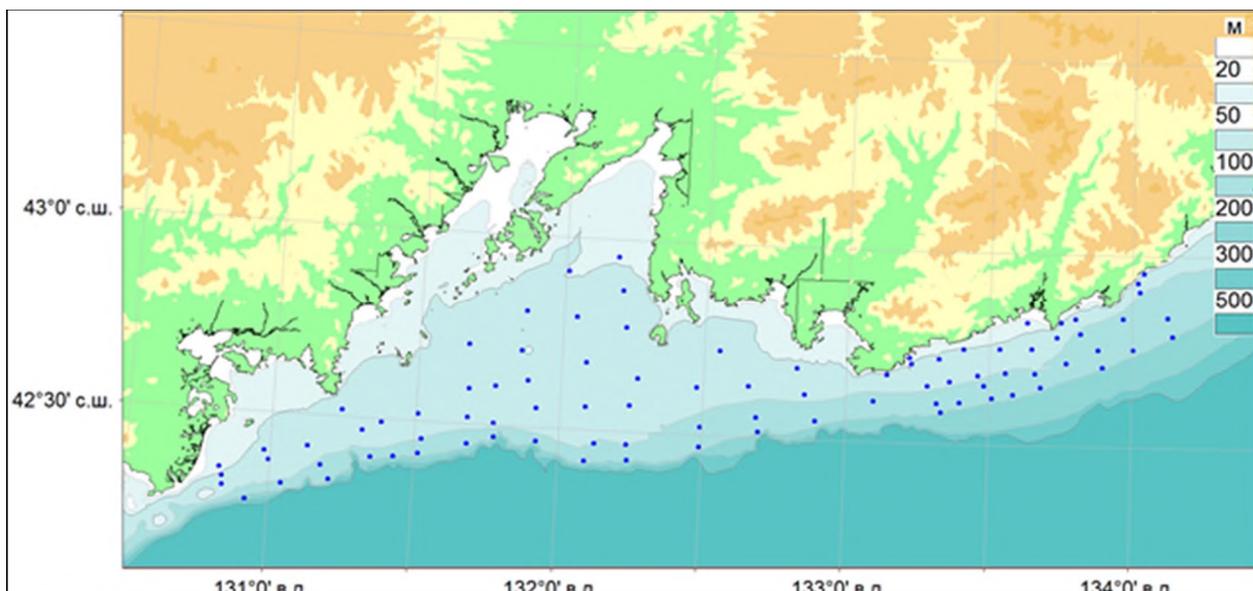


Рис. 4. Карта-схема станций ловушечной съемки, выполненной на НИС «Зодиак» в 2024 г.

Таблица 1

Характеристика учетных работ в Японском море на судах «Владимир Сафонов», «Дмитрий Песков» в 2022 г., «Дмитрий Песков» в 2023 г. и «Зодиак» в 2022 и 2024 гг.

Район	п/з Приморье (ЮЧ) <sup>1</sup>	п/з Приморье (СЧ) <sup>2</sup>	п/з Приморье
«Владимир Сафонов», «Дмитрий Песков»			
Количество станций	173	64	237
Тип орудий лова	ДТ/ТВ-27,1		
Диапазон глубин, м	25-557	26-611	25-611
Обследовано, тыс. км <sup>2</sup>	33,97	30,98	64,95
Период работ	29.04.-18.06.2022 г.		
Выполнено биоанализов	5049		
«Зодиак» 2022 г.			
Количество станций	154	113	267
Тип орудий лова	усечёно-конические крабовые ловушки		
Диапазон глубин, м	15-170	13-204	13-204
Обследовано, тыс. км <sup>2</sup>	23,2	28,1	51,3
Период работ	10.04-17.06.2022 г.		
Выполнено биоанализов	9785		
«Дмитрий Песков»			
Количество станций	66	17	83
Тип орудий лова	ДТ/ТВ-27,1		
Диапазон глубин, м	125-600	76-472	46-600
Обследовано, тыс. км <sup>2</sup>	13,15	16,58	29,73
Период работ	11.03-28.03.2023 г	08.04-14.04.2023 г.	
Выполнено биоанализов	1912	145	2057
«Зодиак» 2024 г.			
Количество станций	88		
Тип орудий лова	усечёно-конические крабовые ловушки		
Диапазон глубин, м	23-180		
Обследовано, тыс. км <sup>2</sup>	7,0		
Период работ	29.11-26.12.2024 г.		
Выполнено биоанализов	5475		

<sup>1</sup>ЮЧ - подзона Приморье южнее мыса Золотой (47°20' с.ш.);

<sup>2</sup>СЧ – подзона Приморье севернее мыса Золотой (47°20' с.ш.)

При выполнении съемок использовался донный трал ДТ/ТВ-27,1/24,4, оснащенный мелкочейной делевой вставкой, и стандартные крабовые ловушки, имеющие форму усеченного конуса, соединенные в порядки.

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]. При оценке запасов, как и в предыдущие годы, облавливаемая площадь одной конической ловушки принималась равной 3300 м<sup>2</sup> [Михайлов и др., 2003].

При анализе распределения краба учитывалось разделение подзоны Приморье на 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 мыса Накатова (51°20' с.ш.).

Обоснование выбора методов оценки запаса. За период промысла район обитания краба-стригуна опилио в подзоне Приморье был охвачен неравномерно (рис. 5).

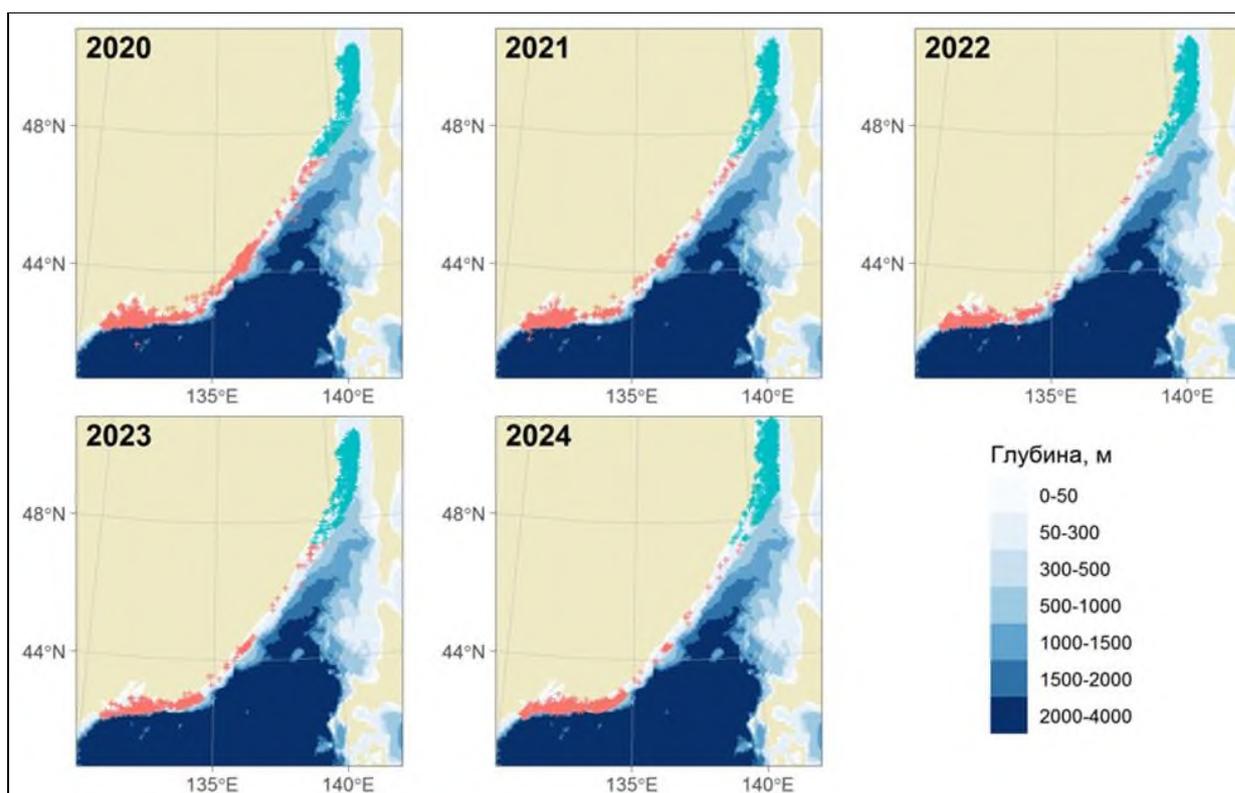


Рис. 5. Распределение добывающих судов на промысле краба-стригуна опилио в подзоне Приморье в 2007-2024 гг.

На рисунках 6-7 приведена динамика сопутствующих природных и производственных факторов.  $D$  – глубина, м,  $L$  – длина судна, м,  $P$  – мощность двигательной установки, Квт,  $p_y$  – доля года,  $E$  – промысловое усилие для судна, сутки. Как видно, эти факторы также изменялись в широком диапазоне.

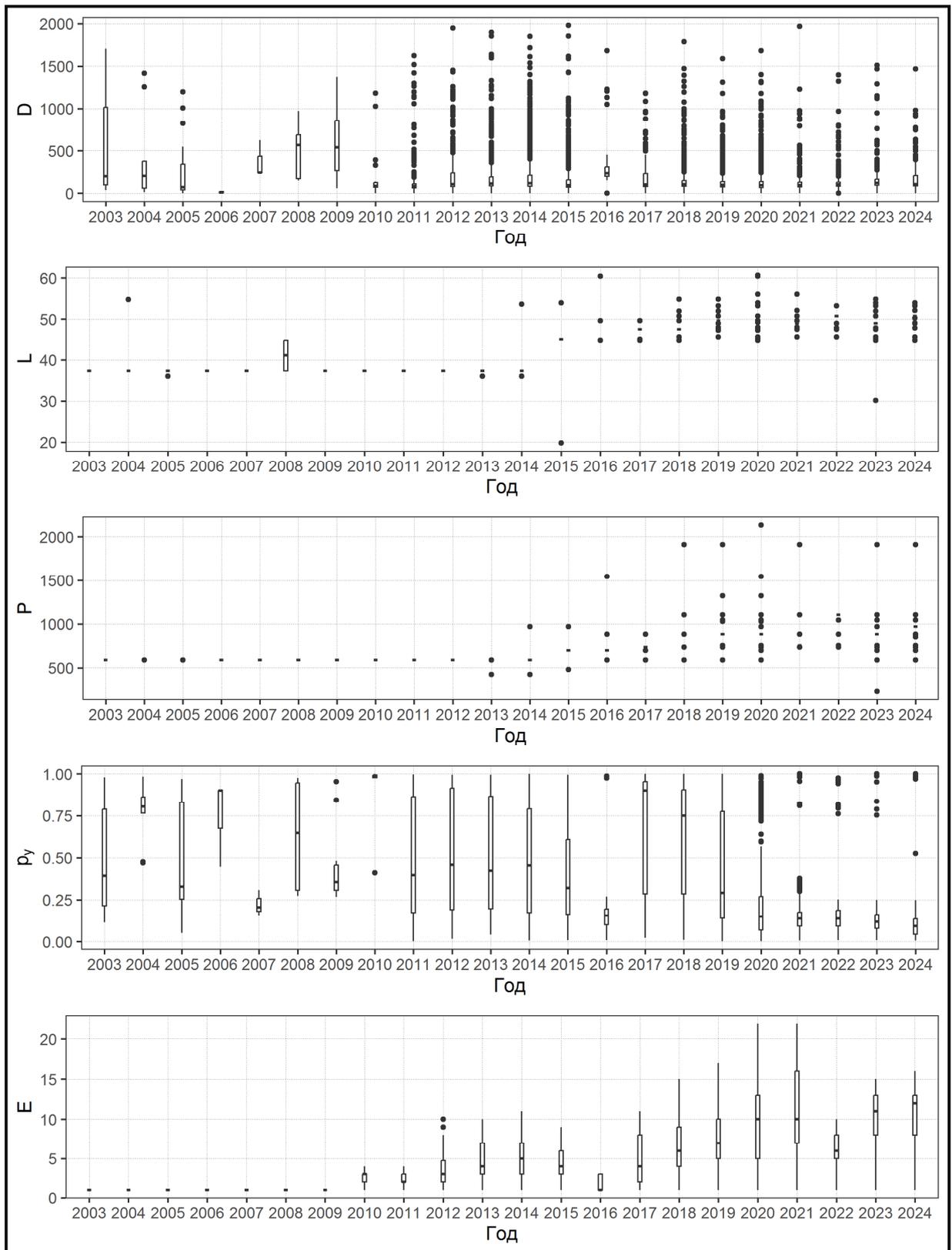


Рис. 6. Динамика значений природных и производственных факторов в 2003-2024 гг. в районе южнее  $47^{\circ}20'$  с.ш. ( $D$  – глубина, м,  $L$  – длина судна, м,  $P$  – мощность двигательной установки, Квт,  $P_{\gamma}$  – доля года,  $E$  – промышленное усилие для судна, сутки).

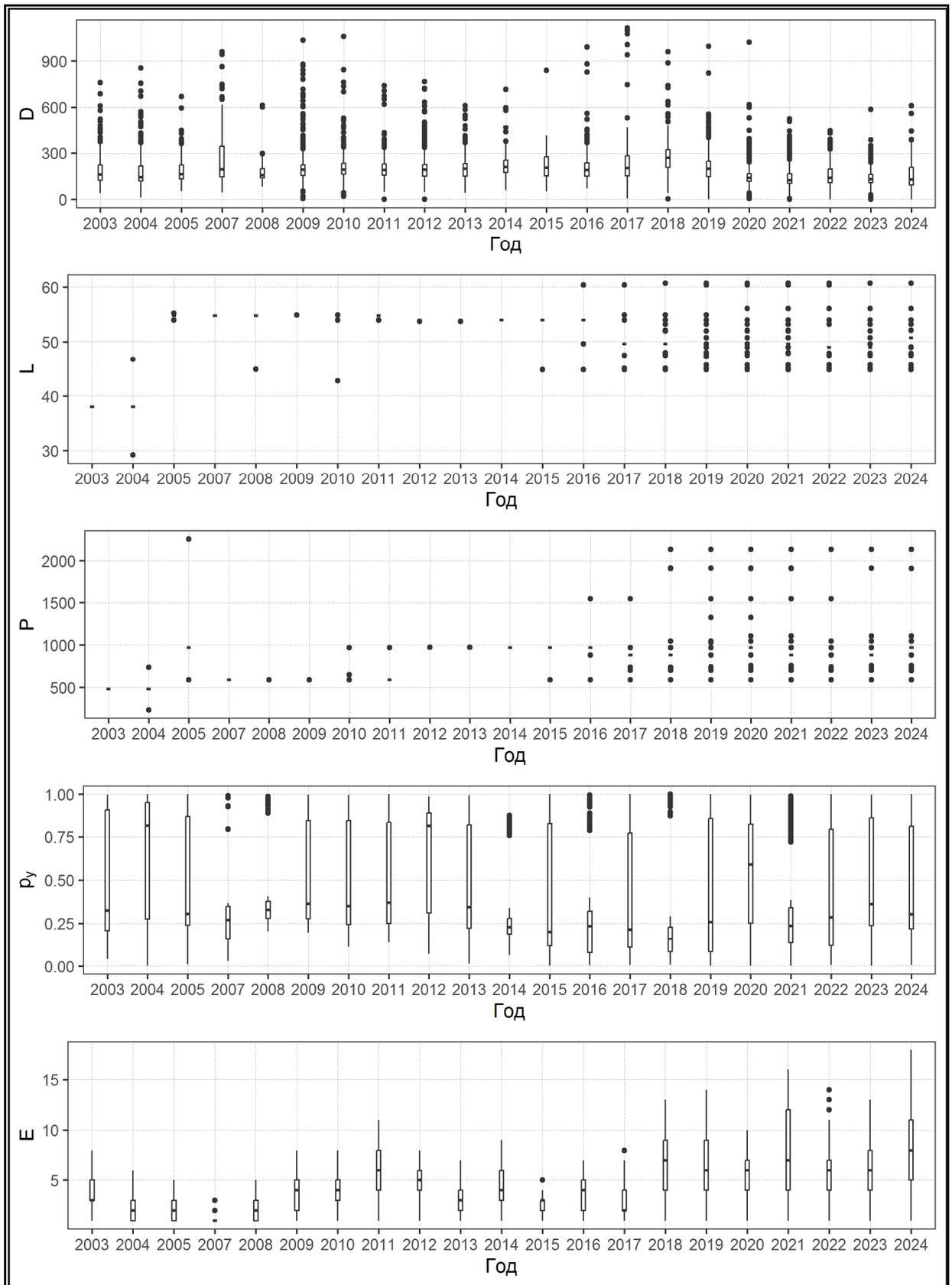


Рис. 7. Динамика значений природных и производственных факторов в 2003-2024 гг. в районе севернее 47°20' с.ш. ( $D$  – глубина, м,  $L$  – длина судна, м,  $P$  – мощность двигательной установки, Квт,  $P_y$  – доля года,  $E$  – промысловое усилие для судна, сутки).

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)].

CPUE, catch per unit effort рассматривали как один из индексов запаса. Рассмотрели 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 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 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	$\varphi$	Градусы с десятичными долями
Долгота	$\lambda$	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  $\mu_i$  – зависимая переменная,  $\beta$  – коэффициенты,  $L_{ij}$  – линейные функционалы, связанные с ковариатами.

Рассматривали следующие модели-кандидаты:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Наилучшую производительность для района южнее 47°20' с.ш показала модель (11) (табл. 3), для района севернее 47°20' с.ш. – модель (10) (табл. 4).

Таблица 3

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

		AIC	BIC	Var <sub>expl</sub>
<i>a</i>	(4)	41233	41410	30,8%
<i>б</i>	(5)	41153	41352	31,3%
<i>в</i>	(6)	40360	40690	35,6%
<i>г</i>	(7)	39505	39844	40,0%
<i>д</i>	(8)	39484	39844	40,1%
<i>е</i>	(9)	39449	39842	40,3%
<i>ж</i>	(10)	39418	39833	40,4%
<i>з</i>	(11)	39436	39830	40,5%
<i>и</i>	(12)	39443	39829	40,3%

Таблица 4

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

		AIC	BIC	Var <sub>expl</sub>
<i>a</i>	(4)	47882	48054	26,3%
<i>б</i>	(5)	47829	48023	26,6%
<i>в</i>	(6)	47035	47325	30,7%
<i>г</i>	(7)	46659	46974	32,5%
<i>д</i>	(8)	46552	46890	33,0%
<i>е</i>	(9)	46543	46923	33,1%
<i>ж</i>	(10)	46498	46869	33,3%
<i>з</i>	(11)	46499	46873	33,3%
<i>и</i>	(12)	46516	46883	33,2%

Для стандартизации интенсивности промысла вычисляли 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
$\varphi$	132,33
$\lambda$	42,57
$D$	103
$d_{sin}$	0,0172
$d_{cos}$	0,9999
$P$	736
$E$	6

Таблица 6

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

Фактор	Значение
$\varphi$	132,33
$\lambda$	42,57
$d_{sin}$	0,0172
$d_{cos}$	0,9999
$P$	736
$E$	6

Номинальные и стандартизованные значения индексов уловов на усилие приведены на *рисунках 8-9*.

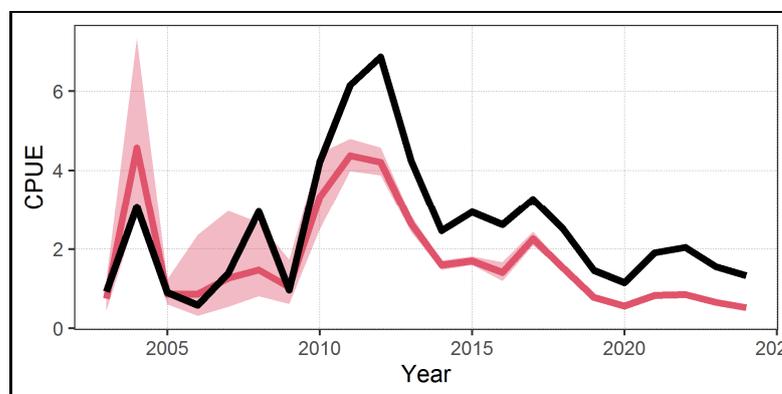


Рис. 8. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов уловов на усилие с доверительными интервалами (красная область), южнее  $47^{\circ}20'$  с.ш.

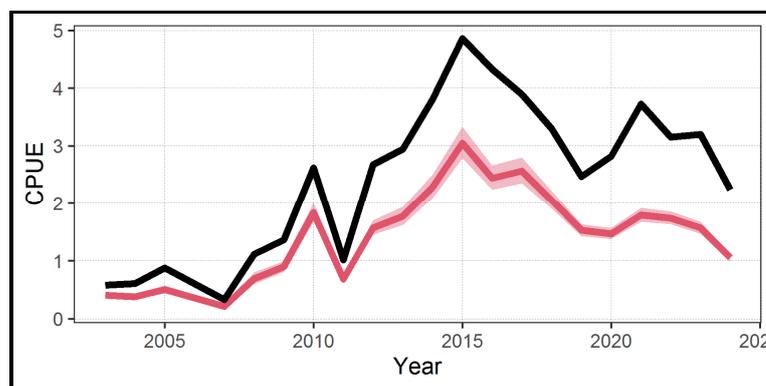


Рис. 9. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов уловов на усилие с доверительными интервалами (красная область), севернее  $47^{\circ}20'$  с.ш.

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:

$$B_t = e^{-M}(1 + \rho)(B_{t-1} - Y_{t-1}) - \rho e^{-2M} \left(1 - \frac{Y_{t-1}}{B_{t-1}}\right) (B_{t-2} - Y_{t-2}) - e^{-M} \left(1 - \frac{Y_{t-1}}{B_{t-1}}\right) \rho w_{a_R-1} R_{t-1} + w_{a_R} R_t \quad (13)$$

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,  $\rho$  – коэффициент Броуди в уравнении Форда-Уолфорда.

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

$$R_t = \gamma(B_{t-a_R-1} - Y_{t-a_R-1})e^{-\delta(B_{t-a_R-1} - Y_{t-a_R-1})} \quad (14)$$

где  $\delta$  – коэффициенты в уравнении «запас-пополнение».

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

$$B_V = \frac{-1}{\delta} \ln \frac{(1 + \rho)e^{-M} - \rho e^{-2M}}{\gamma(w_{a_R-1}\rho e^{-M} - w_{a_R})} \quad (15)$$

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:

$$P_t = e^{-M}(1 + \rho)(P_{t-1} - kY_{t-1}) - \rho e^{-2M} \left(1 - \frac{kY_{t-1}}{P_{t-1}}\right) (P_{t-2} - kY_{t-2}) - e^{-M} \left(1 - \frac{kY_{t-1}}{P_{t-1}}\right) \rho w_{a_R-1} R_{t-1} + w_{a_R} R_t + \epsilon_1 \quad (16)$$

$$\ln r_t = \ln \gamma + \ln(P_{t-4} - kY_{t-4}) - \frac{\delta}{k} (P_{t-4} - kY_{t-4}) + \epsilon_2 \quad (17)$$

И одно уравнение наблюдения:

$$U_{i,t} = Q_i P_t + \theta_i \quad (18)$$

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,  $\epsilon_1$  и  $\theta_i$ ,

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 2023 г., по данным траловой съемки НИС «Дмитрий Песков», наиболее крупное из скоплений, плотностью около 3060 экз./км<sup>2</sup>, располагалось в северо-западной части Татарского пролива, на глубине 166 м, где улов составлял 125 экз. за 60 мин траление. Расчетные плотности скоплений более 1000 экз./км<sup>2</sup> занимали площадь около 4200 км<sup>2</sup>, что касается промысловых самцов опилио из южной части подзоны Приморье, плотность их скоплений была минимальной, в среднем – от 250 до 750 экз./км<sup>2</sup>.

Расчетные значения численности (млн экз.) и биомассы (т) крабов по исследованным районам Японского моря в 2022 г., с коэффициентом уловистости краба-стригуна равном 0,6, представлены в *таблице 7*.

Таблица 7

Расчетные значения численности (млн экз.) и биомассы (тыс. т) краба-стригуна опилио по материалам траловой съемки НИС «Дмитрий Песков» в марте-апреле 2023 г.

Показатель	Всего	Пром.	Непром.	Самки
подзона Приморье (южнее мыса Золотой)				
Численность, млн экз.	23,351	2,411	10,432	10,508
Биомасса, тыс. т	4,453	1,470	1,583	1,400
Масса особи, г	190,7	609,8	151,7	133,2
подзона Приморье (севернее мыса Золотой)				
Численность, млн экз.	16,292	6,102	3,476	6,715
Биомасса, тыс. т	6,219	5,356	0,259	0,604
Масса особи, г	381,7	877,6	74,5	90,0

В период научно-исследовательских работ у краба-стригуна опилио в подзоне Приморье (южнее мыса Золотой) по биомассе доминировали непромысловые самцы – 1,583 тыс. т, в подзоне Приморье (севернее мыса Золотой) значительно преобладали промысловые самцы – 5,356 тыс. т.

На *рисунках 10, 11* представлен размерный состав краба опилио за последние 3 года, из района южнее м. Золотой и из района севернее мыса Золотой.

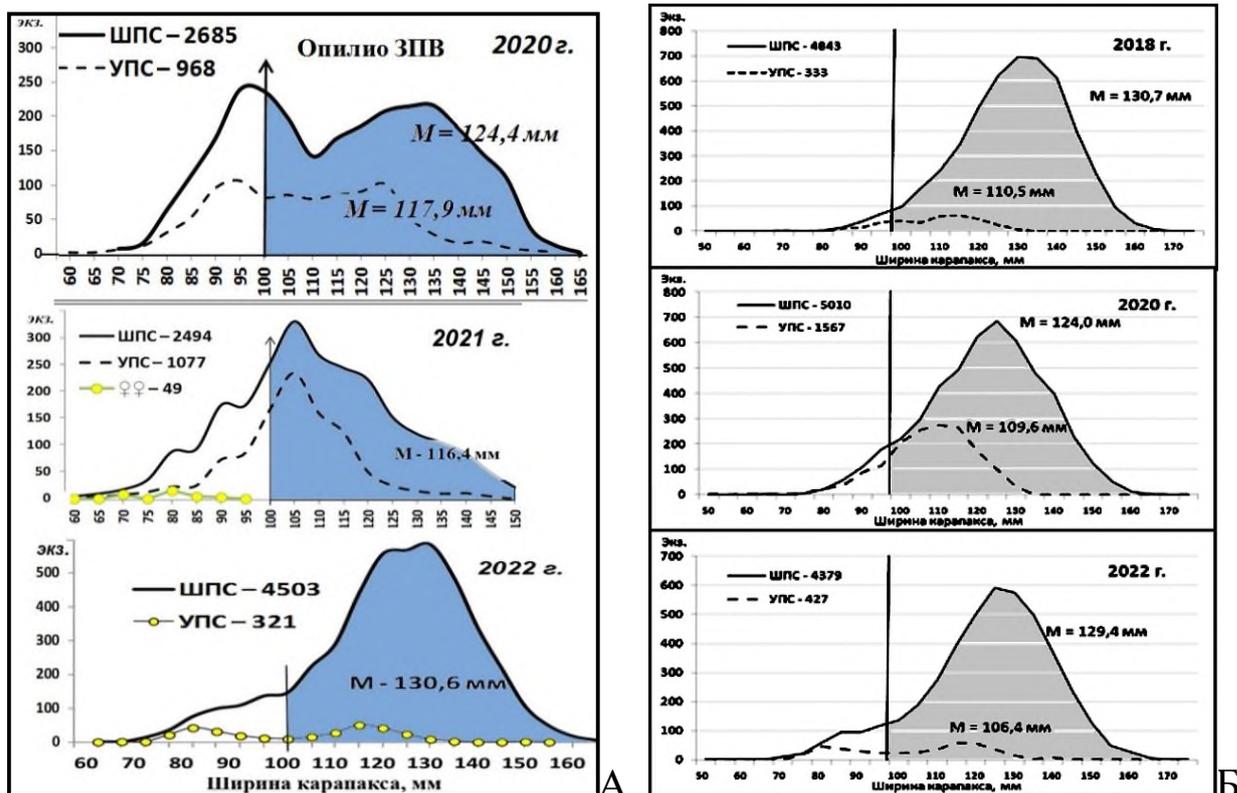


Рис. 10. Динамика размеров ШПС и УПС краба-стригуна опилио в подзоне Приморье южнее м. Золотой, по данным траловых уловов в 2020 г. и ловушечных съемок в 2021-2022 гг. (А), и к северу от м. Золотой в 2018–2022 гг. из ловушечных уловов (Б).

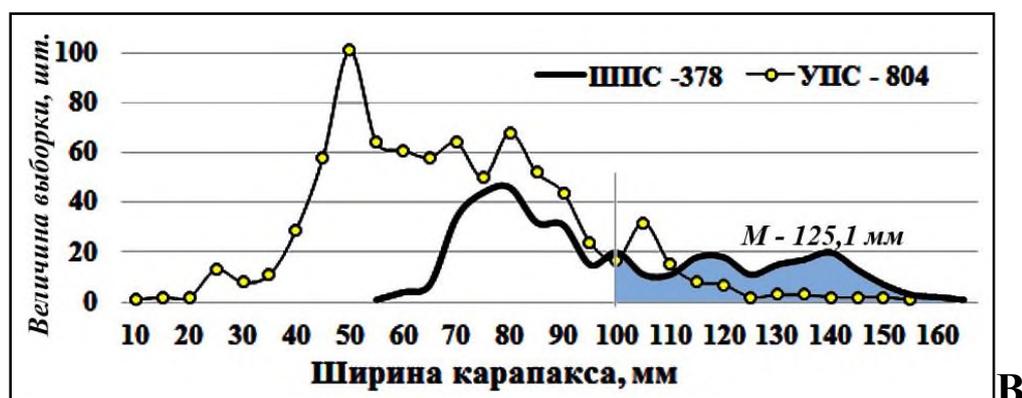


Рис. 11. Размеры широкопалых (ШПС) и узкопалых (УПС) особей краба-стригуна опилио по данным траловой съемки НИС «Дмитрий Песков» в 2023 г., выполненной в подзоне Приморье.

Видно, что в зал. Петра Великого доля УПС в 2020 и 2021 гг. составляла 26,5 и 30,2%, соответственно, а в 2022 г. – 6,7%. Несомненно, что УПС предельных размеров предыдущих двух лет аллометрически полиняли, пополнив в 2022 г. группировку ШПС. В 2022 г. размеры ШПС увеличились до 130,6 мм. Вместе с тем, нужно иметь ввиду, 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, где материалы получены только из ловушечных уловов, и где графики размерного состава по годам разнятся незначительно.

На *рисунке 11* представлен размерный состав краба-стригуна опилю по данным 2023 г. Как видно на рисунке, в траловых уловах заметно преобладают непромысловые самцы, как ШПС, так и УПС, что существенно отличается с размерами самцов по данным траловых уловов из верхней части шельфа в 2020 г., южнее м. Золотой. В рассматриваемом случае, в нижней части шельфа доминируют широкопалые самцы минимальных размеров – 65-95 мм по ширине карапакса. Наличие нескольких модальных классов в размерной структуре самцов, представленной на диаграмме размерного состава, в частности выраженный максимум в интервале 40-50 мм, может свидетельствовать о формировании когорты молоди, которая может обеспечить пополнение численности промысловых самцов к 2026 году.

Размеры по ширине карапакса самцов варьировали в пределах 36-158 мм, средний составил 108,75 мм (*рис. 12*). Размеры промысловых самцов варьировали в пределах 100-158 мм, средний составил 117,65 мм, их максимальная масса равнялась 1435 г, составив, в среднем, 548 г. Индивидуальная масса особей колебалась в пределах 16,6-1435 г, составив, в среднем, 532,1 г.

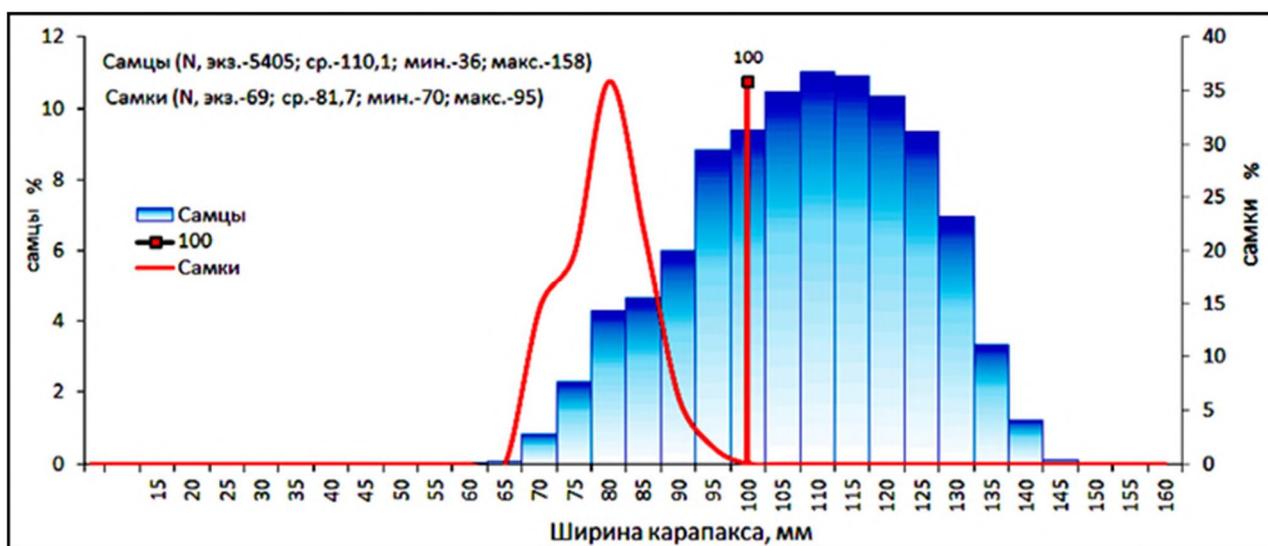


Рис. 12. Размерный состав краба-стригуна опилю *Chionoecetes opilio* в зал. Петра Великого, по данным ловушечной съемки на НИС «Зодиак» в ноябре-декабре 2024 г.

Промысловые особи преобладали по численности (70%) и биомассе (85%), их индивидуальная масса колебалась в пределах 378-1435 г, составив, в среднем, 649 г. Размеры самок (доля 5%) варьировали в пределах 70-95 мм, средний составил 81,7 мм.

Учетная съемка 2022 г. показала значительный рост численности непромысловых самцов – до 29,49 млн экз. и самок – до 24,8 млн экз. (*табл. 8*).

В период проведения съемок 2018-2022 гг., средний размер промысловых самцов изменялся незначительно, их доля в уловах снижалась. Также не наблюдается существенного значимого пополнения – 3,48 млн экз.

Таблица 8

Динамика численности (млн экз.) и биомассы (тыс. т) краба-стригуна опилио севернее мыса Золотой, по материалам учетных съемок в 2018-2023 гг.

Год	Численность, млн. экз.			Биомасса, тыс. т	Средняя масса, г
	самцы пром.	самцы непром.	самки	самцы пром.	самцы пром.
2018	4,86	1,20	1,50	3,69	759
2019	5,18	3,16	3,23	4,12	796
2022	8,38	29,49	24,8	5,28	630
2023	6,10	3,48	6,71	5,36	877,6

Анализ промысла. По данным промысловой статистики из отраслевой системы мониторинга Росрыболовства (ОСМ), в подзоне Приморье краб-стригун опилио облавливался промысловыми судами весьма неоднозначно. В период с 2015 г. по 2018 г. краба-стригуна опилио вылавливали в объеме около 0,7-1,7 тыс. т, при общем допустимом улове – 3,45-4,14 тыс. т (рис. 13). При этом, освоение составляло от 18,2% в 2015 г. до 41,1% в 2018 г. Недоосвоение было обусловлено организационными причинами, связанными с перераспределением квот вылова между пользователями.

С 2019 г. увеличились объемы ОДУ до 5,03-5,71 тыс. т, и объемы вылова до уровня около 4-5 тыс. т. Освоение ОДУ в период 2019-2022 гг. составляло около 83-88%. В 2024 г. освоение понизилось до уровня 77,3% (рис. 13).

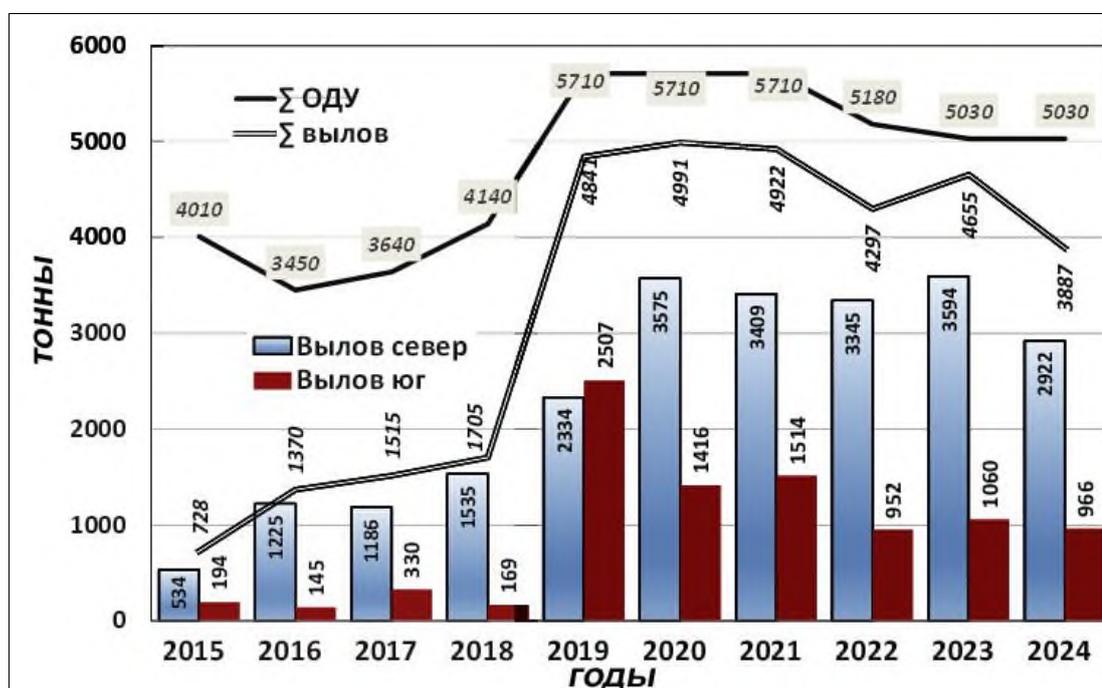


Рис. 13. Объемы ОДУ и вылова краба-стригуна опилио в 2015–2024 гг. в подзоне Приморье (график), и объемы вылова южнее и севернее мыса Золотой (гистограмма). По данным ИС «Рыболовство».

В 2024 г. промысел сосредоточился преимущественно в двух районах – в южном Приморье и в Татарском проливе (рис. 14). В подзоне Приморье, севернее м. Золотой, вели промысел краба-стригуна опилио 30 краболовов, южнее м. Золотой – 27.

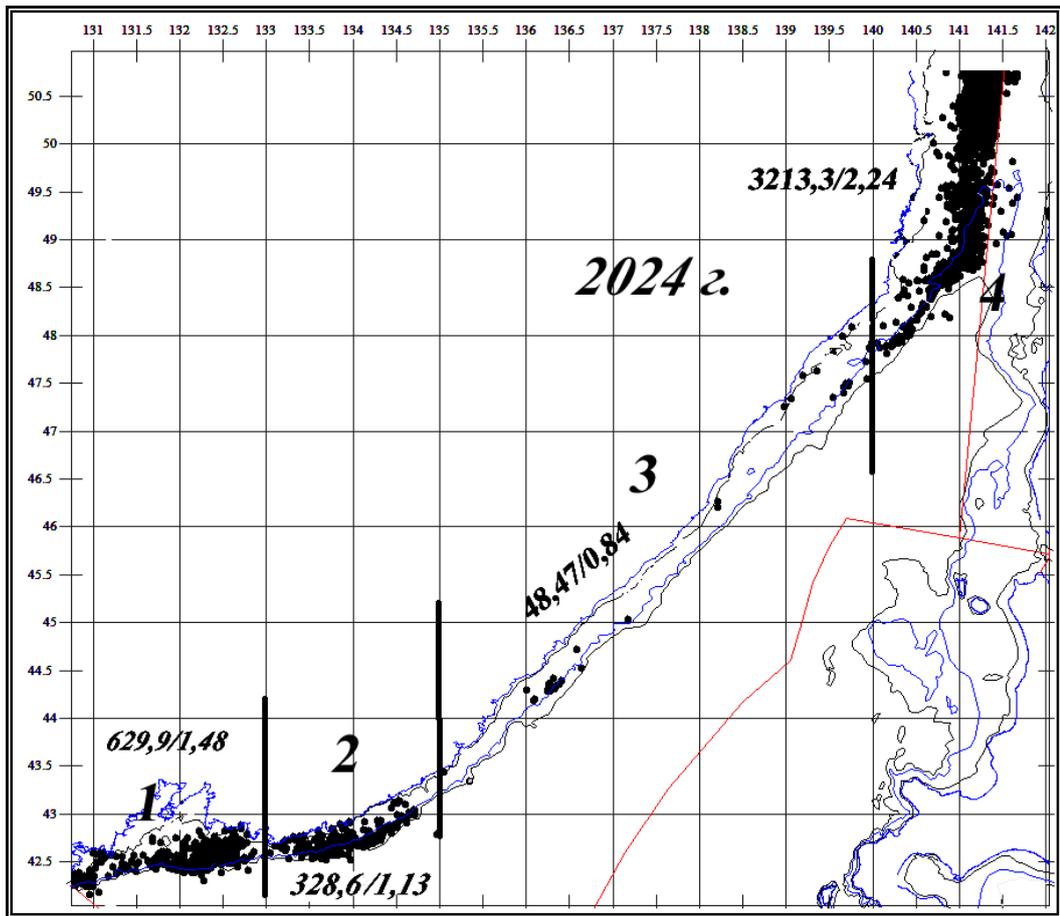


Рис. 14. Распределение полей промысла краба-стригуна опилио в подзоне Приморье в 2024 г., по данным ИС «Рыболовство». Условные участки: 1 – залив Петра Великого; 2 – Преображенский; 3 – Центральный; 4 – Северный (севернее мыса Золотой). Подписи под участками – общий вылов / вылов за судосутки.

Как видно на *рисунках 14 и 15* наилучшая промысловая обстановка наблюдалась севернее мыса Золотой, где добыто 3,213 тыс. т, а вылов за судосутки составил 2,24 т, в отличие от района южнее м. Золотой, где краба добывали на участках Преображенском и залив Петра Великого, примерно, по 1,1 и 1,5 т за судосутки.



Рис. 15. Показатели промысла краба-стригуна опилио в 2024 г. (Участки 1-4, как на *рисунке 14*).

Снижение величины освоения ОДУ краба-стригуна опилио в 2024 г. до 77,3% (табл. 9) обусловлено понижением плотности скоплений промысловых самцов, а также, возможно, связано с переходом на выпуск продукции в виде живого краба. Так, в 2023 г. и 2024 г. промысел был ориентирован на заготовку и транспортировку только живого краба.

Таблица 9

Динамика ОДУ, официального вылова и освоения краба-стригуна опилио в подзоне Приморье в 2015–2024 гг.

Годы	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
ОДУ, тыс. т	4,01	3,45	3,64	4,14	4,14	5,71	5,71	5,18	5,03	5,03
Вылов, тыс. т	2,95	1,76	1,79	3,56	2,53	4,595	4,448	4,3	4,65	3,89
Освоение, %	73,6	51,6	49,2	86,0	61,5	80,5	88,1	83,0	92,4	77,3
Число судов	15	14	14	27	34	47	54	34	37	41
Вылов за судосутки, т	3,0	2,5	3,7	2,56	1,44	2,12	3,11	2,75	2,64	2,3

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 ( $47^{\circ}20' \text{с.ш.}$ ), 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 10*, севернее м. Золотой – в *таблице 11*.

Таблица 10

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 11

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%

Обоснование правила регулирования промысла. Правила регулирования промысла (ПРП) для каждого из выделенных полигонов конструировались 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,  
 $B_t > B_{tr}$ :  $F_{rec} = const = F_{tr}$ .

Прогнозирование состояния запаса. Оценка запаса в 2024 г., полученная по результатам моделирования, в районе южнее 47°20' с.ш. находится в 95% доверительном интервале 6,27-13,54 тыс. т (9,93-21,46 млн экз.), в среднем – 9,91 тыс. т (15,69 млн экз.). Оценка ожидаемой в 2026 г. величины запаса находится в 95% доверительном интервале 8,52-18,68 тыс. т (13,5-29,59 млн экз.), в среднем – 13,6 тыс. т (21,55 млн экз.). Оценка запаса в 2024 г., полученная по результатам моделирования, в районе севернее 47°20' с.ш. находится в 95% доверительном интервале 24,06-33,45 тыс. т (39,13-54,4 млн экз.), в среднем – 28,76 тыс. т (46,76 млн экз.). Оценка ожидаемой в 2026 г. величины запаса находится в 95% доверительном интервале 21,84-32,36 тыс. т (35,52-52,62 млн экз.), в среднем – 27,1 тыс. т (44,07 млн экз.) (рис. 16, 17).

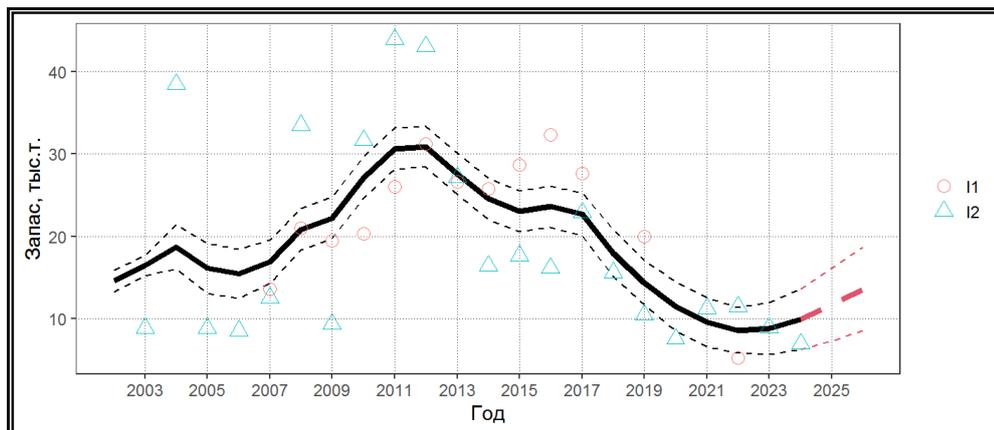


Рис. 16. Динамика промысловой биомассы в районе южнее 47°20' с.ш. I1 – оценки запаса, I2 – интенсивность промысла.

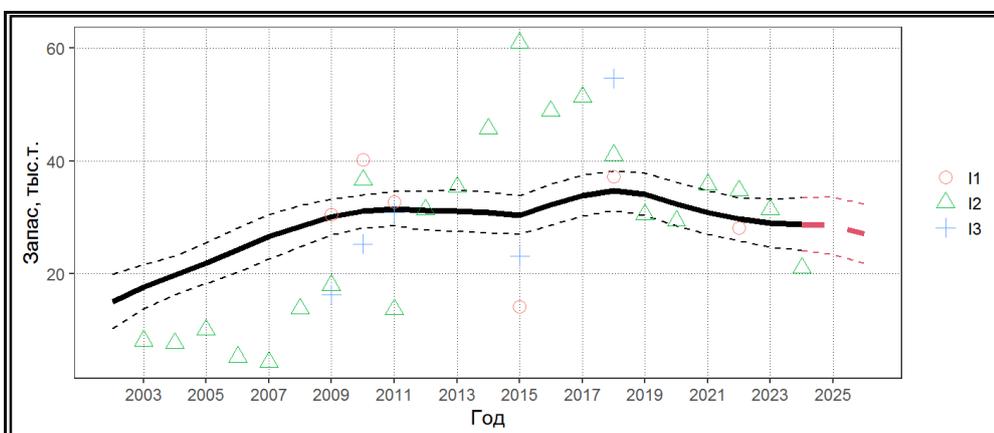


Рис. 17. Динамика промысловой биомассы в районе севернее 47°20' с.ш. I1 – оценки запаса, I2 – интенсивность промысла, I3 – удельный улов, кг/лов.

Обоснование объема ОДУ. Согласно построенного ПРП, оптимальная доля изъятия в подзоне Приморье (южнее м. Золотой - 47°20' с.ш.) может составить 13,6% или 1,85 тыс. т (2,94 млн экз.) (рис. 18).

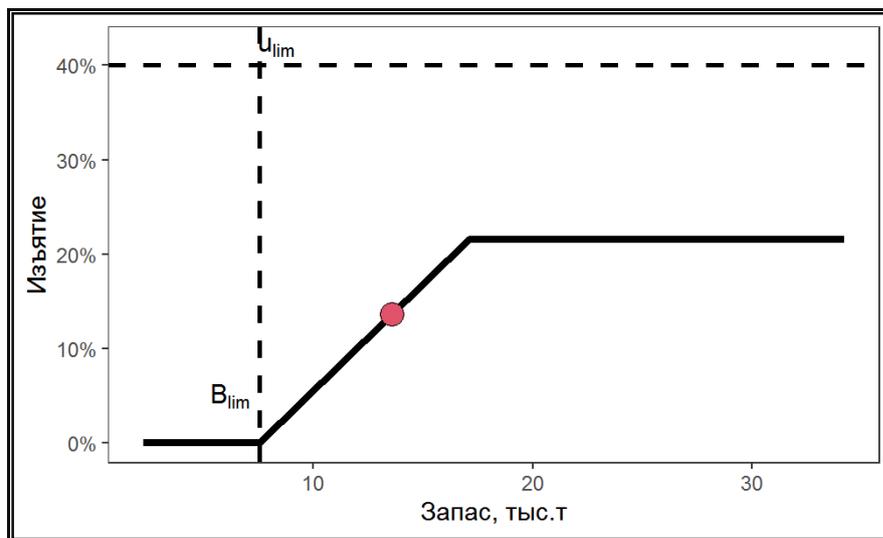


Рис. 18. Графическое представление ПРП в районе южнее м. Золотой – 47°20' с.ш.

В северной части подзоны Приморье, согласно построенному ПРП, доля допустимого изъятия может составить 21,5%., т.е. 5,83 тыс. т. Однако, для данной единицы запаса предельное увеличение не может превышать 20%. Учитывая наблюдаемую тенденцию в динамике оценки запаса и ее ожидаемой величины, следует ограничиться уровнем 2025 г. – 4,25 тыс. т (6,91 млн. экз.) (рис. 19).

Суммарная величина, рекомендуемая к изъятию в целом для подзоны Приморье, составит 6,100 тыс. т.

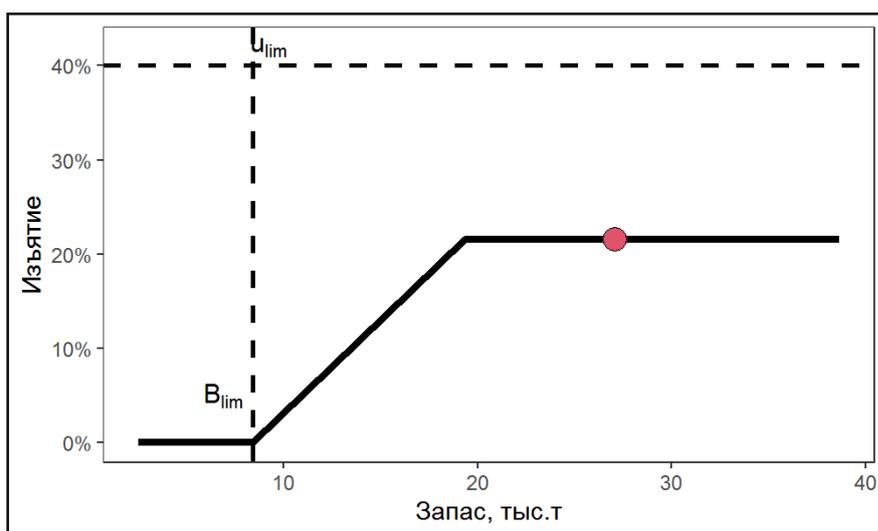


Рис. 19. Графическое представление ПРП в подзоне Приморье (севернее 47°20' с.ш.).

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна опилио в подзоне Приморье на 2026 г. в объеме 6,100 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов. Оценка запаса в районе южнее  $47^{\circ}20'$  с.ш. демонстрирует значительную неопределенность. Тем не менее, риск пересечения граничного ориентира отсутствует (рис. 20). То же самое справедливо и для района севернее  $47^{\circ}20'$  с.ш. (рис. 21).

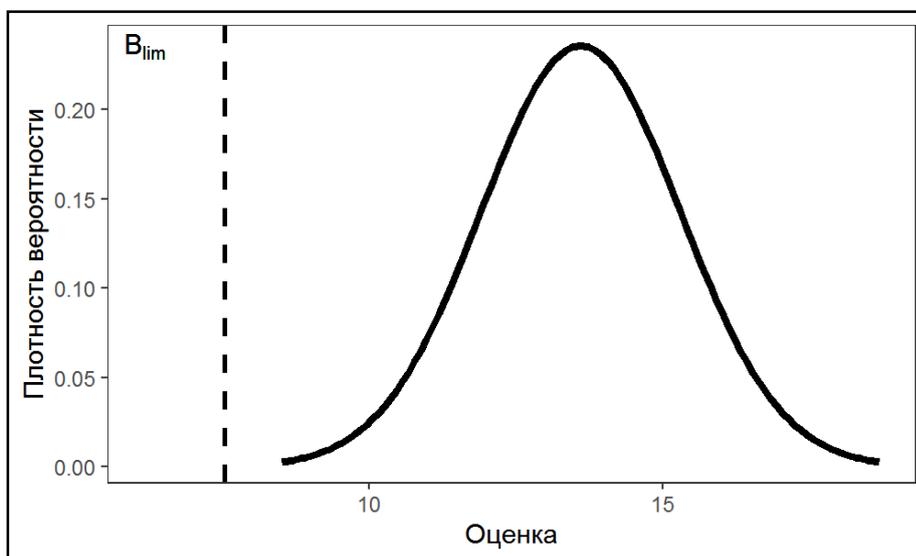


Рис. 20. Распределение вероятности для ожидаемой биомассы запаса в 2026 г. в подзоне Приморье (южнее  $47^{\circ}20'$  с.ш.).

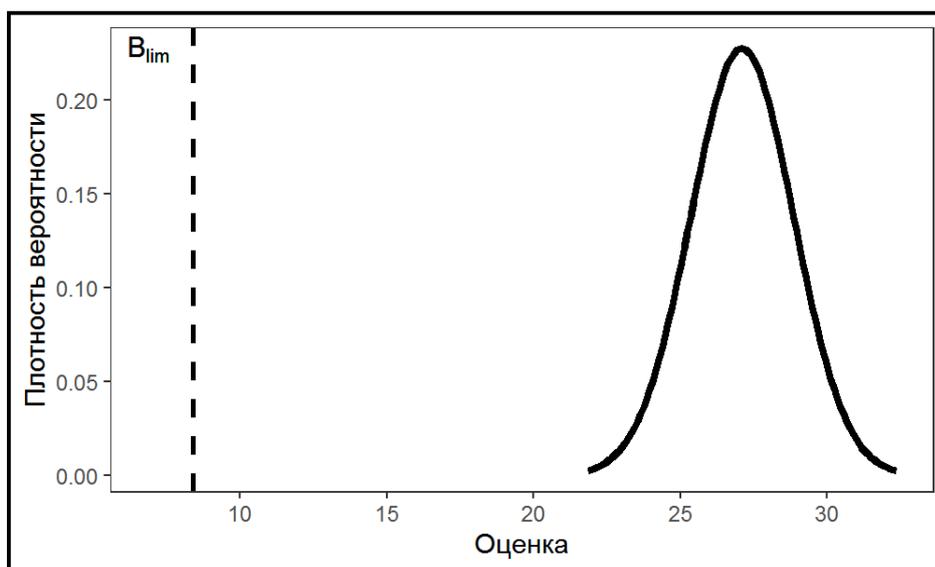


Рис. 21. Распределение вероятности для ожидаемой биомассы запаса в 2026 г. в подзоне Приморье (севернее  $47^{\circ}20'$  с.ш.).

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. 22). В районе севернее  $47^{\circ}20'$  с.ш., несмотря на некоторое снижение промысловых показателей и прогнозируемой величины запаса, ситуация, в целом, благоприятна (рис. 23).

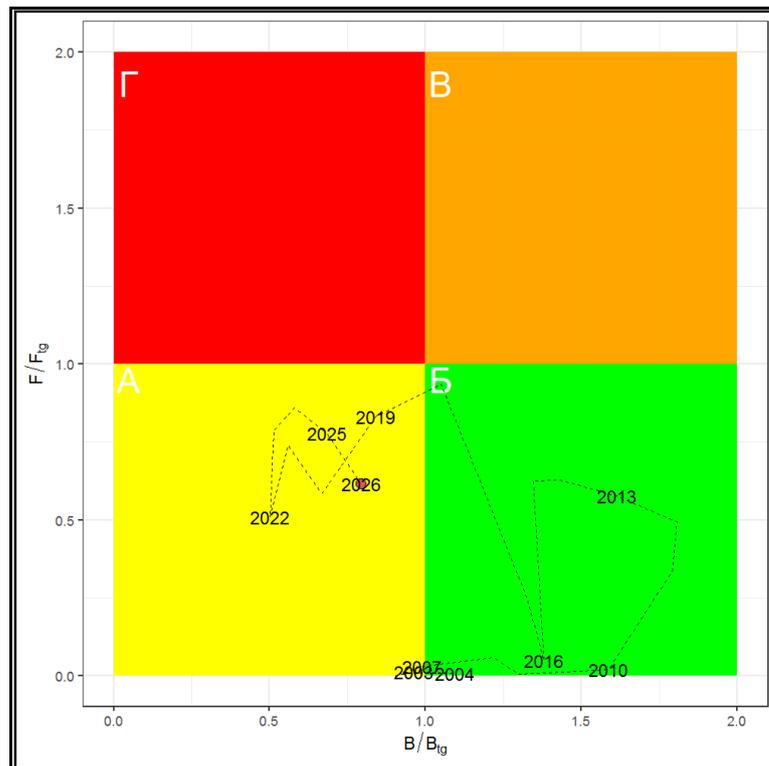


Рис. 22. Диаграмма Кобе для района подзоны Приморье (южнее 47°20' с.ш.).

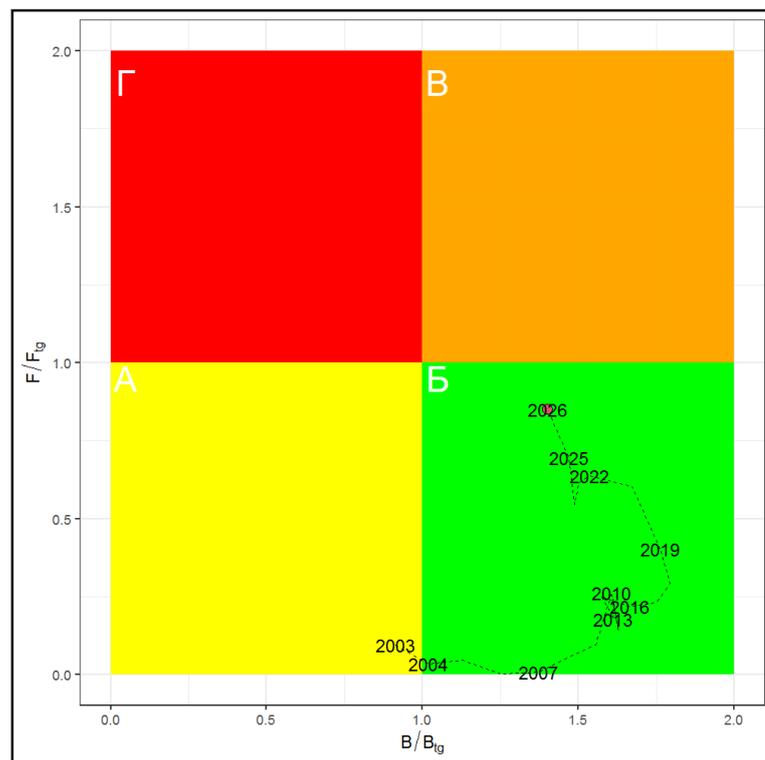


Рис. 23. Диаграмма Кобе для района подзоны Приморье (южнее 47°20' с.ш.).

## 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 2026 г. в Западно-Сахалинской подзоне были использованы материалы, полученные при проведении учётных траловых съёмок за многолетний период – с 1989 по 2024 гг. (в 2022 г. – 82 станции, в 2024 г. – 67 станций (рис. 1)), данные мониторинга на промысле и НИР за 1995-2008 гг., 2011-2013 гг., 2017-2020 гг. Всего за период исследований выполнено 761 траловых станций, взято на биоанализ 7681 тыс. 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».

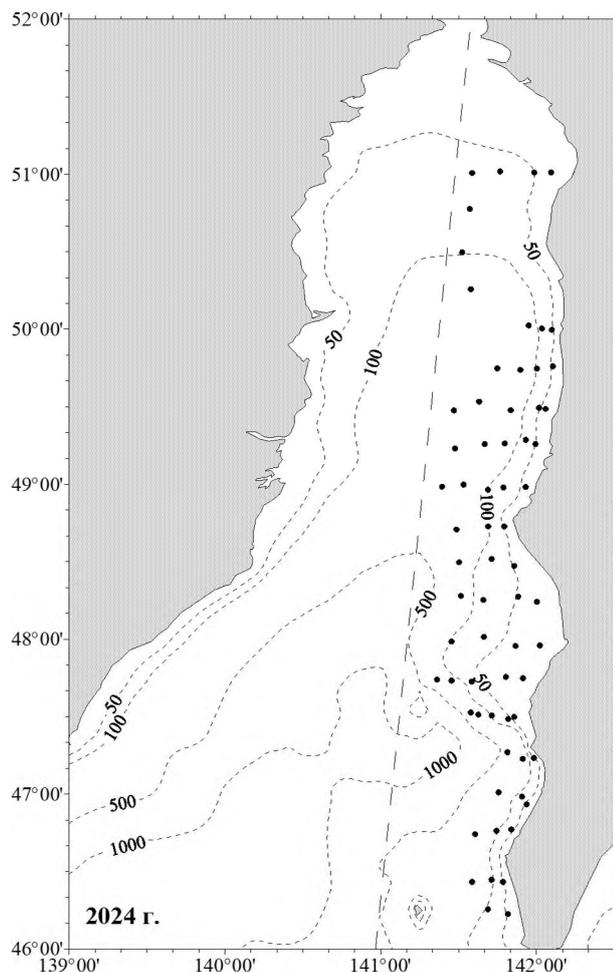


Рис. 1. Карта-схема комплексной траловой съёмки на НИС «Владимир Сафонов» в районе западного Сахалина в 2024 г.

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 опилю 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 опилю имеющиеся данные для западного Сахалина могут налагать некоторые ограничения. Использован метод изолиний (площадей) [Аксютина, 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 можно оценить состояние запаса промысловых видов (промысловая численность, биомасса, уловы на усилие, промысловые усилия), в том числе, вспомогательных (средний размер промысловых самцов, их доля в уловах, плодовитость, доля «широкопалых» самцов и т. п.), по которым можно оценить величину биологических ориентиров для построения ПРП [Бабаян, 2000].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Промысловая численность краба-стригуна опилю за период интенсивной промысловой эксплуатации уменьшилась от 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, показывает 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 опилю в Западно-Сахалинской подзоне. Существенный рост численности промысловых самцов краба-стригуна опилю 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 ниже, чем в 2020 г. 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*.

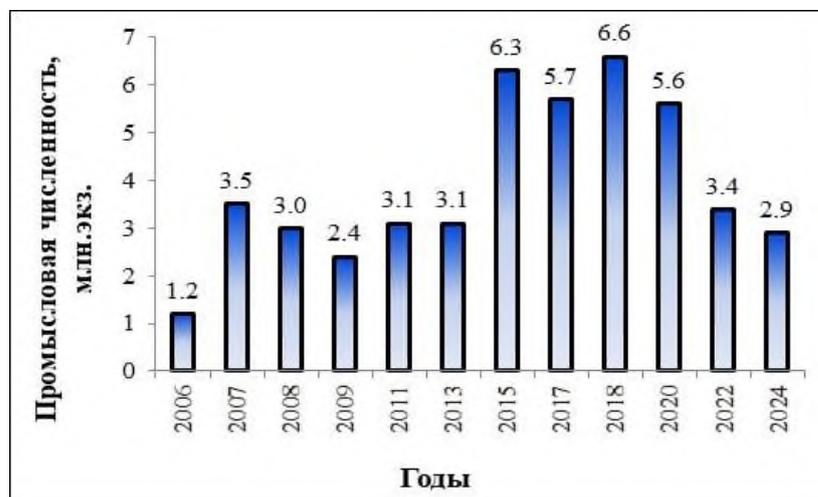


Рис. 2. Промысловая численность самцов краба-стригуна опилю у западного Сахалина, по данным траловых съемок, выполненных с 2006 по 2024 гг.

Съемка 2024 г. подтвердила ранее отмечаемые тенденции. Промысловая численность снизилась, по сравнению с 2022 г., и составила 2,9 млн. экз. 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 (*рис. 3*).

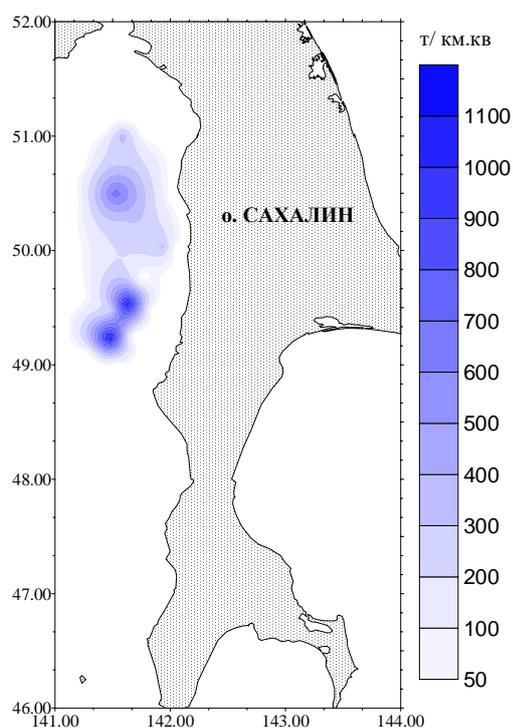


Рис. 3. Пространственное распределение промысловых скоплений краба-стригуна опилю в Западно-Сахалинской подзоне, по данным траловой съемки 2024 года.

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).

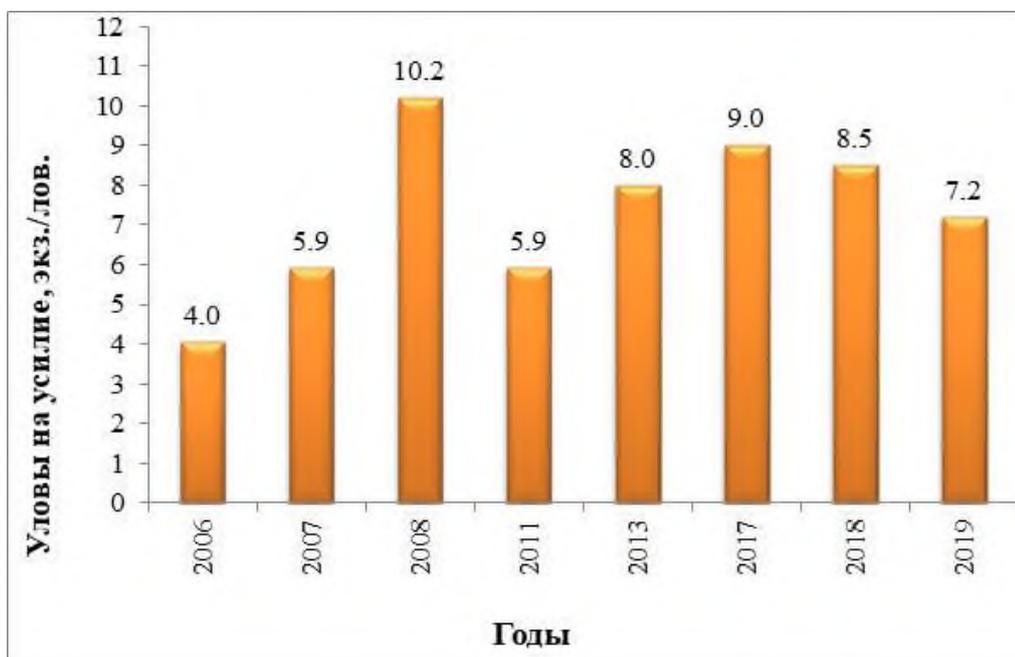


Рис. 4. Динамика уловов на усилие промысловых самцов краба-стригуна опилио у западного Сахалина за ряд лет, по данным НИР и мониторинга промысла (японские конические ловушки).

Наибольшие уловы промысловых самцов были отмечены в 2017 г., на глубинах от 150 до 200 м. На рисунке 5 представлена динамика уловов на усилие 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.

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. б).

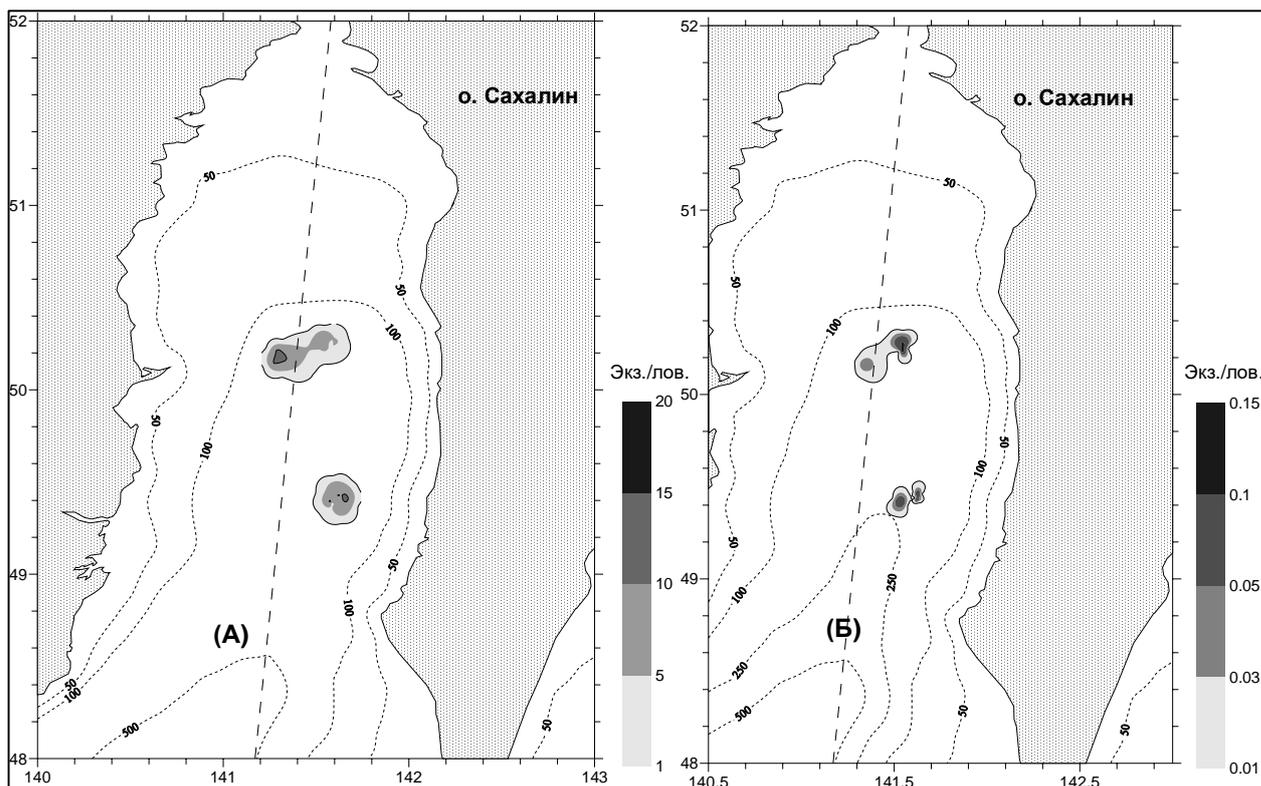


Рис. 5. Уловы на усилие промысловых (А) и непромысловых (Б) самцов краба-стригуна опилию у западного Сахалина в осенне-зимний период 2019 г.

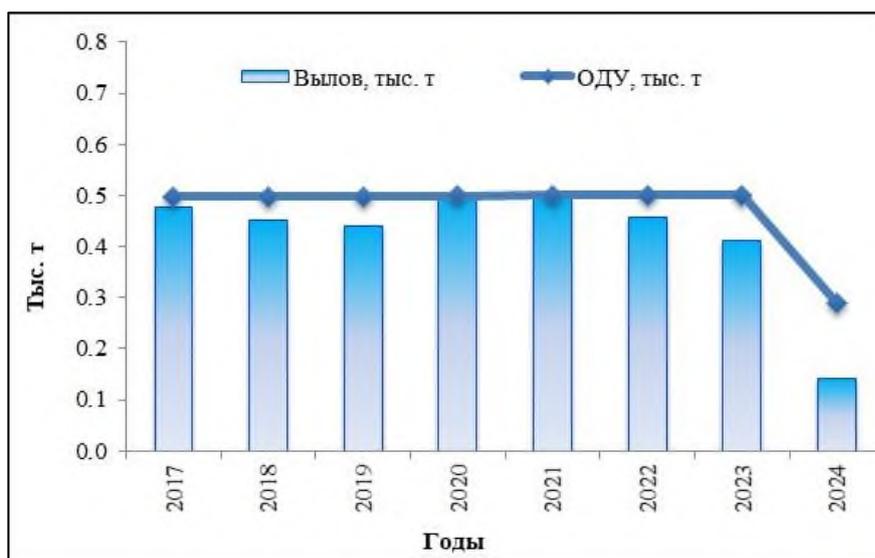


Рис. 6. Динамика ОДУ и вылова краба-стригуна опилию у Западного Сахалина за 2017-2024 гг.

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

Традиционно, промысел краба-стригуна опилию ведется в весенний и осенний сезон. В 2024 г. промысле 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.

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 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%, 2018 г. – 41%, 2020 г. – 42%, 2022 г. – 28%, что свидетельствует о снижении воспроизводительной способности популяции. Размерная структура самцов краба-стригуна опилю 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.

Определение биологических ориентиров. Учитывая короткий ряд промысловых данных, т.к. промышленный лов краба-стригуна опилю 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 опилю в Западно-Сахалинской подзоне на 2026 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 опилю 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%

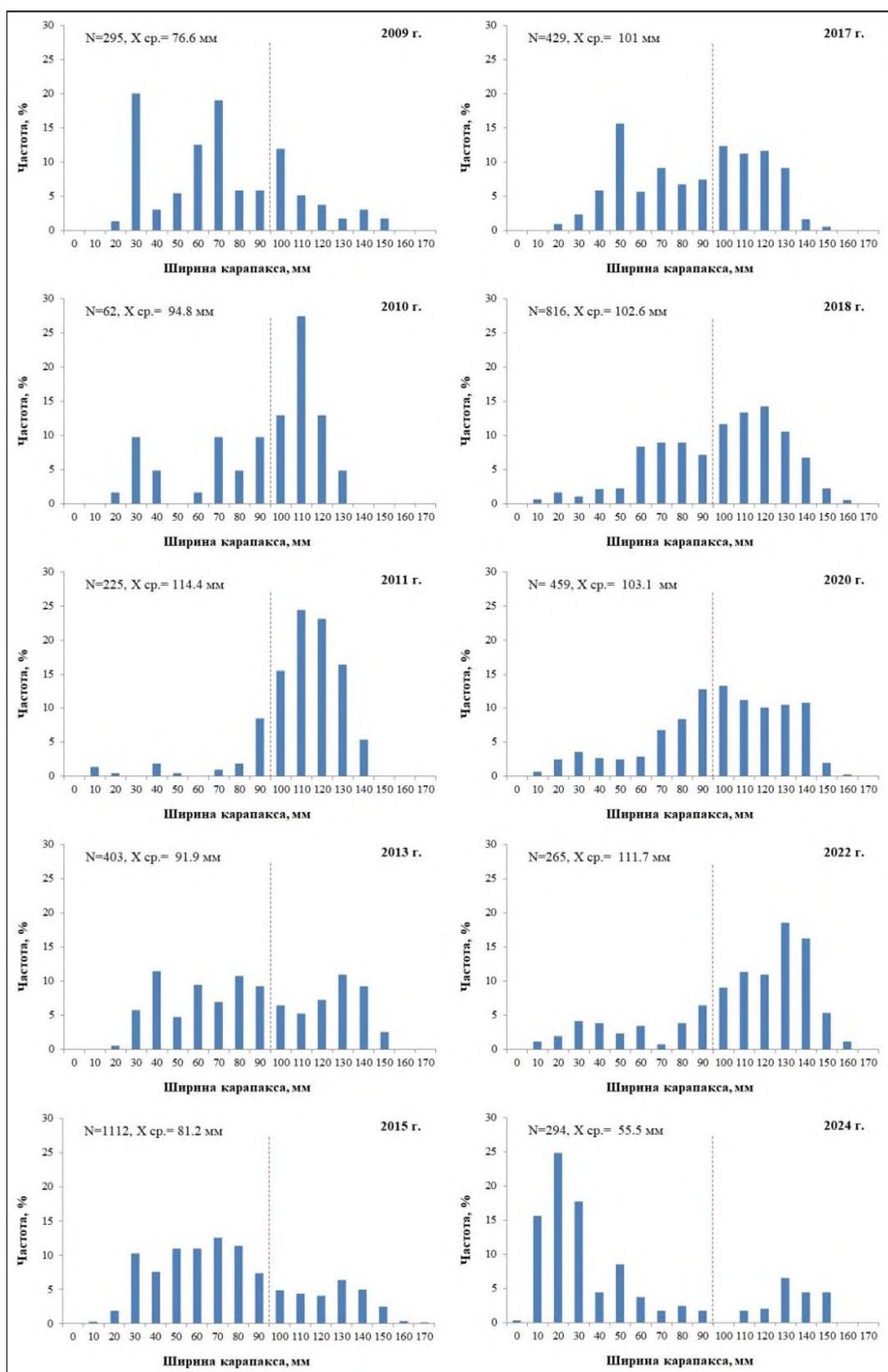


Рис. 7. Размерная структура самцов краба-стригуна опилию у западного Сахалина, по данным траловых съемок

Обоснование правила регулирования промысла. По полученным значениям промысловой биомассы, биологических ориентиров и рассчитанной доле изъятия была построена диаграмма (рис. 8), представляющая некоторые правила управления запасом краба-стригуна

опилию на основе предосторожного подхода [Бабаян, 2000]. Полученные в 2020 и 2022 гг. оценки промысловой биомассы превышают значения как граничного, так и буферного ориентиров, но находятся ниже целевого уровня.

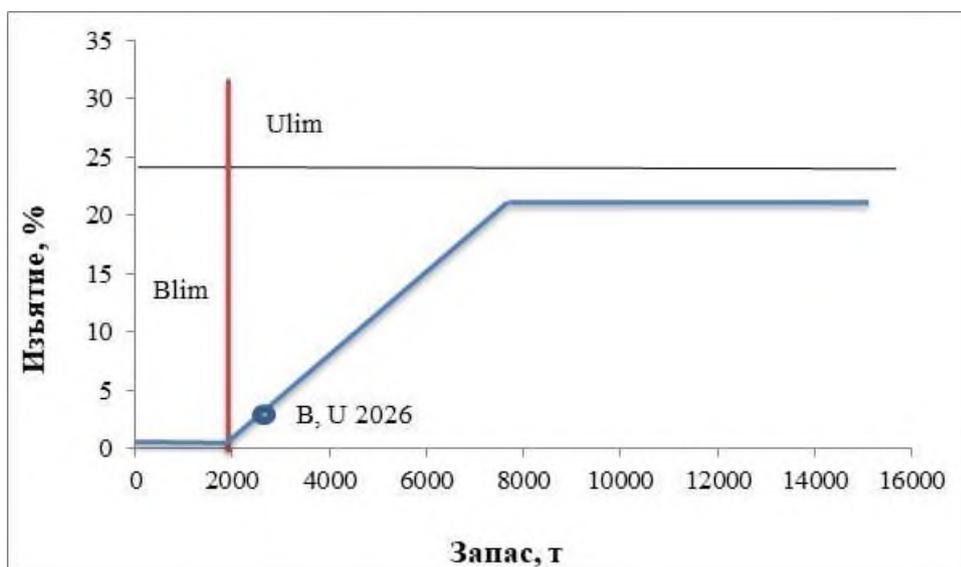


Рис. 8. Графическое представление ПРП краба-стригуна опилю у Западного Сахалина ( $B_u$  – оценка промысловой биомассы на 2026 г.).

Коэффициент промыслового изъятия, учитывая ПРП, может составить 6,3% от промысловой биомассы (см. рис. 8). Отсутствие продолжительного ряда данных по состоянию популяции не позволяет корректно оценить реакцию краба на промысел. У нас нет данных, чтобы объяснить наблюдаемое снижение величины запаса излишним промысловым прессом или какими-либо биологическими причинами. Запас находится на низком уровне, когда потенциал его роста должен сохраняться высоким. Можно предположить, что снижение обусловлено исключительно некорректным проведением съемки (сокращение количества станций и обследованной площади). Альтернативной причиной может быть только значительное превышение ОДУ браконьерским промыслом. Отсутствие понимания происходящих процессов затрудняет прогнозирование запаса на перспективу.

Учитывая современное состояние ресурсов краба-стригуна опилю в Западно-Сахалинской подзоне, целью управления запасом в настоящее время является дальнейшее восстановление численности до уровня, позволяющего вести устойчивый промышленный лов. Статус данной единицы запаса определен как «стабильный», в последние годы отмечалась тенденция к снижению, но наличие значительной доли молодежи, в перспективе, позволяет ожидать постепенный рост.

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 опилю 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 опилю составила 2602 т, съемки 2024 г. – 2925 т. Съемка 2024 г. также показала наличие значительной доли мелких 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.

Ожидается, что промысловый запас краба-стригуна опилю у западного Сахалина в 2026 г. не опустится ниже средних значений, отмечаемых по результатам съемок 2022 и 2024 гг., и составит 2764 т.

Обоснование объема ОДУ. Поскольку прогнозная величина запаса в 2026 г. (2764 т) будет выше граничного, но не достигнет целевого ориентира по промысловой биомассе, согласно разработанным правилам ПРП, промысел необходимо вести в режиме восстановления запаса. До прояснения ситуации и происходящих в популяции процессов, являющихся 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. Учитывая снижение промыслового воздействия на запас, наличие значительной доли старших возрастных самцов в уловах 2024 г. (с ШК 130-150 мм), которые в 2026 г. могут быть изъяты промыслом без нанесения вреда воспроизводительной способности запаса, допустимо изъять до 10,85% от прогнозируемого промыслового запаса. При таком подходе, ОДУ краба-стригуна опилю в Западно-Сахалинской подзоне в 2026 г. может составить 0,300 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна опилю в Западно-Сахалинской подзоне в 2026 г. в объеме 0,300 тыс. т.**

## Краб-стригун бэрди (*Chionoecetes bairdi*)

### 61.01 – зона Западно-Берингоморская

Исполнители: А.В. Лысенко, И.С. Черниенко (ТИНРО)  
Куратор: Д.О. Сологуб (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Для оценки промыслового запаса краба-стригуна бэрди и определения ОДУ на 2026 г. использованы данные учетной донной траловой съёмки, выполненной в Западно-Берингоморской зоне 05.07-16.08.2024 г. на СТР «Дмитрий Песков», общее количество донных тралений в указанной зоне составило 119. Площадь исследованной акватории Западно-Берингоморской зоны, на глубинах от 25 до 282 м, составила 153,48 тыс. км<sup>2</sup> (рис. 1). Кроме того, были привлечены данные предыдущих съёмок, а также данные промысловой статистики.

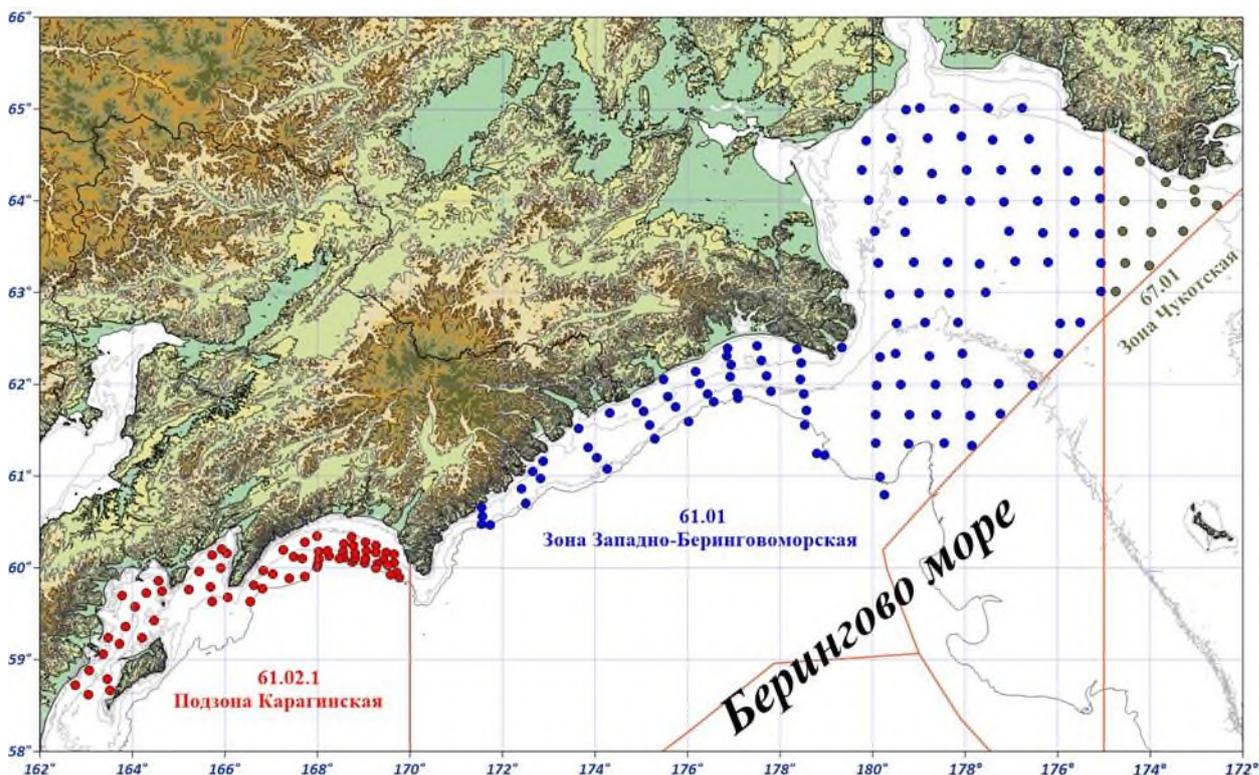


Рис. 1. Район проведения работ на РС «Дмитрий Песков» в западной части Берингова моря с 05 июля по 09 сентября 2024 года: (А) – участок работ в Чукотской зоне, (Б) – участок проведения работ в Западно-Берингоморской зоне, (В) – участок проведения работ в Восточно-Камчатской зоне.

В Западно-Берингоморской 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°30′ с.ш., с юга – по 62°39′ с.ш., с востока ограничен разделительной линией исключительных экономических зон Российской Федерации и США, с запада – проходит по траверзу мыса

Фаддея (62°39'51 с.ш., 179°36'52 в.д.). Второй район – Олюторско-Наваринский, расположен между мысами Фаддея, Наварин (62°16'31 с.ш., 179°05'56 в.д.) и Олюторский (59°55'33 с.ш., 170°17'17 в.д.). Олюторско-Наваринский район подразделяют на два промысловых подрайона:

1) Наваринский промысловый подрайон расположен между м. Фаддея (62°39'51 с.ш., 179°36'52 в.д.) и 176°00' в.д.;

2) участок между 176°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 кухтылями 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.

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 – 105-119 мм, пререкруты II порядка – 90-104 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 производственных моделей эксплуатируемого запаса.

Обоснование выбора методов оценки запаса. За период промысла район обитания краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне был охвачен неравномерно (рис. 2). На рисунке 3 приведена динамика сопутствующих природных и производственных факторов. Как видно, эти факторы также изменялись в широком диапазоне.

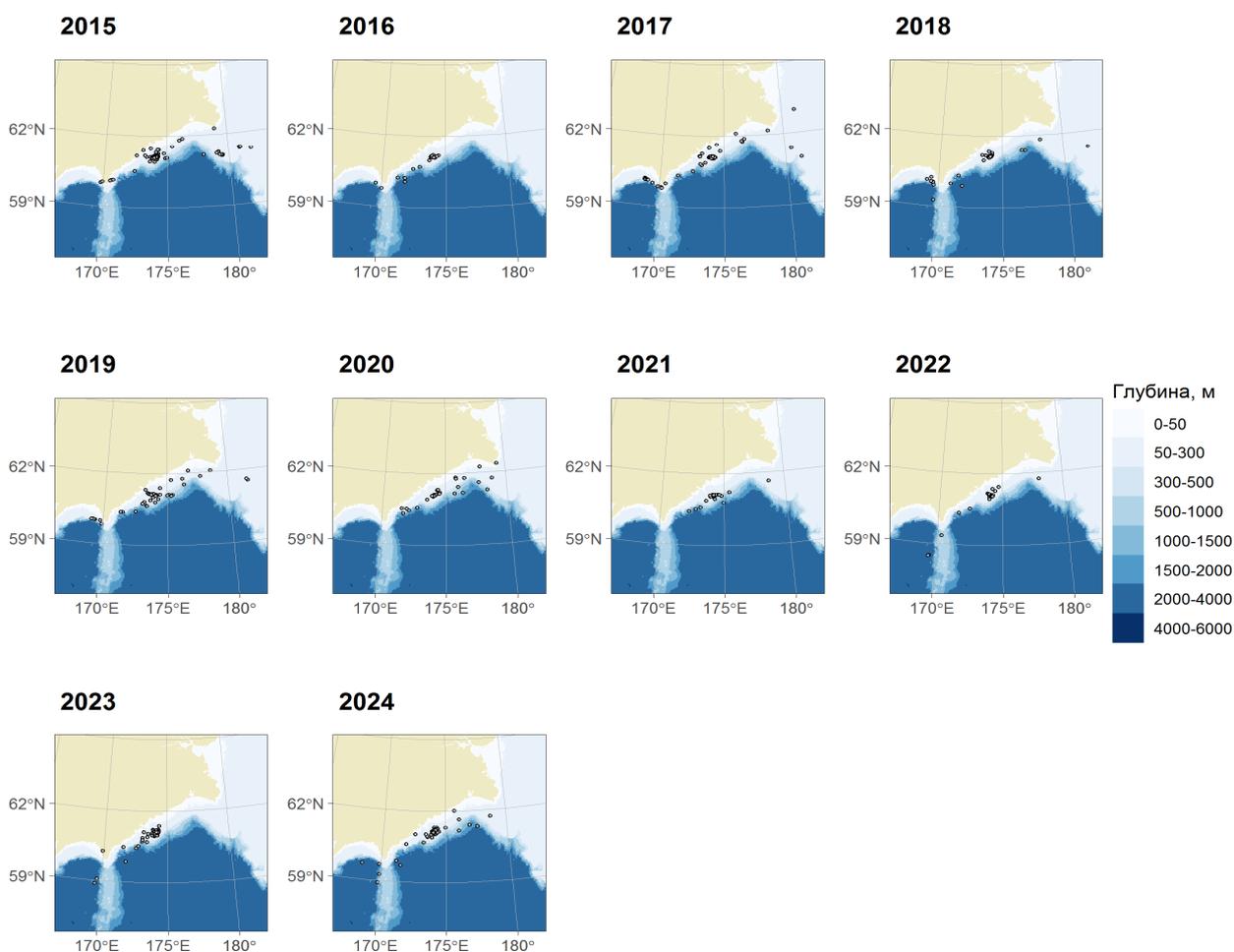


Рис. 2. Позиционирование флота на промысле краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне в 2015-2024 гг.

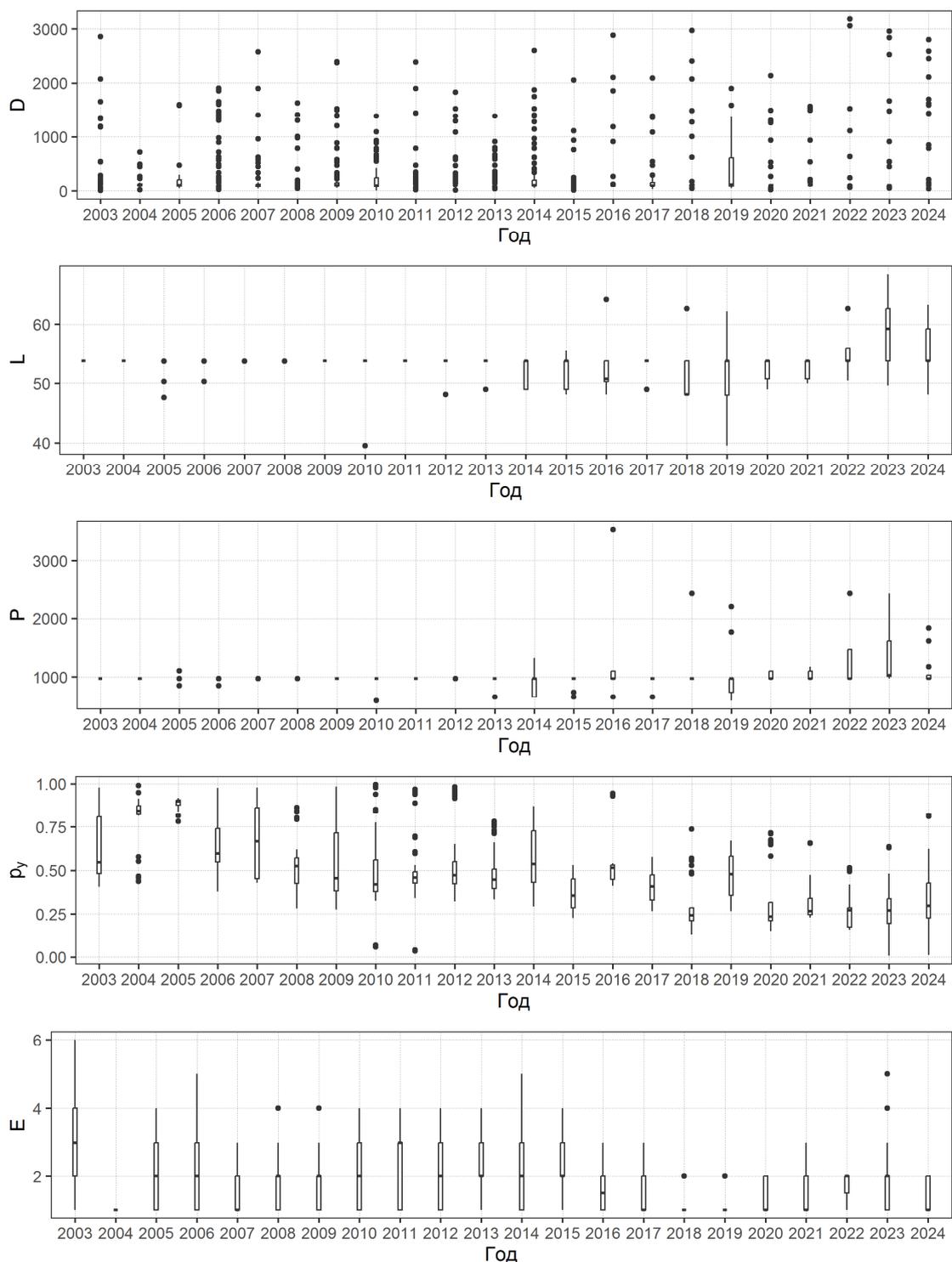


Рис. 3. Динамика значений природных и производственных факторов на промысле краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне в 2003-2024 гг. D – глубина, м, L – длина судна, м, P – мощность двигательной установки, Квт,  $p_y$  – доля года, E – промысловое усилие для судна, сутки.

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].

CPUE, catch per unit effort рассматривали как один из индексов запаса. Рассмотрено влияние на этот показатель различных факторов (табл. 1).

Таблица 1

Факторы, учтенные при стандартизации индекса обилия краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне

Переменная	Обозначение	Единицы измерения
Год	$Y$	Категориальная переменная
Широта	$\varphi$	Градусы с десятичными долями
Долгота	$\lambda$	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

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

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  $\mu_i$  – зависимая переменная,  $\beta$  – коэффициенты,  $L_{ij}$  – линейные функционалы, связанные с ковариатами.

Рассматривали следующие модели-кандидаты:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

где  $\mu(CPUE)$  – математическое ожидание интенсивности промысла,  $s$  – тонкоплечный регрессионный сплайн (TPC) [Wood, 2003].

Оценка параметров модели произведена методом максимального правдоподобия, оптимизация числа псевдоузлов TPC выполнена методом обобщенной кросс-валидации [Wood, 2004; Wood, 2011]. Для стандартизации интенсивности промысла выбирали модель с наименьшим значением информационного критерия Шварца (BIC) [Burnham, Anderson, 2002]. Наилучшую производительность показала модель (11) (табл. 2).

Таблица 2

Информационные критерии и объясненная дисперсия для моделей-кандидатов

		AIC	BIC	Var <sub>expl</sub>
<i>a</i>	(4)	9565	9707	26,1%
<i>б</i>	(5)	9551	9705	26,6%
<i>в</i>	(6)	9178	9432	35,6%
<i>г</i>	(7)	9060	9336	38,1%
<i>д</i>	(8)	9056	9312	38,1%
<i>е</i>	(9)	8956	9274	40,6%
<i>ж</i>	(10)	8958	9257	40,3%
<i>з</i>	(11)	8918	9241	41,3%
<i>и</i>	(12)	8974	9276	40,0%

Для стандартизации интенсивности промысла вычисляли ее значения для каждого года, фиксируя значения факторов на медианах. Значения факторов, использованные для стандартизации, приведены в таблице 3. Номинальные и стандартизованные значения индексов приведены на рисунке 4.

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].

Значения факторов, использованные для стандартизации индексов

Фактор	Значение
$\varphi$	174,04
$\lambda$	61,11
$D$	96,22
$d_{sin}$	0,02
$d_{cos}$	1,00
$P$	971
$E$	2

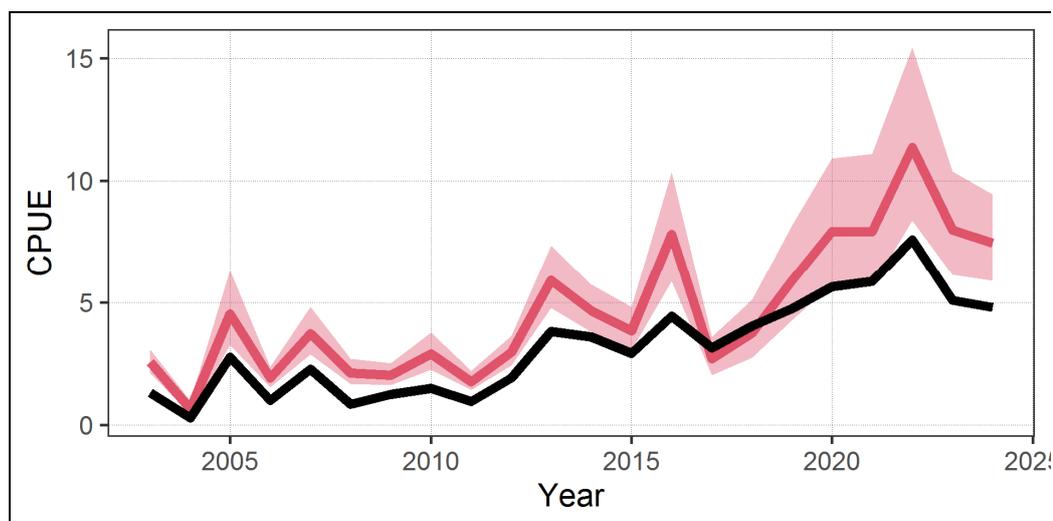


Рис. 4. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов с доверительными интервалами (красная область).

Уравнение модели имеет вид:

$$B_t = e^{-M}(1 + \rho)(B_{t-1} - Y_{t-1}) - \rho e^{-2M} \left(1 - \frac{Y_{t-1}}{B_{t-1}}\right) (B_{t-2} - Y_{t-2}) - e^{-M} \left(1 - \frac{Y_{t-1}}{B_{t-1}}\right) \rho w_{a_R-1} R_{t-1} + w_{a_R} R_t \quad (13)$$

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,  $\rho$  – коэффициент Броуди в уравнении Форда-Уолфорда.

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

$$R_t = \gamma(B_{t-a_R-1} - Y_{t-a_R-1})e^{-\delta(B_{t-a_R-1}-Y_{t-a_R-1})} \quad (14)$$

где  $\gamma$ ,  $\delta$  – коэффициенты в уравнении «запас–пополнение».

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

$$B_V = \frac{-1}{\delta} \ln \frac{(1 + \rho)e^{-M} - \rho e^{-2M}}{\gamma(w_{aR-1}\rho e^{-M} - w_{aR})} \quad (15)$$

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:

$$P_t = e^{-M}(1 + \rho)(P_{t-1} - kY_{t-1}) - \rho e^{-2M} \left(1 - \frac{kY_{t-1}}{P_{t-1}}\right) (P_{t-2} - kY_{t-2}) - e^{-M} \left(1 - \frac{kY_{t-1}}{P_{t-1}}\right) \rho w_{aR-1} R_{t-1} + w_{aR} R_t + \epsilon_1 \quad (16)$$

$$\ln r_t = \ln \gamma + \ln(P_{t-4} - kY_{t-4}) - \frac{\delta}{k} (P_{t-4} - kY_{t-4}) + \epsilon_2 \quad (17)$$

И одно уравнение наблюдения:

$$U_{i,t} = Q_i P_t + \theta_i \quad (18)$$

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,  $\epsilon_1$  и  $\theta_i$ , соответственно – шумы процессов и ошибка наблюдения. В данном случае, индексами служили оценки промысловой биомассы и численности рекрутов по материалам учетных траловых и ловушечных съёмок, полученные методом площадей, уловы на ловушку промысловых самцов и рекрутов, соответственно, в килограммах и экземплярах, по данным ловушечных съёмок 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. Промысловые показатели работы судов (табл. 4), осуществлявших промысел краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне с 2014 по 2024 гг., показывают, что в 2024 г. в Западно-Беринговоморской зоне на промысле краба-стригуна бэрди работало 12 судов, как и в 2023 году. Промысел был начат 4 января и завершился 25 октября (табл. 5).

По результатам учетных донных траловых съёмов, выполненных в Западно-Беринговоморской зоне в июле-августе 2024 г. на НИС «Дмитрий Песков» и НИС «ТИНРО», численность промыслового запаса краба-стригуна бэрди составила 8,2 млн экз. (6,2 тыс. т) (рис. 5).

Таблица 4

Промысловые показатели работы судов в Западно-Беринговоморской зоне  
в 2014-2024 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

Таблица 5

Промысловые показатели работы судов в Западно-Беринговоморской зоне  
в 2024 г. на промысле краба-стригуна бэрди

Месяц	Количество судов	Вылов, т	Средний улов на судосутки, т	Количество судосуток
Январь	1	3,752	0,62	6
Февраль	1	76,416	6,36	12
Март	1	36,251	4,02	9
Апрель	3	157,511	8,29	19
Май	3	95,290	5,29	18
Июнь	4	95,399	4,54	21
Октябрь	1	24,118	8,03	1



Рис. 5. Динамика промыслового запаса самцов краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне в 1998-2024 гг.

Минимальная численность промыслового запаса отмечена в 2016 г., составив 2,1 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.

Степень промыслового освоения ОДУ краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне в последние годы показана на *рисунке 6*. За период промысла с 2014 по 2024 гг. минимальное освоение ОДУ составило 88,8%, а максимальное – 98,4%.

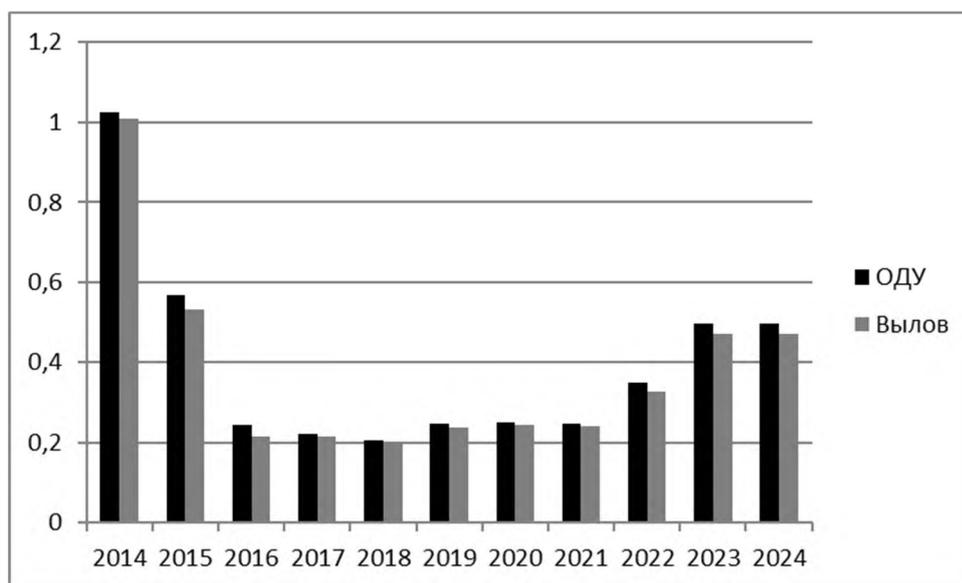


Рис. 6. ОДУ и вылов промысловых самцов краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне в 2014-2024 гг. По оси абсцисс – годы, по оси ординат – тыс. т.

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.

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 Корякском подрайоне, на акватории с координатами 173°40,0'–174°30,0' в.д., 60°50,4'–61°31,0' с.ш. (*рис. 7*). На этом участке шельфа было отмечено два скопления промысловых самцов краба-стригуна бэрди высокой плотности: на глубинах 80-85 м и на глубинах 90-95 м. На остальной части исследованной акватории Западно-Беринговоморской зоны плотность распределения промысловых самцов краба-стригуна бэрди не превышала 2 тыс. экз./кв. милю, при этом в Наваринском и Корякском подрайонах плотность распределения на большей части акватории не превышала 100 экз./кв. милю.

В траловых уловах отмечены самцы краба-стригуна бэрди с ШК от 10 до 165 мм, средняя ШК самцов составила 91,5 мм (*рис. 8*).

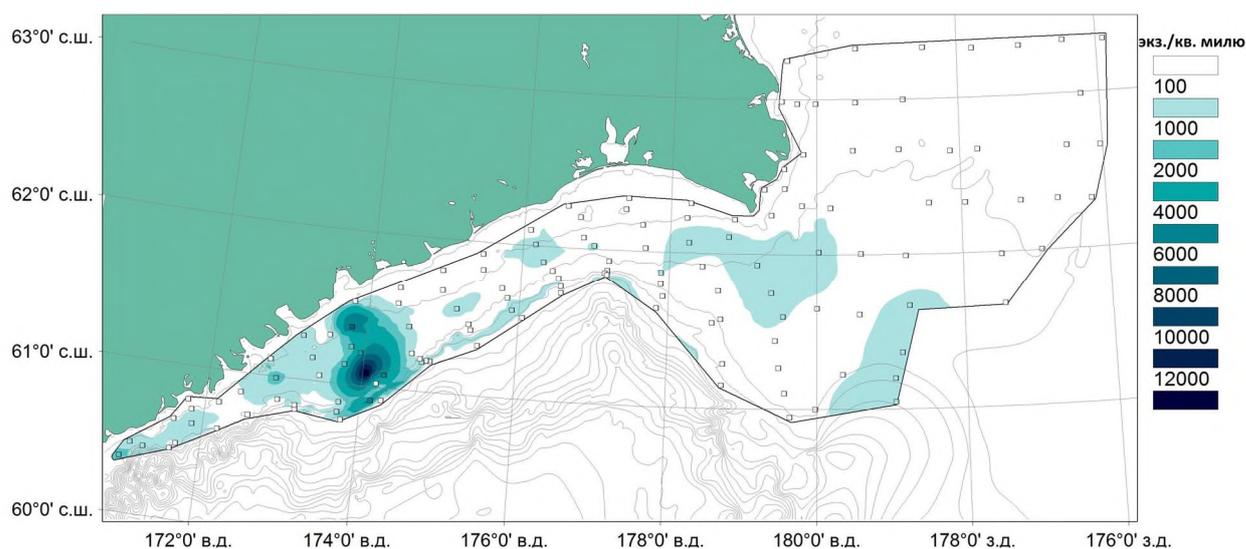


Рис. 7. Пространственное распределение промысловых самцов (ШК  $\geq 120$  мм) краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне, по результатам учетной донной траловой съемки на СРТМ «Валерий Маслаков» в сентябре 2021 г.

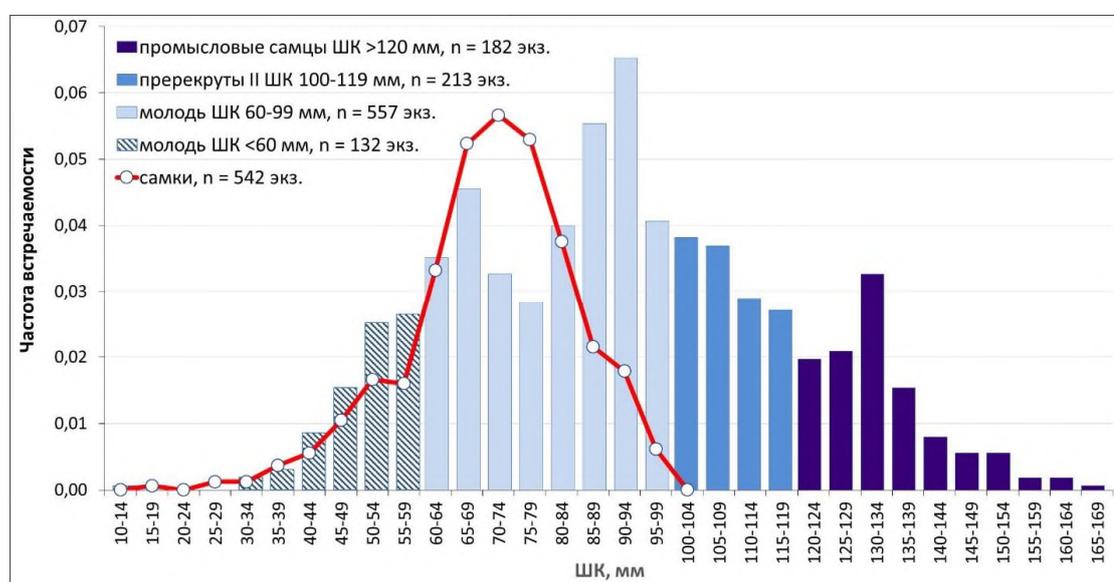


Рис. 8. Размерный состав краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне, по результатам учетной донной траловой съемки на СРТМ «Валерий Маслаков» в сентябре 2021 г.

Доля промысловых самцов в уловах составила 9,2% от общего количества самцов краба-стригуна бэрди. Среди промысловых самцов преобладали особи с ШК 130-134 мм, средняя ШК промысловых самцов составила 133,4 мм. Наиболее крупные промысловые самцы отмечены в Корякском подрайоне, где средняя ШК промысловых особей составила 133,9 мм.

В 2024 г. самцы промыслового размера встречены только на корякском шельфе, на 16 станциях, с плотностью от 58 до 9910 экз./км<sup>2</sup> (среднее – 1293,1 экз./км<sup>2</sup>), на площади 17,6 тыс. км<sup>2</sup>. Максимальная плотность отмечена на траверзе б. Дежнёва, в координатах 61°03' с.ш., 174°14' в.д., на глубине 120 м (рис. 9). Самцы непромыслового размера встречались только на корякском шельфе, на 28 станциях, с обилием 36-3480 экз./км<sup>2</sup> (среднее –

403,7 экз./км<sup>2</sup>), площадь их распределения составила 25,6 тыс. км<sup>2</sup>. За период проведения донной траловой съемки в Западно-Беринговоморской зоне на судне «Дмитрий Песков», в июле-августе 2024 г., в траловых уловах отмечены самцы краба-стригуна бэрди с ШК от 24 до 160 мм, средняя ШК самцов составила 120,1 мм. Доля промысловых самцов в уловах составила 66,5 % от общего количества самцов краба-стригуна бэрди. Средняя ШК промысловых самцов составила 131,5 мм.

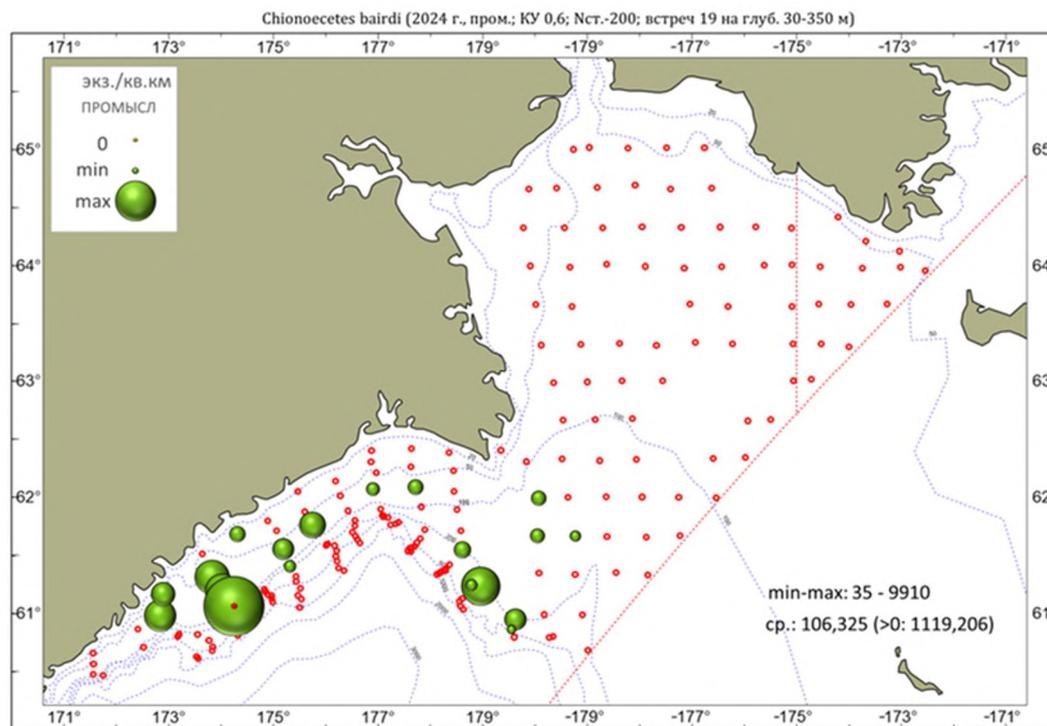


Рис. 9. Распределение (экз./км<sup>2</sup>) промысловых самцов краба-стригуна бэрди в Анадырском заливе и на Корякском шельфе в июле-августе 2024 г.

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) (рис. 10). 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.

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.

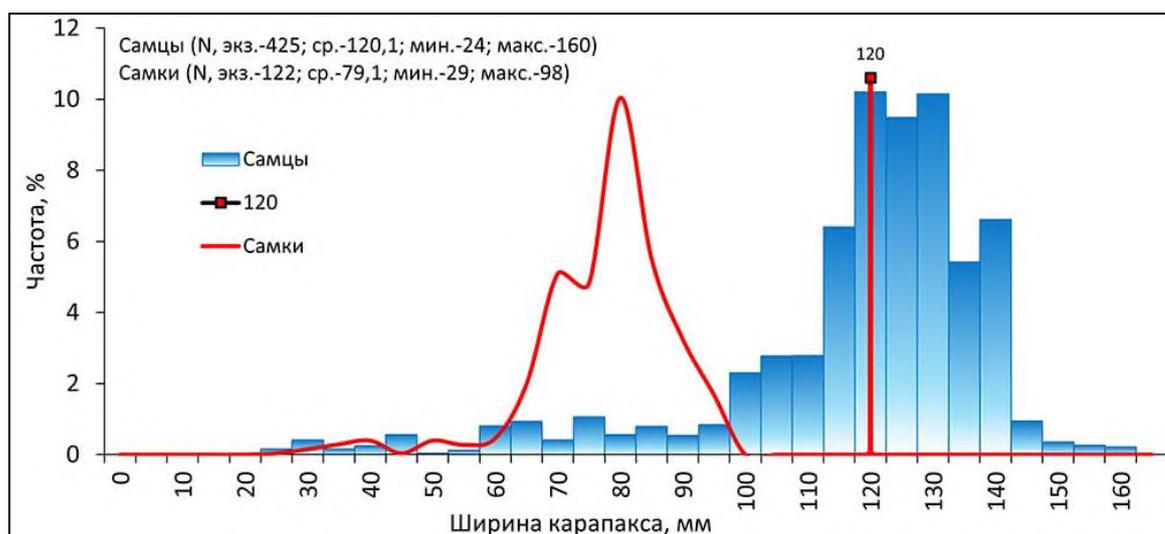


Рис. 10. Размерный состав краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне, по результатам учетной донной траловой съемки на НИС «Дмитрий Песков» в июле-августе 2024 г.

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 промышленному 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 11.

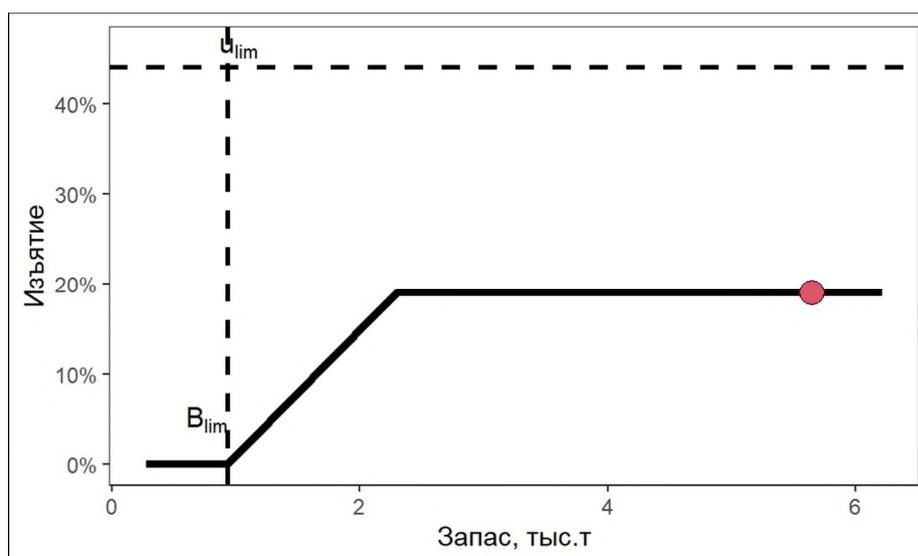


Рис. 11. Графическое представление ПРП для краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне.

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 2024 г., полученная по результатам моделирования, находится в 95% доверительном интервале 4,56-7,61 тыс. т (6,51-10,85 млн экз.), в среднем – 6,086 тыс. т (8,681 млн экз.). Оценка ожидаемой в 2026 г. величины запаса находится в доверительном интервале 3,16-9,34 тыс. т (4,51-13,32 млн экз.), в среднем – 6,338 тыс. т (9,041 млн экз.) (рис. 12).

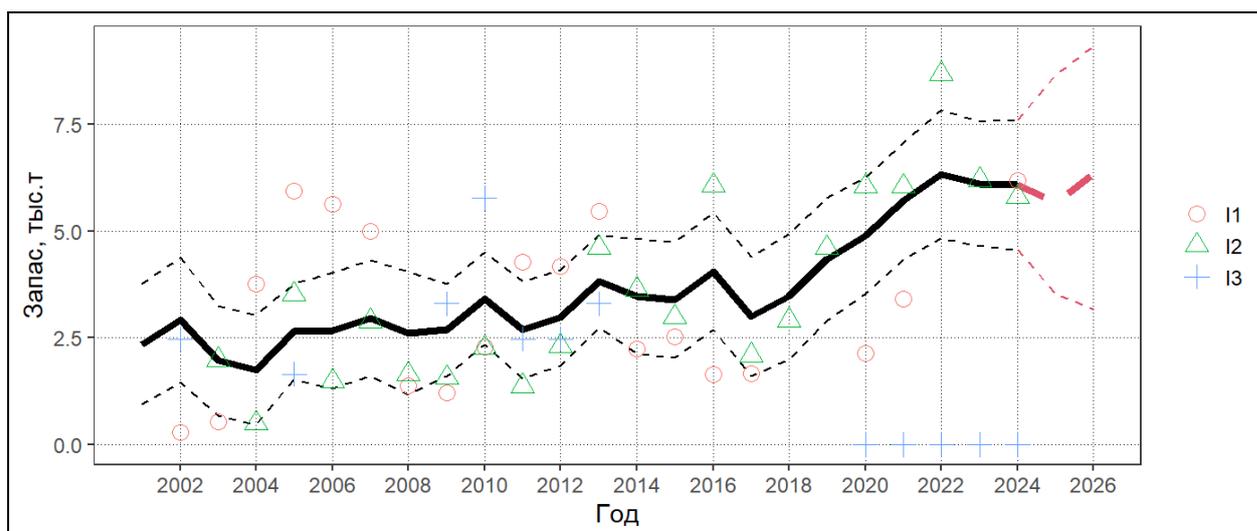


Рис. 12. Динамика промысловой биомассы. I1 – оценки запаса, I2 – интенсивность промысла.

Обоснование объема ОДУ. Результаты учетной донной траловой съемки, выполненной на судах «Дмитрий Песков» и «ТИНРО» в июне-

августе 2024 года, показали хорошее состояние запаса краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне. Оценка промыслового запаса, полученная в 2024 году, почти в 2 раза превышает оценки 2021 года.

Оценка ожидаемой в 2026 г. величины запаса краба-стригуна бэрди, полученная по результатам моделирования, составляет 6,338 тыс. т (9,041 млн экз.), что превышает целевой ориентир управления (2,3 тыс. т) и позволяет применять целевой коэффициент изъятия (19%).

При таком подходе, на 2026 год к вылову может быть рекомендовано 1,204 тыс. т краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне, что превышает утвержденную на 2025 г. величину ОДУ на 75,8% (0,519 тыс. т).

Вместе с тем, предельный уровень ежегодного изменения ОДУ, установленный Правилами регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов для данной единицы запаса составляет  $\pm 42\%$ , что позволяет рекомендовать увеличение ОДУ на 2026 год от уровня 2025 года на 0,288 тыс. т – до 0,973 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне на 2026 г. в объеме 0,973 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов. Ожидаемая в 2026 г. величина запаса краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне демонстрирует довольно большую неопределенность, при этом, риск достижения биомассой граничного ориентира отсутствует (*рис. 13*).

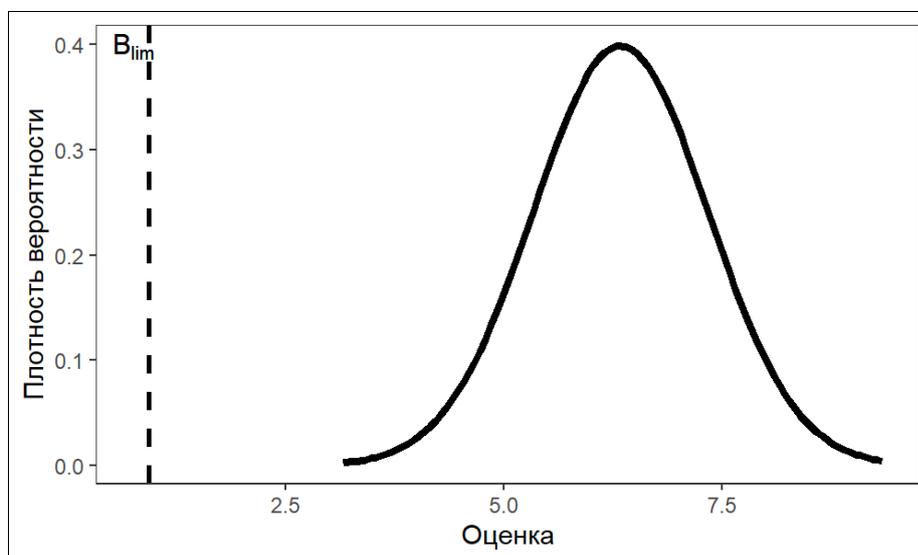


Рис. 13. Распределение вероятности для ожидаемой биомассы запаса краба-стригуна бэрди в Западно-Беринговоморской зоне.

## Краб-стригун бэрди (*Chionoecetes bairdi*)

61.02 – зона Восточно-Камчатская

61.02.1 – подзона Карагинская

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

Куратор: Д.О. Сологуб (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Для подготовки обоснования ОДУ краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне на 2026 г. использованы данные учетных донных траловых съемок, выполненных в 2021 и 2024 гг. В 2022 и 2023 гг. исследования, направленные на оценку состояния популяции крабов-стригунов в Карагинской подзоне, не проводились.

В осенний период 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 около 17,5 тыс. км<sup>2</sup> (рис. 1А), биологическому анализу подвергнуто 1922 экз. краба-стригуна бэрди.

В августе 2024 г. донная траловая съемка в Карагинской подзоне выполнена на НИС «Дмитрий Песков». В ходе съемки было выполнено 68 контрольных тралений на глубинах 13-259 м. Исследованиями была охвачена акватория около 16,0 тыс. км<sup>2</sup> (рис. 1Б), биологическому анализу подвергнуто 1256 экз. краба-стригуна бэрди.

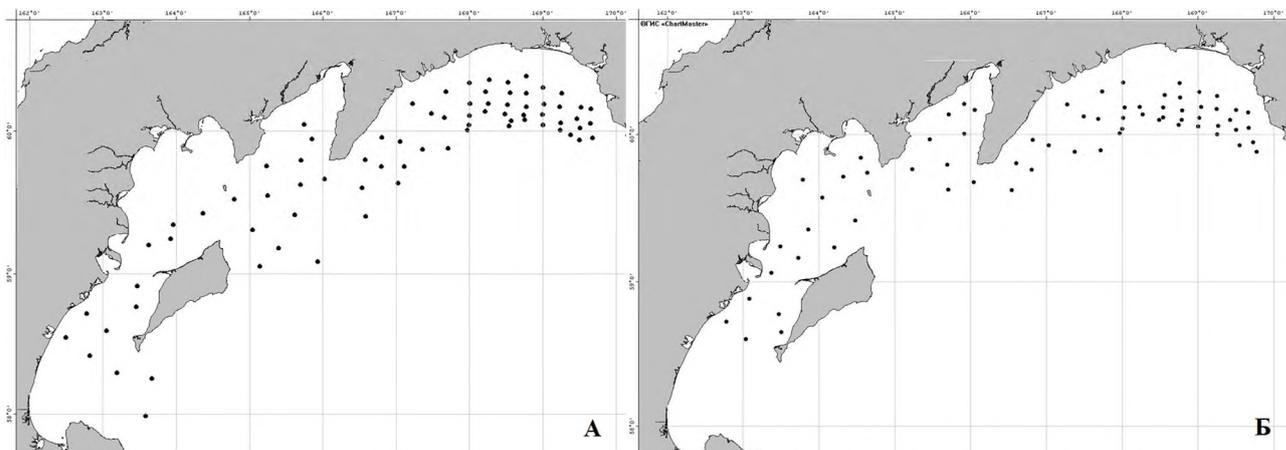


Рис. 1. Карта-схема контрольных траловых станций в Карагинской подзоне, выполненных на СРТМ «Валерий Маслаков» в 2021 г. (А) и НИС «Дмитрий Песков» в 2024 г. (Б).

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.

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 бэрди.

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 до недавнего времени являлись систематические перевозки уловов в соседний промысловый район (зона Западно-Беринговоморская) и подмена вылова одного вида краба-стригуна другим, которые в отдельные годы носили массовый характер. Для предотвращения «перевозки» уловов в 2015 г. действовал запрет на добычу крабов-стригунов в Западно-Беринговоморской зоне на участке к западу от 172°30' в.д., который, по итогам последующего анализа дислокации судов на промысле, показал свою эффективность (Приказ Минсельхоза России № 517 от 22.12.2014 г.). Данная мера регулирования с 2019 г., на постоянной основе, закреплена в правилах рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна.

К настоящему времени получены оценки реального вылова, сведения о фактических уловах на единицу усилия, однако, неопределенности в оценках вылова и уловов на усилие остаются.

Учитывая вышеизложенное, структура и качество доступного информационного обеспечения для данного запаса соответствуют III уровню (прил. 1 к Приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.), что исключает использование моделей эксплуатируемого запаса. Обоснование строится на эмпирических, трендовых, индикаторных и других приближенных методах, применяемых в случае дефицита информации.

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

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:  $ОДУ_y = \alpha C_{y-1}$ , где  $C_{y-1}$  – улов за предыдущий год,  $\alpha$  – 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  $yr_s$ ).

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  $\mu$  – среднее значение,  $\sigma_c$  – 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).

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

Примечание: \* – среднее значение по двум смежным годам.

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

Следует 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 гг. взяли средние величины по двум смежным годам.

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.

Результаты расчетов реального вылова краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне представлены на *рисунке 2*.

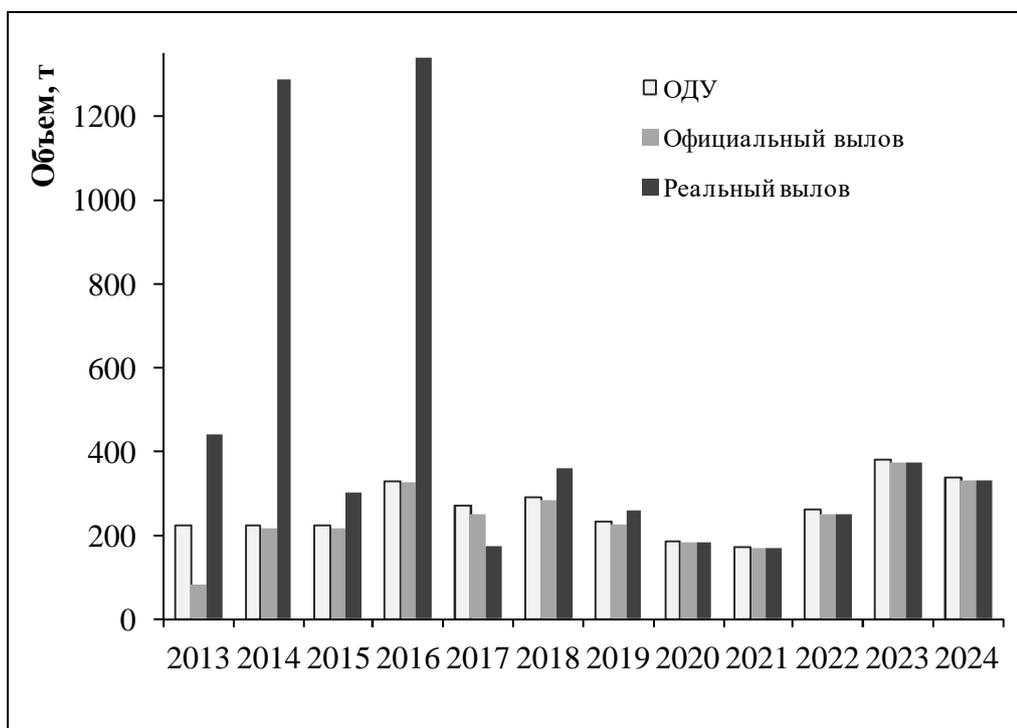


Рис. 2. Результаты расчетов реального вылова краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне в 2013–2024 гг.

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. 3).

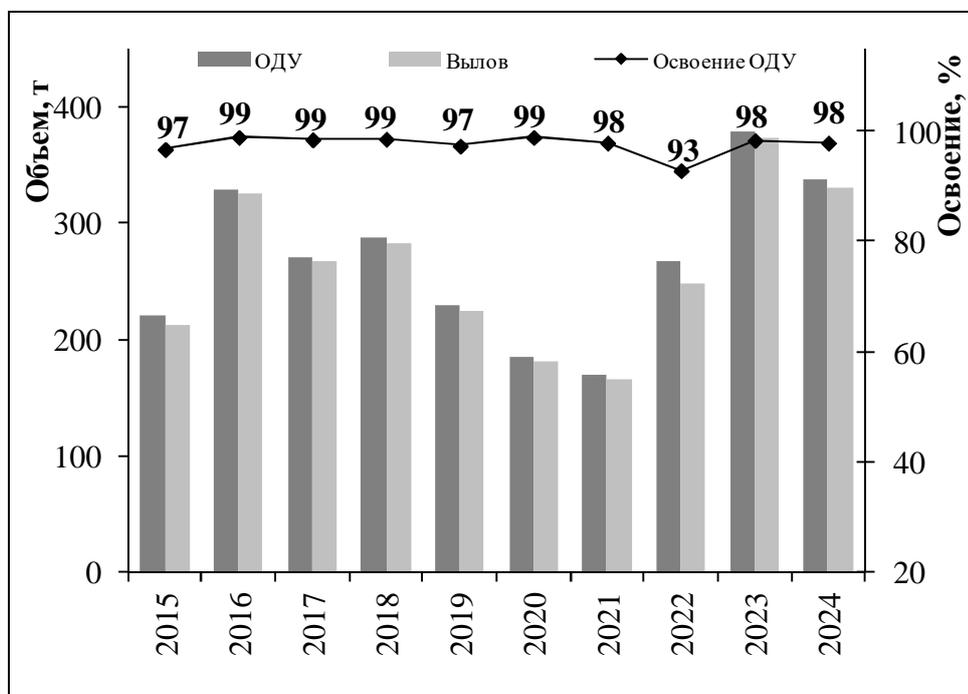


Рис. 3. Динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне.

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 2015-2024 гг., по данным ОСМ

Год	Кол-во судов, ед.	Вылов за год, т	Вылов на с/с средний, т
2015	4	213	4,5
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

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./км<sup>2</sup>).

В отличие от предыдущих лет, в 2024 г. наивысшая плотность промысловых самцов (8,00 тыс. экз./км<sup>2</sup>) 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., 167 м) - плотность промысловых самцов достигала лишь 6,09 тыс. экз./км<sup>2</sup>.

Размерный состав самцов в уловах трала в последние три года исследований представлен на *рисунке 4*. 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 молодь.

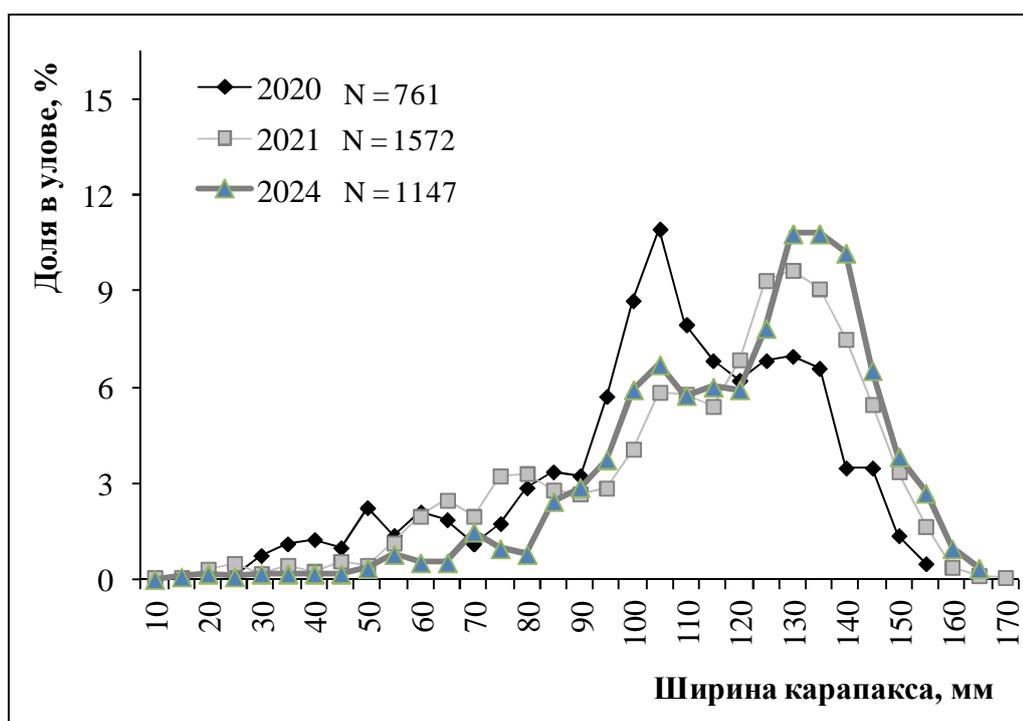


Рис. 4. Размерный состав самцов краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне в 2020, 2021 и 2024 гг., по данным траловых учетных съемок.

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 продолжает находиться на сравнительно высоком уровне, оцененном в объеме 5,398 млн экз.

В 2019-2021 и 2024 гг. отмечается 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 гг. – уже 9,2 и 7,7 млн экз. (табл. 3). По всей видимости, в 2022-2023 гг., благодаря высоким оценкам численности промысловой части популяции, а также ближайшего и дальнего пополнения, промысловый запас находился на высоком уровне.

Таблица 3

Оценки численности функциональных групп краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне, по данным учетных траловых съемок в 2019-2021 и 2024 гг. (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

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. 5).

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.

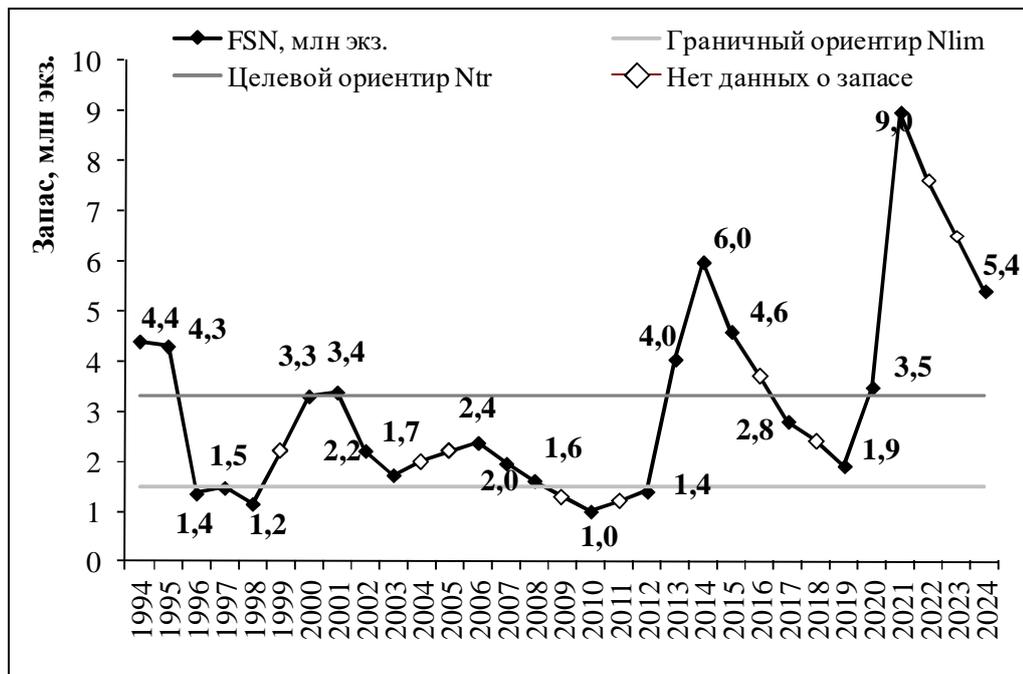


Рис. 5. Биологические ориентиры управления, рассчитанные методом перцентилей, на основе динамики численности промыслового запаса краба-стригуна бэрди в Олюторском заливе в 1994-2021 гг.

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 (ПРП) краба-стригуна бэрди Карагинской подзоны, цель которого – вывод запаса на уровень высокой продуктивности и последующая его эксплуатация на этом уровне.

Аналитическая форма ПРП 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 2025-2026 гг., особенно учитывая отсутствие индекса запаса в 2022-2023 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 крабов-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 краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне были недоучтены. Подобная ситуация была отмечена, например, в Камчатско-Курильской подзоне в 2018-2019 гг.

После «взрывного» роста ресурсов краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне, зафиксированного в 2021 г., прогнозировалось постепенное снижение численности промысловых самцов в 2022-2023 гг. (рис. б). Снижение уловов на усилие в 2022-2023 гг., по сравнению с 2020-2021 гг., подтверждало предположение о снижении запаса в эти годы.

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. Соответственно, в большую сторону были переоценены и отсутствующие индексы в 2022-2023 гг.

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

Можно считать, что применительно к стригунам, для которых прогноз на 2 года вперед – задача очень сложная, применение «предосторожного» подхода к прогнозу промыслового запаса представляется более чем оправданным.

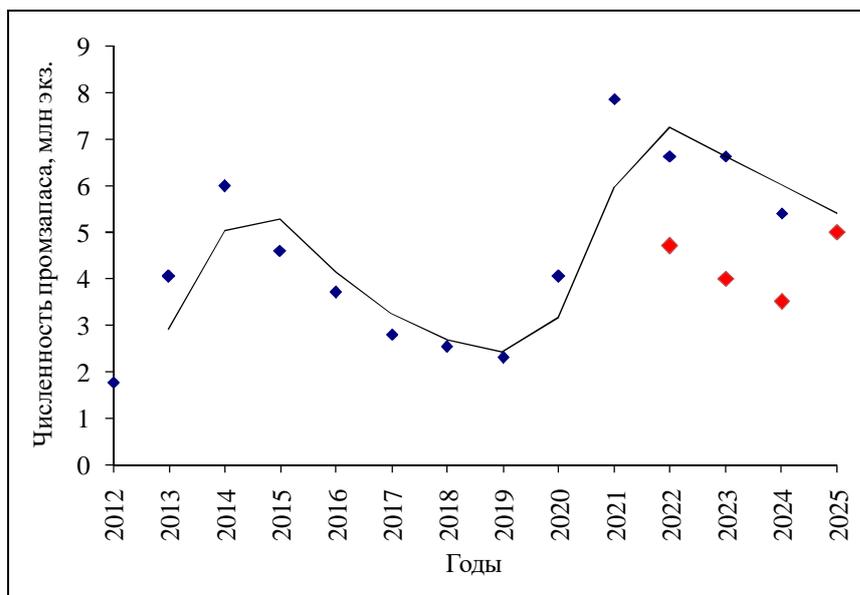


Рис. 6. Межгодовая динамика индекса численности промысловых самцов краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне (синие многоугольники – фактические значения, красные – прогнозные).

Обоснование объема ОДУ. Посредством пакета DLMtool оценили ОДУ краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне на 2026 г., методом Iteratio. При этом допустили, что в 2025 г. вылов будет соответствовать утвержденному ОДУ, равному 338 т, а величина индекса – 5,0 млн экз. В графическом виде результаты расчетов представлены на *рисунке 7*.

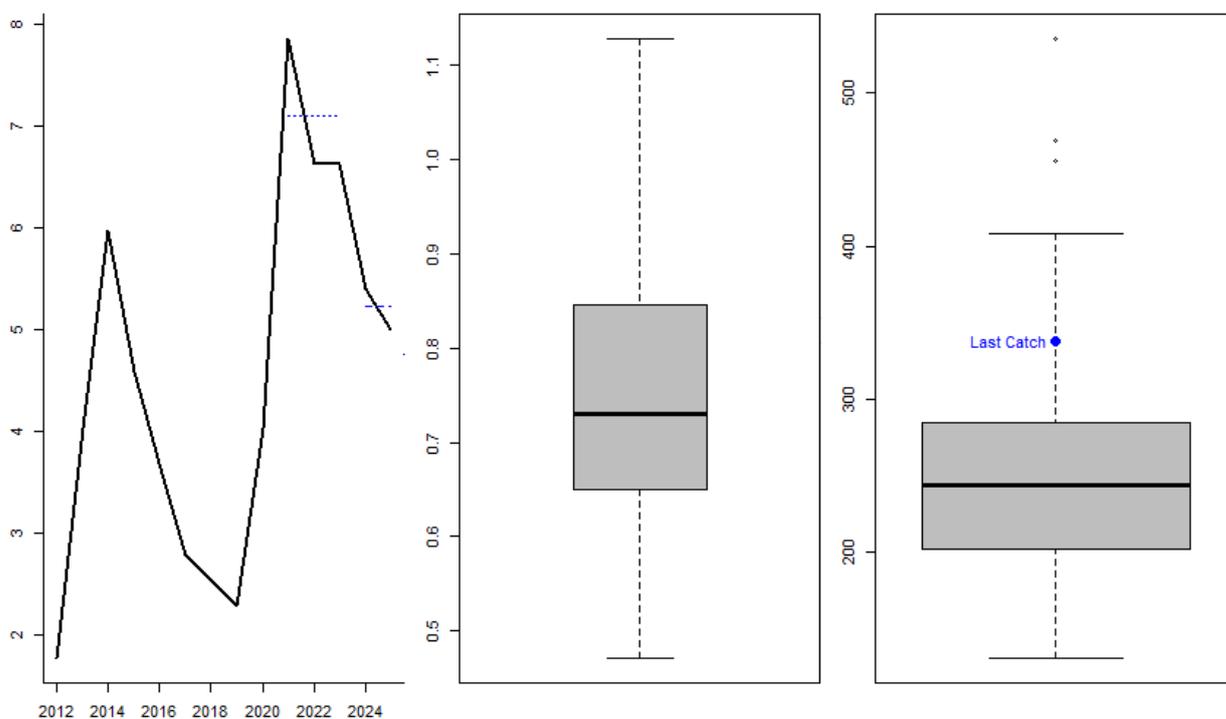


Рис. 7. Результаты расчета ОДУ краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне методом Iteratio.

Полученная с помощью этого метода медианная оценка составила 264,47 т (стандартное отклонение – 64,49) или, округленно – 264 т.

Вместе с тем, 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. численность пререкрутов достигла максимальных значений с 2019 г.

Высокие оценки численности ближайшего пополнения запаса, полученные по данным съемки 2024 г., свидетельствуют о стабильном состоянии запаса краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне. В связи с этим, на 2026 г. рекомендуется сохранить величину ОДУ на уровне 2025 г. – в объеме 0,338 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна бэрди в Карагинской подзоне на 2026 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)

Куратор: Д.О. Сологуб (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Основой для подготовки прогноза по крабу-стригуну бэрди Петропавловско-Командорской подзоны на 2026 г. послужили данные учетных съемок (донной траловой и ловушечной), проведенных Камчатским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» (КамчатНИРО) в весенне-летний период 2024 г.

В ходе ловушечной съемки осуществлена постанковка–выборка 50 контрольных порядков в координатах  $52^{\circ}57' - 54^{\circ}00'$  с.ш.,  $159^{\circ}23' - 160^{\circ}17'$  в.д., на изобатах 22-100 м, обследована акватория площадью около  $1650 \text{ км}^2$  (рис. 1).

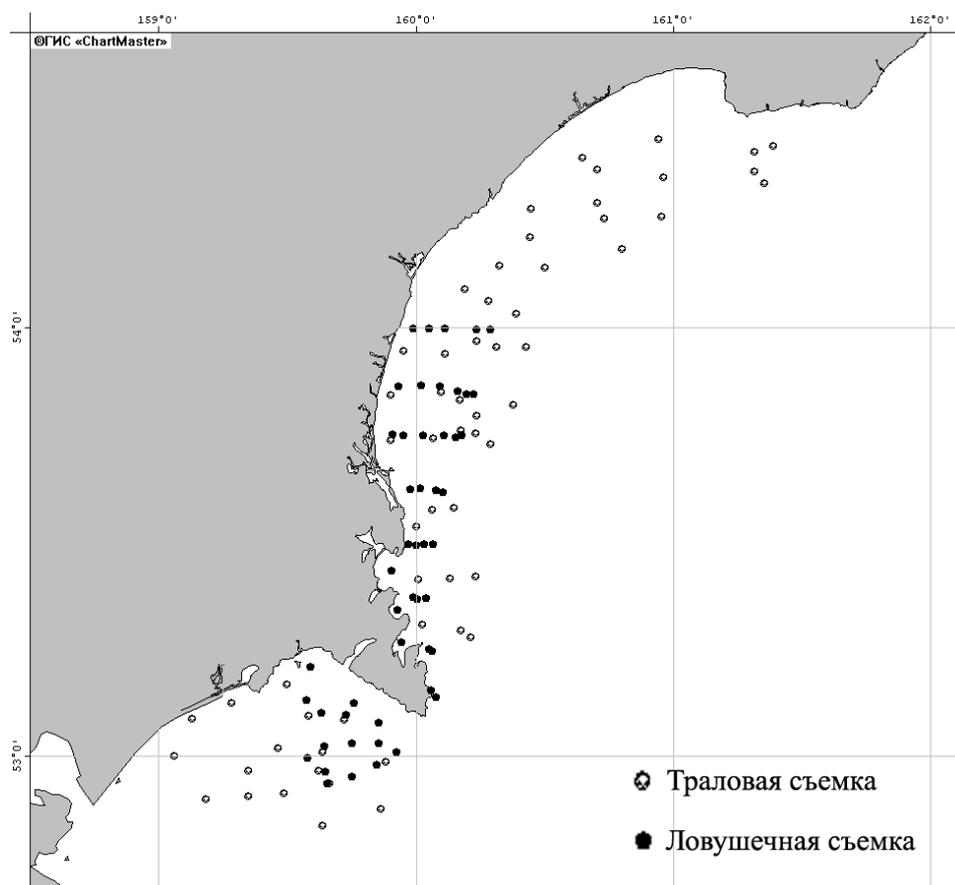


Рис. 1. Карта-схема расположения станций учетных донной траловой и ловушечной съемок в Петропавловско-Командорской подзоне в весенне-летний период 2024 г.

Биологическому анализу подвергнуто 3998 экз. краба-стригуна бэрди. Площадь облова одной конусной ловушки для крабов-стригунов Берингова моря и тихоокеанских вод, прилегающих к Камчатке, принимается равной

4100 м<sup>2</sup>. 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 62 учетных траления, в координатах 52°50'-54°26' с.ш., 159°03'-161°24' в.д., на глубинах 28-214 м, обследована акватория площадью около 5290 км<sup>2</sup>. Биологическому анализу подвергнуто 5165 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.

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: 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 Приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, минимальные требования к составу информации для II уровня – исторические ряды вылова и уловов на единицу промыслового усилия. Такие данные для краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне имеются, но только 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 (всего 7) для того, чтобы считать ее устойчивой и достоверной. Для перехода на производственные модели необходимо не менее 10 лет наблюдений.

Учитывая вышеизложенное, структура и качество доступного информационного обеспечения для данного запаса соответствуют III уровню

(прил. 1 к Приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.), что исключает использование моделей эксплуатируемого запаса. Обоснование строится на эмпирических, трендовых, индикаторных и других приближенных методах, применяемых в случае дефицита информации.

Обоснование выбора методов оценки запаса. 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. 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;

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

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

$\alpha$  – 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 лог-нормальному закону:  $\varepsilon_y^C \sim N(\mu, \sigma_C^2)$ , где  $\mu$  – среднее значение,  $\sigma_C$  – 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).

Для обоснования ОДУ краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне на 2026 г. использован метод ICI2.

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 [Бизиков, Поляков, 2004]. При построении карт распределения и расчете запаса в программе «КартМастер» выставляли следующие параметры: размерность сетки – 500x500, параметр сглаживания – 0, параметр влияния глубины – 500.

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 <sup>2</sup>	Средняя плотность, т/км <sup>2</sup>
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

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. – 85%.

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-стригуна. 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 № 567 от 11.12.2018 г.). 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) (рис. 2, табл. 2).

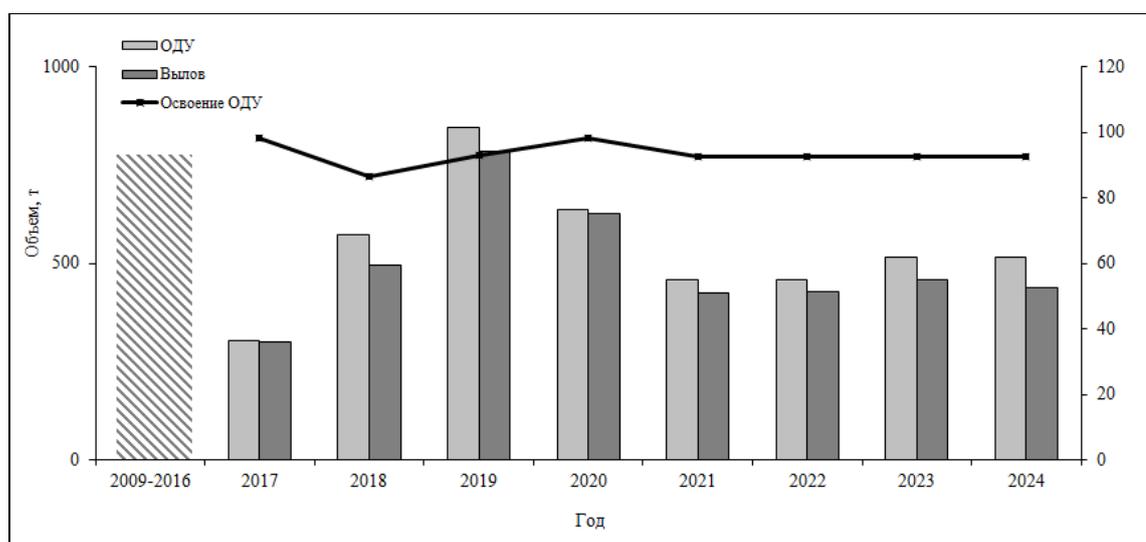


Рис. 2. Динамика ОДУ, официального вылова и освоения ОДУ краба-стригуна бэрди в 2009-2024 гг. в Петропавловско-Командорской подзоне.

Таблица 2

Вылов, количество судов на промысле и средний вылов на судосутки краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне в 2008-2024 гг.

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		
2008	III июнь	2		8 (10)	69 (90)	0	77	2,2
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

В 2024 г. количество судов на промысле, по сравнению последними двумя годами, увеличилось до 8 единиц (в 2021 г. – 9 судов, в 2022 г. – 6

судов, в 2023 г. – 5 судов). В период промысла работали исключительно среднетоннажные суда трёх типов – СРТМ, СРТР и СТР. Из них 2 судна – серийные, отечественной постройки, модернизированные под лов крабов СТР типа «Альпинист» пр. 503 и СРТР типа «Баренцево море» пр. 133. Остальные суда типа СРТМ являются несерийными, переоборудованными для перевозки краба в живом и мороженном виде.

Согласно ОСМ, в 2024 г. промысел краба-стригуна бэрди велся, преимущественно, в Кроноцком заливе, в диапазоне глубин 100-200 м. Максимальные показатели суточного вылова, свыше 13 т, отмечались в феврале на глубине свыше 110 м. Наибольший вылов отмечен в январе (254 т). Окончание промысла зафиксировано в конце второй декады февраля.

В 2019-2020 гг. отмечалась тенденция снижения вылова на судосутки, этот показатель в 2019 г. составлял, в среднем, 2,7 т (рис. 3). У судна, выпускающего мороженую продукцию, вылов за судосутки изменялся не так внушительно и составил 6,0 т. Значительное снижение суточного вылова отмечалось для судов, которые перевозили краба-стригуна в живом виде.

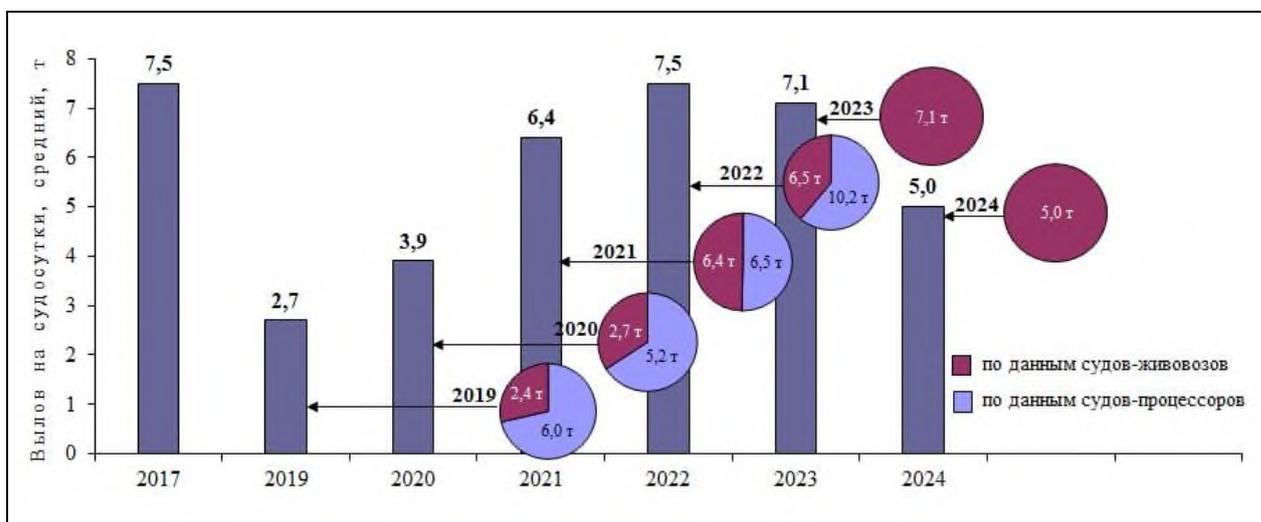


Рис. 3. Средний вылов краба-стригуна бэрди на судосутки по данным ОСМ в 2017-2024 гг.

Средний вылов на судосутки для таких судов составил 2,4 т. В 2020 г., несмотря на небольшое увеличение среднего вылова, данная тенденция продолжилась: значение среднего вылова краба-стригуна на судосутки оставалось невысоким за счет низкого показателя у судов-живовозов, при этом, у процессоров средний вылов на судосутки практически не изменялся. Подобная ситуация в большей степени объяснялась строгой сортировкой поднимаемого на борт краба-стригуна, обусловленной жесткими требованиями, предъявляемыми к живой продукции. Начиная с 2021 г., наблюдается увеличение среднего вылова на судосутки до 6,4 т, при этом, показатель практически одинаков для судов-живовозов и судов-процессоров. Согласно данным 2022 г., средний вылов на судосутки увеличился до 7,5 т. При этом, как и в прошлые годы, отмечался меньший показатель среднего вылова на судосутки для судов, которые перевозили краба-стригуна в живом виде (6,5 т), в отличие от судна-процессора, у которого вылов на судосутки

был значительно выше – 10,2 т. В 2023 г. средний вылов на судосутки составил 7,1 т, а на промысле работали только суда, которые перевозили краба в живом виде. В 2024 г. средний вылов на судосутки снизился до 5 т, весь краб в этом году транспортировался в живом виде.

По данным учетных ловушечных работ, распределение промысловых самцов краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне в 2024 г. несколько отличалось от данных предыдущих лет. Если в прошлые годы наиболее плотные концентрации промысловых самцов отмечались в северной части Авачинского залива, то в 2024 г. отмечено заметное увеличение их плотности в Кроноцком заливе, в южной его части. Максимальная плотность распределения промысловых самцов в этом районе зафиксирована в координатах 53°45' с.ш., 160°09' в.д., на глубине 92 м, где она составила 13900 экз./км<sup>2</sup>. В среднем, на всей исследованной акватории Кроноцкого залива плотность распределения промысловых самцов составила 2649 экз./км<sup>2</sup>. Средний улов в этом районе был равен 10,5, а максимальный – 57,0 экз./лов./сут. В Авачинском заливе наиболее плотные промысловые концентрации краба-стригуна бэрди в 2024 г. отмечались на глубинах свыше 70 м. Средняя плотность распределения в северной части Авачинского залива была равна 2109 экз./км<sup>2</sup>. Максимальная плотность распределения отмечена в координатах 52°58' с.ш., 159°39' в.д., на глубине 82 м (9687 экз./км<sup>2</sup>). Средний улов в этом районе составил 7,7, а максимальный – 39,7 экз./лов./сут.

На *рисунке 4* представлена динамика средних уловов на ловушку (по данным НИР) с 2014 по 2024 гг. в Петропавловско-Командорской подзоне на всей исследованной акватории. В 2024 г., как и в 2023 г., наблюдается небольшое снижение среднего улова на ловушку, по сравнению с резким увеличением данного показателя в 2022 г. Вместе с тем, в последние два года этот показатель продолжает оставаться на высоком уровне.

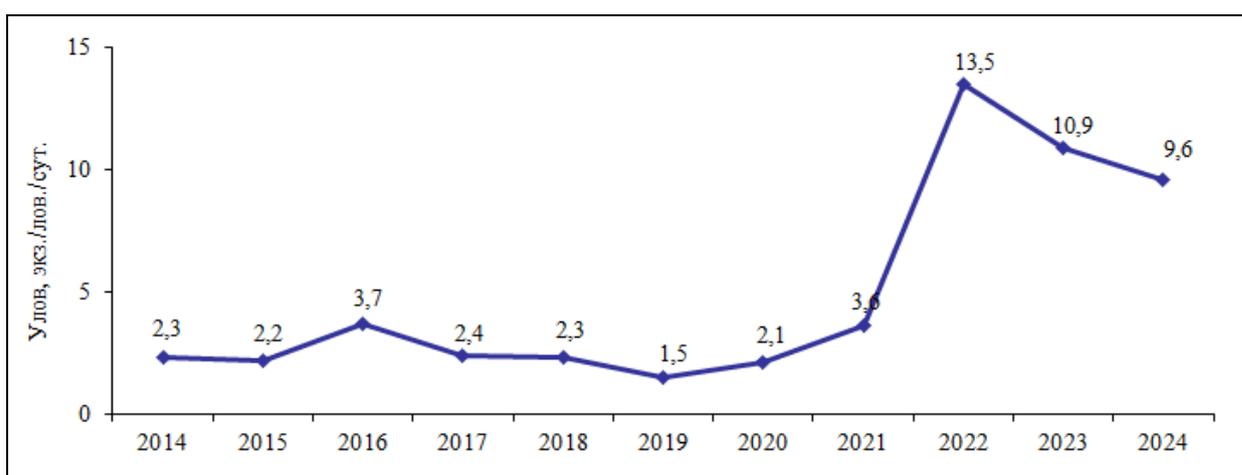


Рис. 4. Средний улов на коническую ловушку в сутки краба-стригуна бэрди в 2014-2024 гг. в Петропавловско-Командорской подзоне, по данным учетных ловушечных съемок.

В 2024 г. ширина карапакса самцов в уловах, по данным учетной ловушечной съемки, варьировала от 70 до 169 мм (*рис. 5*). Средний размер промыслового самца, по сравнению с данными последних лет, не претерпел

значительных изменений и был равен 134,2 мм (в 2023 г. – 135,1 мм, в 2022 г. – 134,4 мм, в 2021 г. – 131,4 мм). Средняя масса промыслового самца в 2024 г., по данным НИР, составила 0,84 кг.

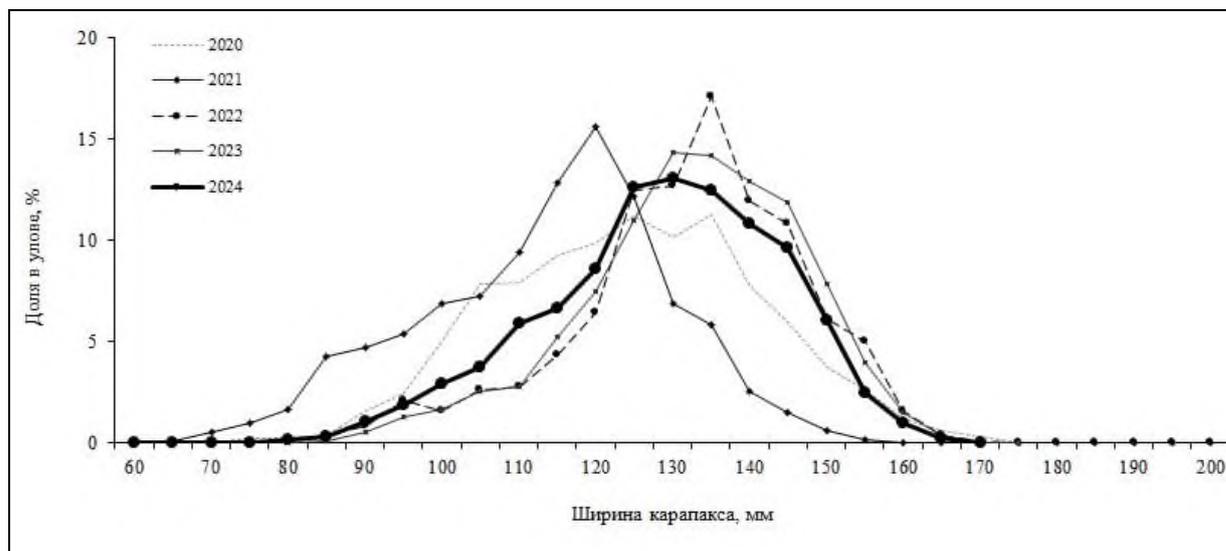


Рис. 5. Размерный состав самцов краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне, по данным ловушечных съемок.

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 (2013-2024 гг.). Для этого оговорен 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. 6). Его площадь составляет около 1610 км<sup>2</sup>.

В результате проведения анализа уловов и распределения краба-стригуна в пределах выбранного полигона, отмечено, что в 2024 г. плотность и промысловый запас несколько снизились, по сравнению с показателями 2023 г., но остаются на достаточно высоком уровне, по сравнению с результатами прошлых лет (табл. 3).



Рис. 6. Карта-схема расположения полигона исследований в Петропавловско-Командорской подзоне.

Таблица 3

Результаты расчета средней плотности и запаса краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне на выбранном полигоне в 2013-2024 гг.

Годы	Средняя плотность, экз./км <sup>2</sup>	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

В результате учетной траловой съемки удалось выяснить соотношение таких функциональных групп, как узкопалые (УПС) и широкопалые самцы (ШПС). Именно знание о численности УПС позволяет судить о возможном пополнении промысловой части популяции крабов-стригунов [Слизкин и др., 2010, Слизкин, Кобликов, 2014]. Как показывают исследования, УПС промыслового размера можно отнести к пререкрутам I порядка. Данная функциональная группа, фактически, не облавливается при ловушечном

промысле [Иванов, 2010; Карасев, 2004, 2009] и в следующем году может пополнить численность промысловых ШПС, если предположить, что они пройдут терминальную линьку. Величина прироста за одну линьку для крабов-стригунов составляет 20 мм [Слизкин и др., 2010]. К пререкрутам II порядка относятся УПС с шириной карапакса 100-119 мм, которые, предположительно, пополнят группу УПС промыслового размера в следующем году и группу ШПС в последующем. Такое разделение является наиболее верным, по сравнению с применяемым ранее разделением крабов-стригунов, когда к пререкрутам I порядка относили всех самцов непромыслового размера с шириной карапакса 100-119 мм, по всей видимости, по примеру крабов, растущих на протяжении всей жизни (камчатский краб, синий краб, волосатый краб) и не проходящих терминальную линьку в своем жизненном цикле. В случае крабов-стригунов такое разделение, очевидно, неверно, ввиду особенностей их роста. После терминальной (конечной) линьки, характерной для данной группы крабов, рост особей прекращается. Это говорит о том, что будет неверным относить к пререкрутам всех особей менее промысловой меры, к которым зачастую относятся и ШПС, претерпевшие терминальную линьку до достижения промыслового размера. Как видно на *рисунке 7*, доля встречаемости ШПС с шириной карапакса менее промысловой меры может быть достаточно высокой.

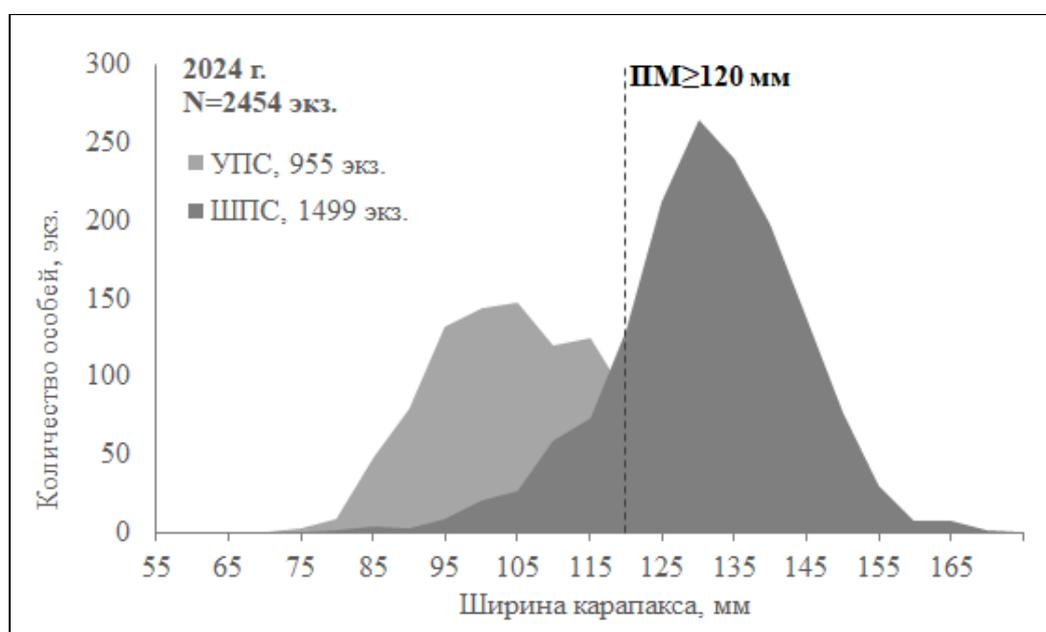


Рис. 7. Соотношение узкопалых (УПС) и широкопалых (ШПС) самцов в Петропавловско-Командорской подзоне, по данным траловой съемки 2024 г.

Согласно материалам, собранным во время проведения учетной траловой съемки, основу промысловой части популяции (особи с шириной карапакса  $\geq 120$  мм) составляют ШПС (*табл. 4*). УПС промыслового размера представлены в меньшем количестве, доля их встречаемости в уловах составила 6% от всех самцов промыслового размера и 4% – от всех учтённых УПС.

Оценки численности краба-стригуна бэрди  
по данным учетной траловой съемки в 2024 г., млн экз.

Группа	2024 г.
Численность УПС промыслового размера (пререкруты I)	1,280
Численность ШПС промыслового размера (промзапас)	20,028
Численность УПС 100–119 мм (пререкруты II)	8,501
Численность УПС <100 мм (молодь)	18,084
ШПС <120 мм	4,435

Распределение промысловых УПС и ШПС краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне было схоже с данными по распределению, полученными во время учетной ловушечной съемки.

Наиболее плотные концентрации ШПС промыслового размера в 2024 г. отмечались в центральной и северной частях Кроноцкого заливов, на глубинах более 100 м. Максимальные плотности распределения на этих участках превышали 35 тыс. экз./км<sup>2</sup>. Максимальная плотность (51 тыс. экз./км<sup>2</sup>) отмечена в координатах 54°02' с.ш., 160°24' в.д., на глубине 112 м. В целом, средняя плотность распределения ШПС краба-стригуна бэрди промыслового размера на всей исследованной акватории составила 4155 экз./км<sup>2</sup>. Распределение УПС промыслового размера было более равномерным на всей акватории Петропавловско-Командорской подзоны, с максимальными показателями плотности в северной части Кроноцкого залива, на глубине 116 м (2 тыс. экз./км<sup>2</sup>), а также в северной части Авачинского залива, на глубине 82 м (2 тыс. экз./км<sup>2</sup>). Средняя плотность распределения на акватории Кроноцкого залива равнялась 265 экз./км<sup>2</sup>.

В целом, показатели уловов краба-стригуна бэрди всех функциональных групп при проведении траловой съемки в 2024 г. 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 2024 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, молоди позволяют прогнозировать сохранение промыслового запаса на высоком уровне в ближайшие год-два.

Определение биологических ориентиров. В качестве ориентиров управления, как и в прошлые годы, использовались такие показатели как промысловый 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. 8, 9, 10).

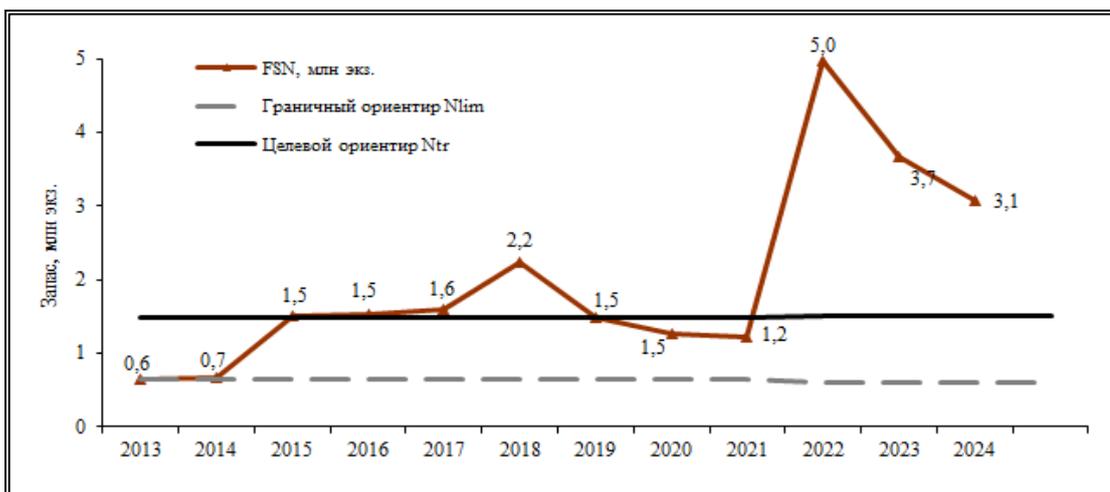


Рис. 8. Биологические ориентиры управления, рассчитанные методом перцентилей, на основе динамики численности промыслового запаса краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне в 2013-2024 гг. в пределах выделенного полигона.

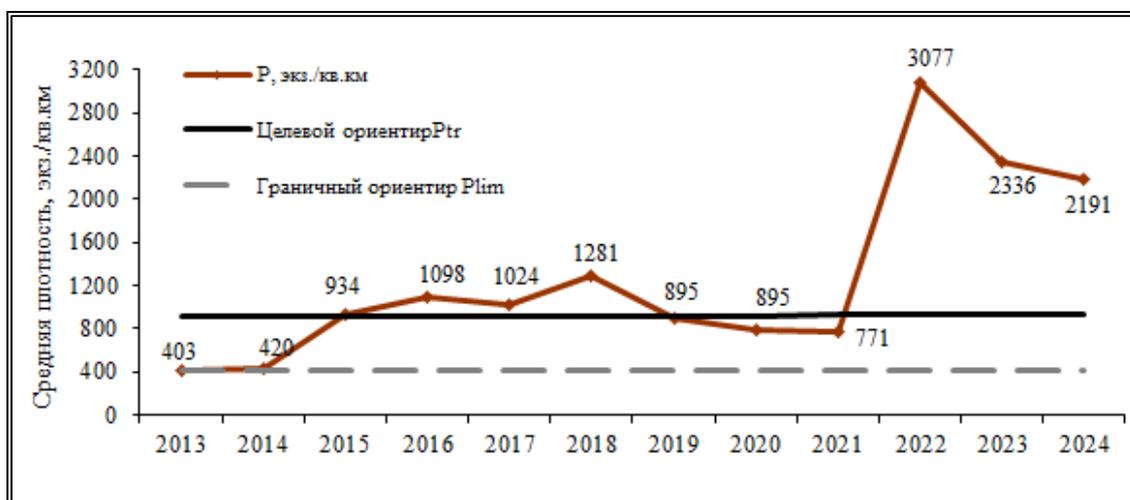


Рис. 9. Биологические ориентиры управления, рассчитанные методом перцентилей, на основе динамики средней плотности распределения краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне в 2013-2024 гг. в пределах выделенного полигона.

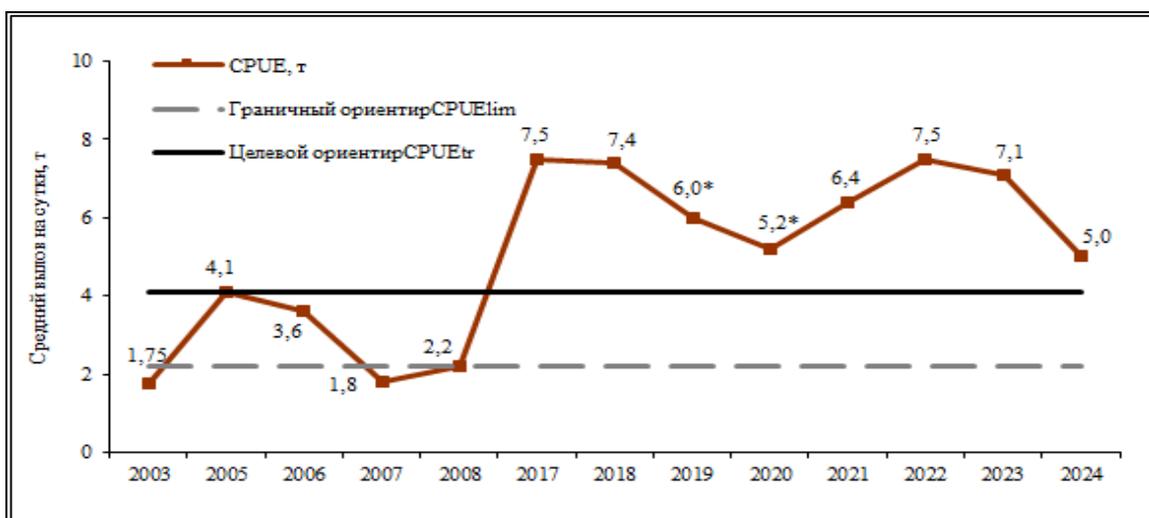


Рис. 10. Биологические ориентиры управления, рассчитанные методом перцентилей, на основе динамики среднего вылова за судосутки краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне в 2003-2008, 2017-2024 гг., по данным ССД, \* – по данным судов-процессоров.

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./км<sup>2</sup>; 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./км<sup>2</sup>;

– граничный ориентир по средней плотности на выделенном полигоне  $P_{lim} = P_{loss} = 403$  экз./км<sup>2</sup>;

– 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 (ПП) краба-стригуна бэрди Петропавловско-Командорской подзоны, цель которого – вывод запаса на уровень высокой продуктивности и последующая его эксплуатация на этом уровне. Аналитическая форма ПП 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 может свидетельствовать о наметившемся тренде на снижение ресурсов краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне, величину индекса плотности в 2024 г. экспертно оценили на уровне  $2,5 \text{ т/км}^2$ . Новые данные, полученные в 2024 г., в целом, подтвердили прогноз относительно тренда на снижение запасов после 2022 г., а фактическое значение индекса плотности оказалось ниже прогнозируемого.

Необходимо учитывать, что для этого вида характерны резкие вспышки численности и столь же резкое снижение запасов, которые не поддаются прогнозированию. Например, 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, также, на себя внимание, 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.

Учитывая вышеизложенное, на основании экспертной оценки, можно предположить, что в 2025-2026 гг. снижение запаса краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне продолжится, величина индекса плотности составит не менее  $1,0 \text{ т/км}^2$ .

Обоснование объема ОДУ. В 2022 году наблюдалось резкое увеличение запаса краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне, индекс плотности увеличился, по сравнению с 2021 г., в 4,4 раза. В 2023 и 2024 гг. наблюдалась тенденция к постепенному снижению запаса от максимального уровня 2022 г. Несмотря на это, все индексы состояния запаса краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне находятся значительно выше целевого ориентира.

Посредством пакета DLMtool оценили ОДУ краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне на 2026 г. методом IC12. При этом допустили, что вылов в 2025 г. будет соответствовать утвержденному ОДУ, равному 574 т, а величина индекса –  $1,0 \text{ т/км}^2$ . Полученная с помощью этого метода медианная оценка составила около 600 т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна бэрди в Петропавловско-Командорской подзоне на 2026 г. в объеме 0,600 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)

Куратор: Д.О. Сологуб (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Для обоснования ОДУ краба-стригуна бэрди Камчатско-Курильской подзоны на 2026 г. использованы данные учетных донных траловых съемок, выполненных в 2024 г.: на СТР «Сланцы» (ОАО «РК «Приморец») в июне и на НИС «Профессор Кагановский» (ТИНРО) в июле. В ходе съемок 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. км<sup>2</sup>.

Дополнительно использованы данные учетной ловушечной съемки на НИС «МРТК-316» (КамчатНИРО) в июне 2024 г. на участке подзоны, в пределах которого с 2023 г. 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. км<sup>2</sup> выполнено 65 учетных станций; биологическому анализу подвергнуто 2187 экз. самцов краба-стригуна бэрди. Площадь облова одной конусной ловушки для крабов-стригунов принималась равной 4100 м<sup>2</sup>. 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*). Учен 31 промысловый порядок, проведен биоанализ 6336 экз. самцов краба-стригуна бэрди.

Для оценки изменений, происходящих в популяции, использованы материалы учетных 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 (ОСМ). Для доступа к ОСМ и первичной обработки

данных применяли программу «FMS analyst» [Vasilets, 2015].

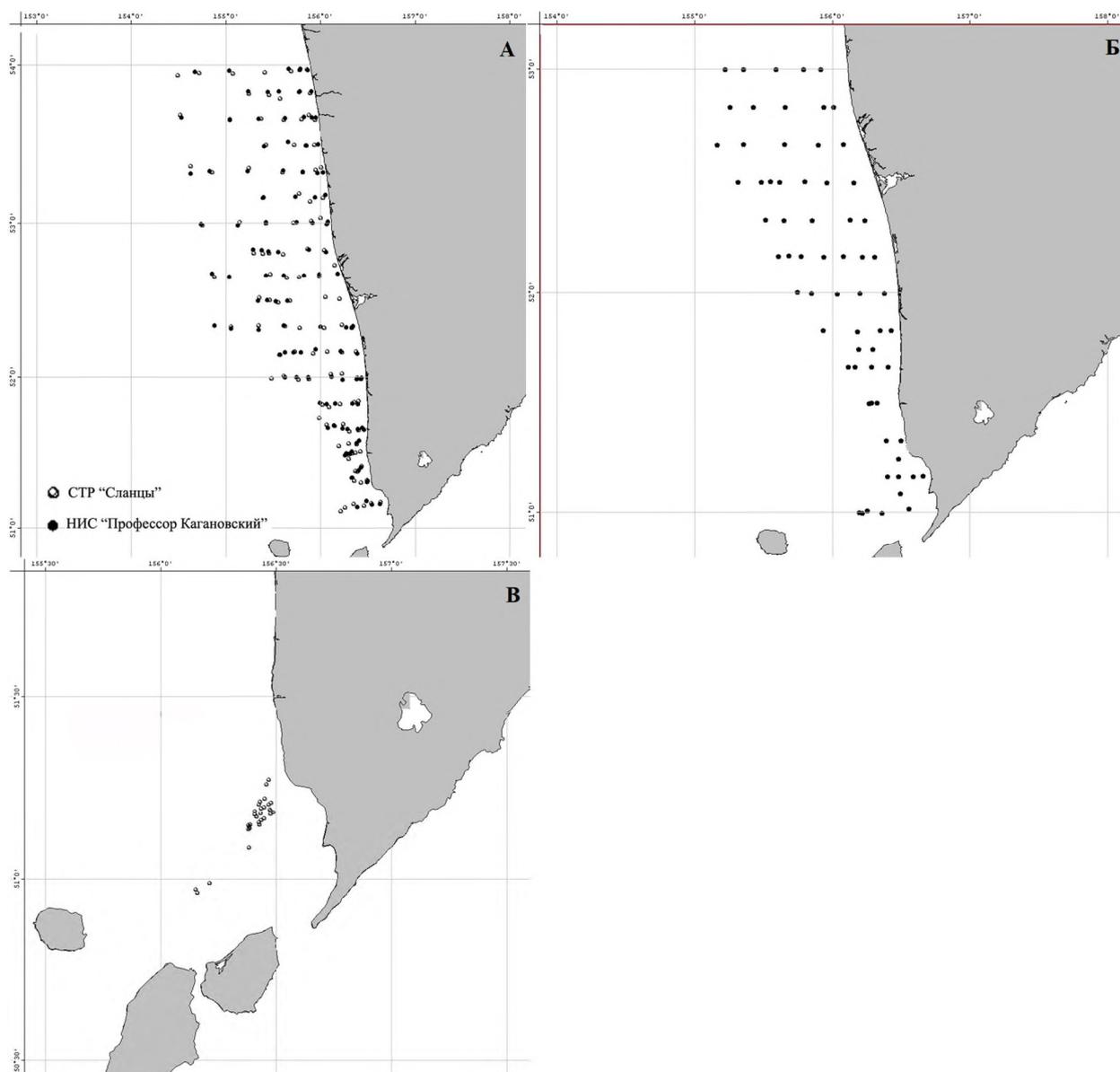


Рис. 1. Карта-схема учетных донных траловых (А) и ловушечной (Б) съемок, учетных промысловых порядков (В) по крабу-стригуну бэрди в Камчатско-Курильской подзоне в 2024 г.

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.

Для краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне есть сведения о вылове по функциональным группам в 2010-2024 гг., 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.

Учитывая вышеизложенное, структура и качество доступного информационного обеспечения для данной единицы запаса соответствуют I уровню, в соответствии с приложением 1 к Приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г. При этом, доступная информация обеспечивает проведение всестороннего аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ с использованием структурированных моделей эксплуатируемого запаса.

Обоснование выбора метода оценки 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:

$$N_{i,2} = p_1(1 - r_1)N_{i-1,1}S_{i-1,1} + (1 - p_2r_2)N_{i-1,2}S_{i-1,2},$$

$$N_{i,3} = p_1r_1N_{i-1,1}S_{i-1,1} + p_2r_2N_{i-1,2}S_{i-1,2} + (N_{i-1,3}S_{i-1,3}^{0.5} - C_{i-1})S_{i-1,3}^{0.5},$$

$$S_{i,j} = \exp(-M_{i,j,i,j}), i = 1, 2, \dots, n$$

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,  $j=1,2,3$ .

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  $\Delta$  – время от начала года до проведения съемок (в долях года), на случайную величину с логнормальным распределением:

$$\ln(\hat{I}_{i,j}) - \ln(I_{i,j}) = e_{i,j}^1, e^1 \sim N(0, s_1)$$

3) Предполагается, что наблюдаемые данные по уловам промысловых самцов на ловушку в сутки  $\hat{U}_3$  отличаются от модельных

$$U_{i,3} = q_U N_{i,3} \quad (**)$$

на случайную логнормально распределенную величину:

$$\ln(\hat{U}_{i,3}) - \ln(U_{i,3}) = e_{i,j}^2, e^2 \sim N(0, s_2)$$

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:

$$Z = Z_I + Z_U \text{ @ max , } \quad (4)$$

где

$$Z_I = \sum_i \ln \frac{1}{\sigma_1 \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\ln(\hat{I}_{i,j}) - \ln(I_{i,j}))^2}{2\sigma_1^2}\right) \quad Z_U = \sum_i \ln \frac{1}{\sigma_2 \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\ln(\hat{U}_{i,3}) - \ln(U_{i,3}))^2}{2\sigma_2^2}\right)$$

где  $\sigma_1, \sigma_2$  – 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, подробным образом описанный в материалах обоснования ОДУ на 2020 г. Начиная с 2021 г., разделение данных учетных траловых съемок по крабам-стригунам на массивы выполняется специалистами ЦИ ВНИРО.

На основании морфометрического критерия функциональной зрелости самцов [Слизкин, Кобликов, 2014], в качестве пререкрутов I порядка рассматриваются УПС с ШК 120 мм и более, пререкрутов II порядка – УПС с ШК 100-119 мм, 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 в последние три года отечественная 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.

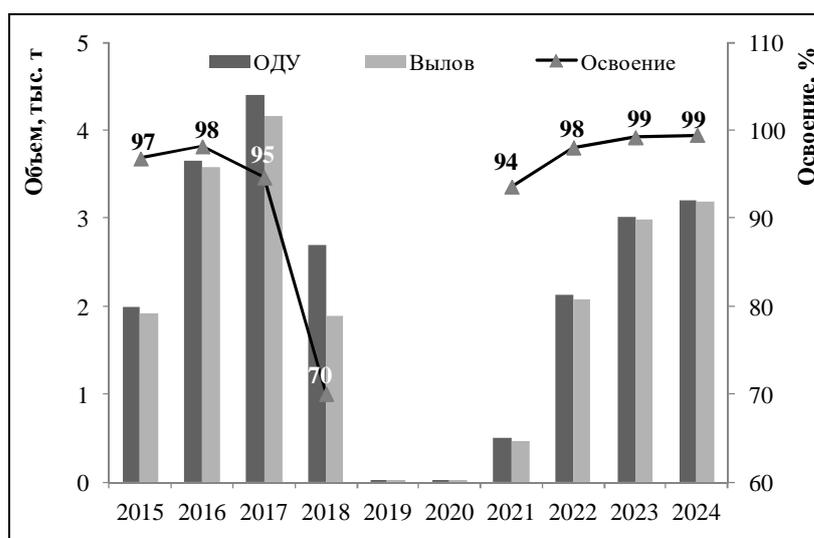


Рис. 2. Динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне в 2015-2024 гг.

Основная часть ОДУ в последние годы осваивается в первом полугодии (табл. 1), за исключением 2021 г., когда добыча краба-стригуна бэрди в подзоне была возобновлена только осенью. В последние три года объем ОДУ освоен практически полностью.

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	%
2014	1219	90	134	10
2015	1778	93	142	7
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

По данным работ в режиме мониторинга промысла краба-стригуна бэрди, в 2016-2018 гг. в подзоне к югу от 52°30' с.ш. 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. Кроме того, как по данным учетных съемок, так и по итогам работ на промысловых судах, в эти годы отмечалась все возрастающая доля прилова камчатского краба, а также доля травмированных особей краба-стригуна бэрди, без конечностей (*табл. 2*).

Таблица 2

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

*Курсивом* – данные учетных ловушечных съемок.

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. Кроме того, по данным исследований этих трех лет, отмечалась крайне низкая численность пререкрутов – ближайшего пополнения промыслового запаса.

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 (*табл. 3*). По итогам работ 2024 г. отмечены рост уровня травматизма промысловых самцов краба-стригуна в уловах трала, а также увеличение прилова самцов камчатского краба. Кроме того, результаты учетной ловушечной съемки 2024 г. демонстрируют снижение улова на ловушку промысловых самцов, по сравнению с двумя предыдущими годами. Вместе с тем, несмотря на это, а также на снижение показателя вылова краба-стригуна на судосутки по итогам промысла 2024 г., значение улова на ловушку, полученное в ходе научного мониторинга промысла, остается на сравнительно высоком уровне.

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 в уловах учетного трала, %	Доля камчатского краба в уловах, %	
		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	22	<1	<1
2022	21	<1 / <1	<1
2023	-	<2 / <2	-
2024	32	<1 / <3	4

*Курсивом* – данные учетных ловушечных съемок; «-» – данные отсутствуют

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., 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 (рис. 3), т.е. наиболее технологически востребованные. Через год, в 2023 г., основу ловушечных уловов формировали уже самцы с панцирем на поздних стадиях.

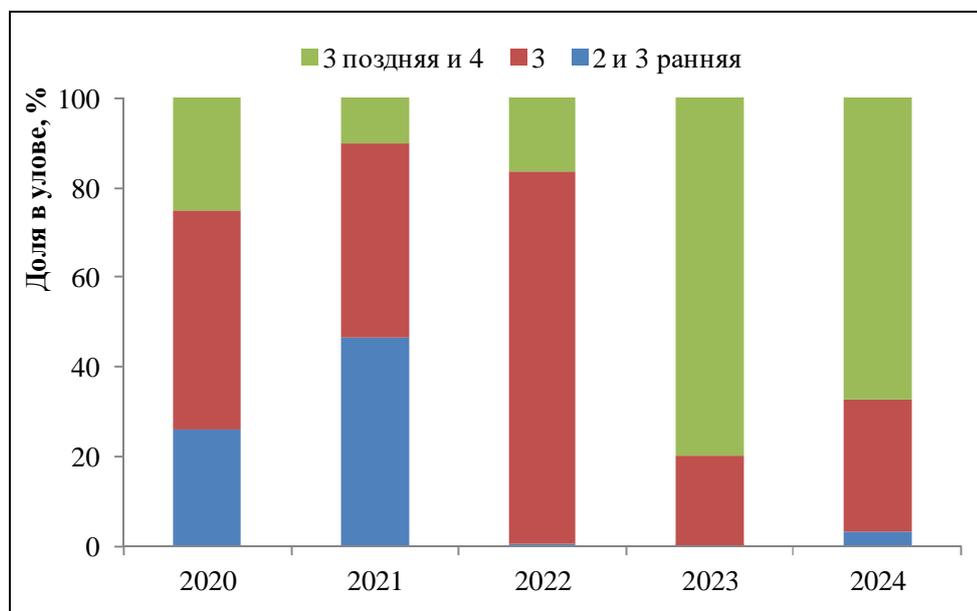


Рис. 3. Динамика соотношения промысловых самцов краба-стригуна бэрди на разных стадиях состояния панциря у юго-западного побережья Камчатки, по данным уловов ловушек.

Несмотря на снижение общей численности популяции краба-стригуна бэрди, по итогам траловой съемки 2024 г. отмечено появление в ловушках

особей, недавно претерпевших терминальную линьку, что свидетельствует о небольшом пополнении промыслового запаса в 2024 г.

Тенденция распространения, в последние три года, северных пределов скоплений промысловых самцов краба-стригуна бэрди вплоть до границы с Западно-Камчатской подзоной ( $54^{\circ}00'$  с.ш.), а также соотношение 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 даст возможность облавливать новые промысловые скопления, не увеличивая объем ОДУ краба-стригуна для всей подзоны, что будет способствовать более равномерному распределению добывающего флота, его оптимальной эксплуатации, и в то же время, сохранит Кихчикский миграционный район ( $53^{\circ}$ - $54^{\circ}$  с.ш.) камчатского краба и освободит его от излишней промысловой нагрузки на южную часть популяции. В связи с внесением вышеуказанных изменений в Правила рыболовства, оценки численности всех функциональных групп, в том числе, в ретроспективе, пересчитаны в данном обосновании для участка Камчатско-Курильской подзоны к югу от параллели  $53^{\circ}00'$  с.ш.

По данным траловой съемки СТР «Сланцы» в 2024 г., в пределах разрешенного для добычи краба-стригуна участка подзоны к югу от  $53^{\circ}$  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./км<sup>2</sup>). Южнее этого скопления ( $51^{\circ}09'$ - $51^{\circ}10'$  с.ш.), на глубинах 56-72 м, отмечена повышенная концентрация промысловых самцов с уловами 128-142 экз./трал. ( $5142$ - $5916$  экз./км<sup>2</sup>). 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./км<sup>2</sup>). Наибольшее по площади промысловое скопление, на котором уловы колебались от 109 до 263 экз./трал. ( $4541$ - $10957$  экз./км<sup>2</sup>), 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.

В *таблице 4* приведены данные по численности краба-стригуна бэрди по всем размерно-функциональным группам в Камчатско-Курильской подзоне к югу от  $53^{\circ}00'$  с.ш. в 2015-2022 и 2024 гг.

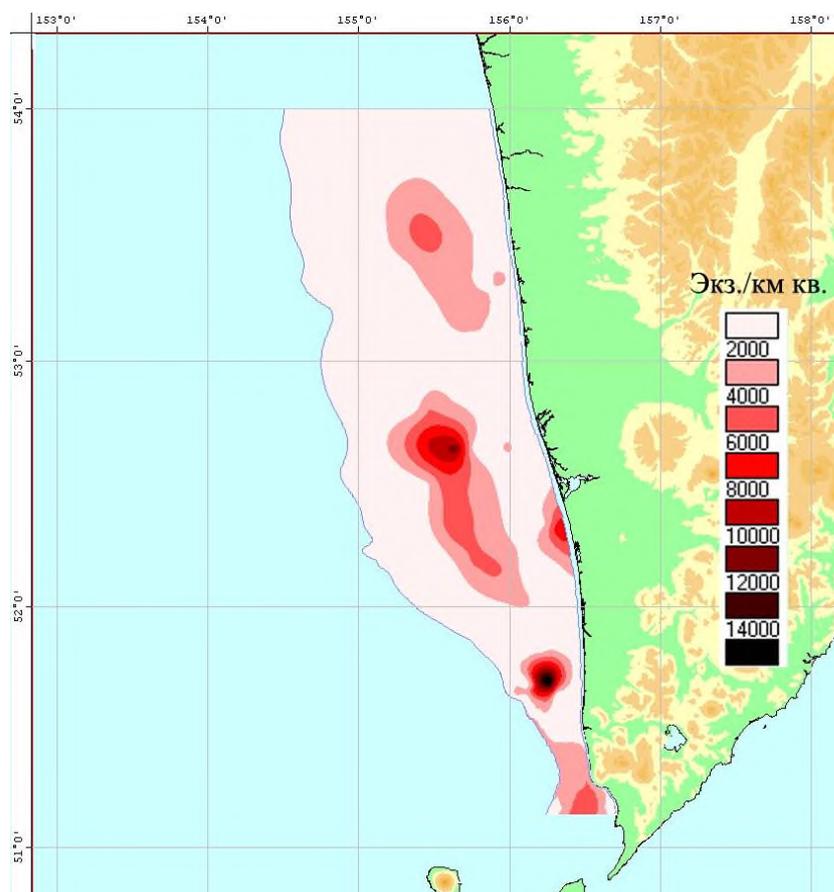


Рис. 4. Распределение промысловых самцов краба-стригуна Бэрда в Камчатско-Курильской подзоне летом 2024 г., по данным траловых уловов СТР «Сланцы» (изобаты 10–210 м)

Таблица 4

Оценки численности краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне в 2015-2022 и 2024 гг., к югу от 53°00' с.ш. (по данным траловых съемок), млн экз.

Показатель	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2024 г.	
									Сланцы	Проф. Кагановский
Обследованная площадь, км <sup>2</sup>	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
<b>Промысловый запас (ШПС 120&gt; мм)</b>	<b>38,089</b>	<b>28,828</b>	<b>14,902</b>	<b>10,347</b>	<b>4,313</b>	<b>25,993</b>	<b>35,415</b>	<b>41,077</b>	<b>21,760</b>	<b>18,093</b>
ШПС <120 мм	2,534	2,774	2,834	3,704	2,193	14,451	10,658	4,749	3,605	2,865

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 молодежь 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 опилио 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. Эти флюктуации соблазнительно объяснять влиянием промысла, но в действительности роль естественных факторов много важнее антропогенных [Иванов, 2001б]. Одна из гипотез, объясняющая флюктуации 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 и, особенно, в 2024 гг. – 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 съемок, надо полагать, также не соответствовала действительности по причине возможного их недолова [Слизкин, Сафронов, 2000]. При этом, оценки численности промысловых ШПС стригуна, 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 судо-сутки, 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 съемкой, не прослеживалось в смежных поколениях пререкрутов по причине, как сейчас представляется, недоучета последних по данным съемок в 2018 и 2019 гг., и дало о себе знать только фактом вспышки промыслового запаса в 2020-2022 гг.

Результаты донных траловых съемок 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 съемки 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 съемки на НИС «Профессор Кагановский». Меньше других групп самцов изменилась численность молоди (УПС с ШК <100 мм): по итогам съемки 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 съемки на НИС «Профессор Кагановский».

Модельные ретроспективные оценки численности функциональных групп и прогноз состояния промыслового запаса краба-стригуна бэрди представлены на *рисунках 5 и 6*. По модельным оценкам, численность промысловых ШПС на начало 2024 г. составила 31,3 млн экз., а биомасса – 30,2 тыс. т (при средней массе промыслового самца в 2024 г., равной 0,966 кг).

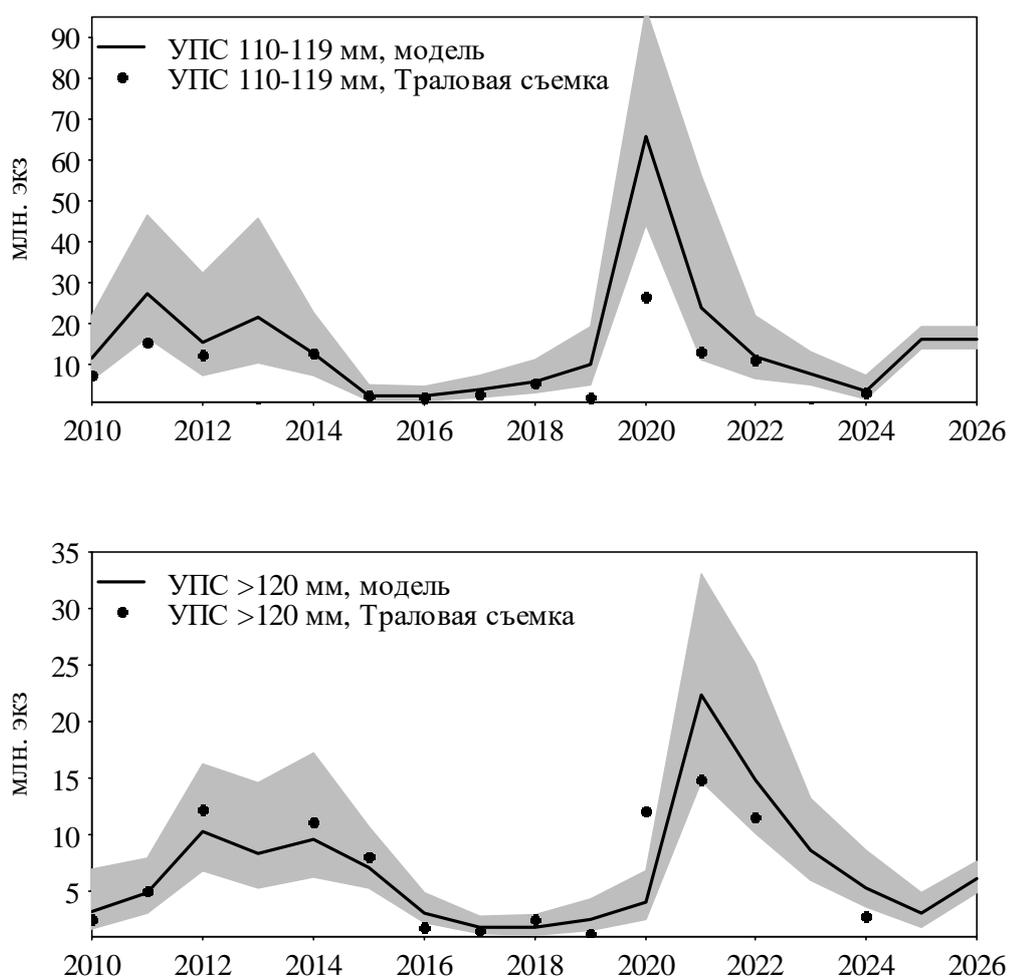


Рис. 5. Численность пререкрутов II (сверху) и I (снизу) краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне на участке к югу от 53°00' с.ш.

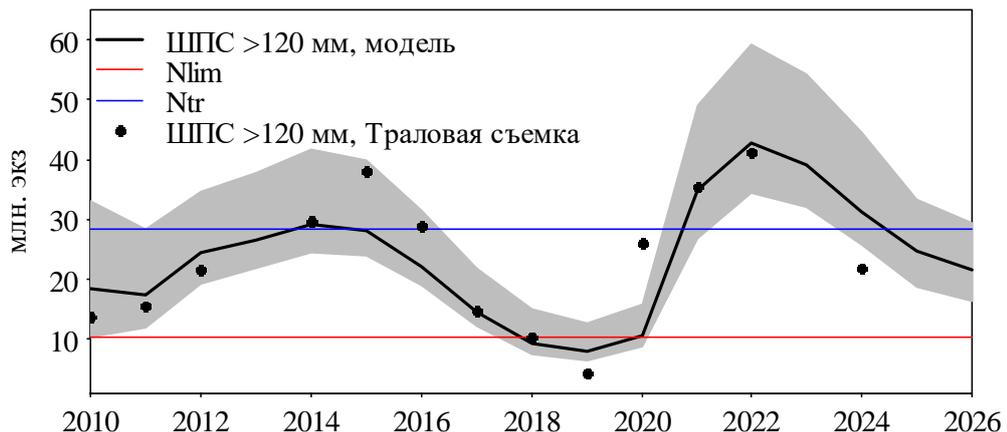


Рис. 6. Численность промысловых самцов краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне на участке к югу от 53°00' с.ш.

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. По модельным расчетам, вероятность того, что терминальная оценка промыслового запаса ниже значения граничного ориентира, составляет 0%, ниже значения вновь пересчитанного целевого ориентира – 16%.

Определение биологических ориентиров. В настоящем прогнозе использованы следующие биологические ориентиры:

- целевой ориентир по численности промыслового запаса в данном обосновании был переопределен 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], 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 7*.

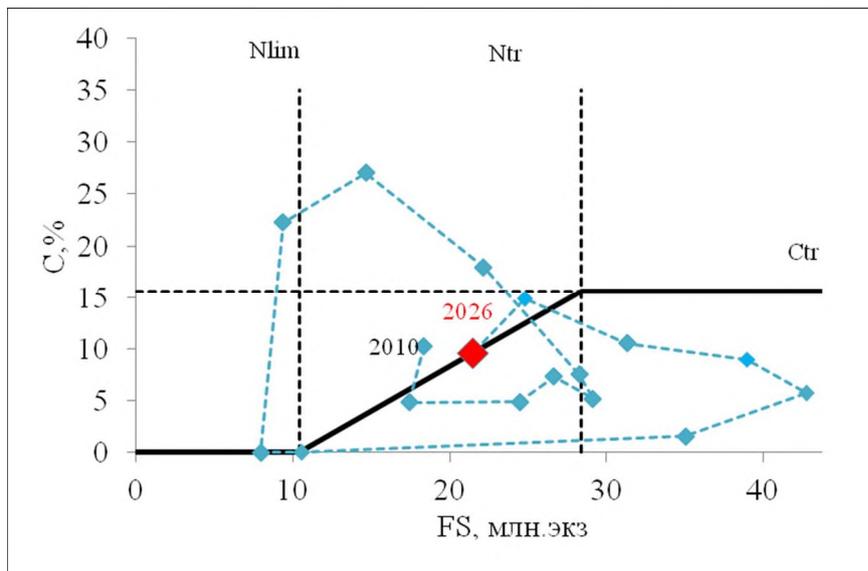


Рис. 7. Реализация правила регулирования промысла краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне в 2010-2026 гг.

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. Вероятностный прогноз состояния запаса и величины возможного вылова краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне выполнен по методу Монте-Карло.

Для прогнозирования состояния запаса использовали те же значения мгновенных коэффициентов естественной смертности, что и в ретроспективе. Вылов в 2025 г. приняли равным установленной величине ОДУ – 3,687 тыс. т. В качестве величины пополнения на прогнозный период принимали среднесноголетнюю численность УПС 110-119 мм, «зашумленную» с учетом логнормального распределения ошибок (медиана – 16,1 млн экз.).

В качестве стартовой 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,  $g_j$  – вероятность того, что указанная линька терминальная,  $j=1,2,3$ .

Прогнозная медианная оценка численности промысловых ШПС на начало 2025 г. составляет 24,8 млн экз. При этом, вероятность того, что численность промысловых самцов окажется ниже значения целевого ориентира, равна 78,8%.

Прогнозная медианная оценка численности промысловых ШПС на начало 2026 г. в предположении, что вылов в 2025 г. составит 3,687 тыс. т, а пополнение УПС 110-119 мм будет среднемноголетним (медиана – 16,1 млн экз.), составит 21,5 млн экз., а биомасса – 18,28 тыс. т. При этом, вероятность того, что численность промысловых самцов окажется ниже значения целевого ориентира, составляет 92,9%. Вероятность того, что численность промысловых самцов в прогнозные годы окажется ниже значения граничного ориентира, оказалась равной нулю.

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 восстановления эксплуатируемого запаса.

На каждой реализации метода Монте-Карло величину вылова рассчитывали по формуле:  $C=w \times C_{\text{rec}} \times FS$ , где

$w$  – средняя масса промысловых самцов, равная 0,85 кг;

$FS=N_3$  – численность промысловых самцов;

$C_{\text{rec}}$  – рекомендуемая, согласно зональному ПРП, доля изъятия.

Статистические характеристики оценки вылова краба-стригуна бэрди Камчатско-Курильской подзоны в 2026 г. представлены в *таблице 5*.

Таблица 5

Статистические характеристики оценок численности промыслового запаса, доли изъятия и ОДУ краба-стригуна бэрди Камчатско-Курильской подзоны в 2026 г.

	2,5%	5%	25%	50%	75%	95%	97,5%	SE
Численность пром. запаса, млн экз.	15,499	16,426	19,129	21,501	24,252	29,372	31,227	4,033
Биомасса пром. запаса, тыс. т	13,174	13,962	16,260	18,276	20,614	24,966	26,543	3,428
Доля изъятия, согласно ПРП, %	4,42	5,22	7,57	9,62	12,01	15,60	15,60	
Возможный вылов, тыс. т	0,582	0,729	1,230	1,758	2,475	3,895	4,141	0,962

Согласно результатам расчетов, для запаса краба-стригуна бэрди в

Камчатско-Курильской подзоне «предосторожной» оценкой величины ОДУ может являться медиана распределения вылова, т.е. 1,758 тыс. т, что ниже величины ОДУ 2025 г. на 1,929 тыс. т (52,3%).

Полученная величина на 52,3% ниже утвержденного объема ОДУ на 2025 год (3,687 тыс. т). В соответствии с Правилами регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов, предельный уровень изменения ОДУ для данной единицы запаса составляет  $\pm 42\%$ . При таком подходе, ОДУ на 2026 г. может быть снижен до 2,138 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне на 2026 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. В рамках моделирования методом Монте-Карло была смоделирована динамика запаса на длительную перспективу (10 ближайших лет) при следующих предположениях: пополнение прогнозируется равным среднегодовому; ОДУ на 2025 г. останется в объеме 3,687 тыс. т; изъятие после 2025 г. будет производиться согласно зональному ПРП.

На *рисунке 8* представлены результаты моделирования динамики запаса на следующие 10 лет. При сделанных предположениях относительно пополнения и уровне изъятия, в соответствии с установленным ПРП, промысловый запас краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне после 2024 г., более чем с 95% вероятностью, не выйдет за биологически безопасные границы и будет находиться в области восстановления запаса (23-24 млн экз.).

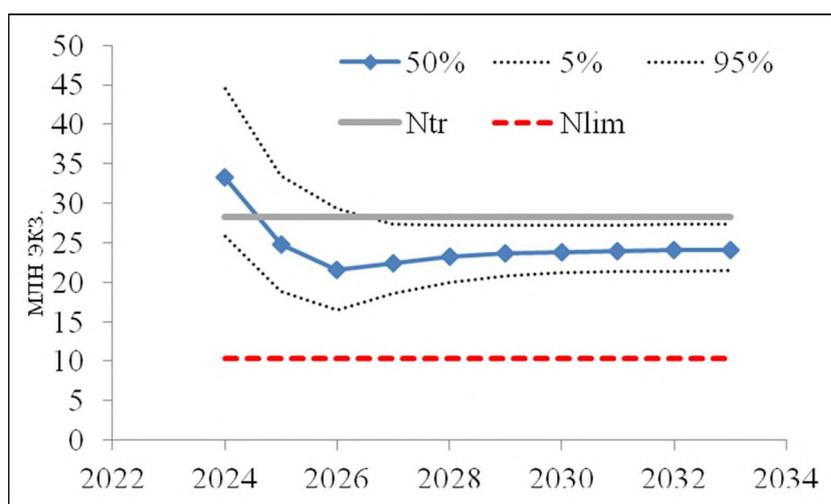


Рис. 8. Модельная динамика промыслового запаса краба-стригуна бэрди в Камчатско-Курильской подзоне, при рекомендуемой, согласно ПРП, доле изъятия.

## 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. Источником данных к прогнозу ОДУ на 2026 г. послужили материалы, полученные в ходе учётной ловушечной съёмки, проведённой на НИС «Зодиак» в 2018 г. (табл. 1). Для анализа привлечены материалы НИР, промышленного лова (данные ССД) и мониторинга промысла с 2000 по 2024 гг.

Таблица 1

Результаты съёмок, используемых при обосновании ОДУ краба-стригуна ангулятуса в Северо-Охотоморской подзоне на 2026 г.

Год	Район	Промысловый запас, тыс. т	Количество учётных станций	N, экз.
2000	Южная часть банки	2,7	42	3073
2002	Кашеварова	3,8	195	10175
2014	Впадина ТИНРО	25,2	231	2070
2018	Впадина ТИНРО	14,1	57	1606

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 регулярного промысла краба-стригуна ангулятуса до 2013 г., 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 м<sup>2</sup>) определена по результатам экспериментальных работ [Михайлов и др., 2003; Мельник и др., 2014].

Ловушечные съёмки краба-ангулятуса в его истории 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-Охотской подзоне определяется как сумма величин биомассы двух поселений:  $B_1$  – поселения банки Кашеварова и  $B_2$  – поселения впадины ТИНРО. При этом, увязка величины биомассы с индексом биомассы сделана

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 2016-2024 гг., по участкам промысла

Участок промысла	Годы								
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Впадина ТИНРО	6,6	6,8	4,0	2,8	3,6	4,8	4,3	4,1	2,4
Банка Кашеварова	данные отсутствуют						2,1	1,6	данные отсутствуют

Таким образом, промысловый запас (биомасса промысловой части популяции) краба-стригуна ангулятуса Северо-Охотморской подзоны рассчитывается по следующей формуле:  $B = (B_{vt} * (I_{2023}/I_{2018})) + B_{bk}$ , где,  $B$  – общая промысловая биомасса в расчётный год,  $I_2$  – индекс численности в расчётный год (медианная величина среднесуточного улова за 2023 г.),  $B_{vt}$  – биомасса по результатам съёмки впадины ТИНРО в 2018 г.;  $I_{2018}$  – индекс численности (медианная величина среднесуточного улова за 2018 г.),  $B_{bk}$  – биомасса по результатам съёмки банки Кашеварова (осредненная величина биомассы, полученная по съёмкам 2000 и 2002 гг. и равная 3,25 тыс. т).

Важным обстоятельством использования расчетной формулы для прогноза этого ресурса на 2026 г. является использование  $I_{2023}$  (не  $I_{2024}$ ), что объясняется крайне нерепрезентативными данными 2024 года, полученными при малых промысловых усилиях и, соответственно, несущими риск внесения ошибки оценки сырьевой базы ангулятуса.

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-Охотморской подзоне был рекомендован ОДУ в 1,3 тыс. т. Однако, новый ресурс не заинтересовал добывающие компании – величина улова краба в этот период составляла менее 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], а величина рекомендованного ОДУ достигла 0,47 тыс. т. Увеличение интереса компаний к добыче ангулятуса в Северо-Охотморской подзоне способствовало повышению освоения выделенных квот – до 90% (2003 г.).

В 2004-2009 гг., в связи со снижением интереса компаний к добыче ангулятуса, из-за организационных и экономических причин, освоение ОДУ этого вида снизилось и не превышало 34%. К вылову в Северо-Охотморской

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 стало повышаться, 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 2014-2024 гг.

	Год эксплуатации запаса										
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
ОДУ	0,380	0,380	1,260	1,890	2,520	2,520	2,458	1,876	1,410	1,586	1,586
Вылов, т	0,378	0,375	1,255	1,840	1,695	0,537	1,229	1,700	1,284	0,806	0,111

В 2018-2020 гг. освоение ОДУ краба-стригуна было невысоким (соответственно, 67, 21 и 48%), что было связано с комплексом организационных и экономических причин. 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.

Согласно данным ССД, за период с 2012 по 2023 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 2016-2024 гг.

Показатель	Годы									
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
Количество добывающих судов	5	5	7	5	6	9	12	11	2	
Количество судов с годовым выловом более 100 т	2	2	5	3	3	3	3	2	0	

До начала эксплуатации 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, принята равной 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.
2011-2015	129,1	32,5	4394
2016-2017	данные отсутствуют		
2018-2019	119,8	36,1	2494
2020-2024	данные отсутствуют		

Анализ состояния запаса. Многолетний, статистический ряд наблюдений имеет значительную вариабельность по объёму информации, поэтому оценка современного состояния запаса краба-стригуна ангулятуса носит приближенный характер. На основе всей имеющейся биологической и промысловой информации была выполнена интегральная оценка состояния запаса краба-стригуна ангулятуса с помощью индикаторного подхода. Границы индикаторов определены методом перцентилей на основе их годовых значений за период 2001-2024 гг. Используемые индикаторы соответствуют требованию длины ряда непрерывных наблюдений, предъявляемому для определения состояния запаса [Буяновский, 2012].

Среднесуточный вылов определён приоритетным индикатором. Для оценки состояния запаса использованы, также, вспомогательные индикаторы: средний размер промысловых самцов (ШК, мм) и травматизм особей краба (%). Вес индикатора среднесуточного вылова – наибольший, ибо он более репрезентативен, по сравнению с двумя другими, получаемыми в нерегулярных съёмках, ограниченных во времени (табл. 6).

Таблица 6

Индикаторы состояние запаса краба-стригуна ангулятуса в Северо-Охотоморской подзоне

Индикатор состояния запаса	Диапазон «желтой зоны» индикатора	Среднемноголетнее значение индикатора	Текущее значение индикатора, цвет	Последний год оценки индикатора
Среднесуточный вылов, т	3,8-5,4	5,0	2,4 (красный)	2024
Размер (ШК, мм)	120-125	121,7	114,3 (красный)	2019
Травматизм, %	37,0-43,0	39,7	19 (зелёный)	2019

На 2024 г. приоритетный индикатор (среднесуточный вылов) находится в области «красного» цвета. Однако, по причине крайне низкого

промышленного усилия, он не отражает объективное состояние запаса. Цвет индикаторов в текущем состоянии, их вес (в %), низкая объективность, не позволяют оценивать состояние запаса в ином статусе, чем «неопределённый». С учётом отсутствия инструментальной оценки состояния запаса, его статус трактуется в прежней (как и в 2019 г.) формулировке: «неопределённый» (без уточнения тренда).

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 локального 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 локального 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 промышленном 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 промышленном 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 промышленном 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):

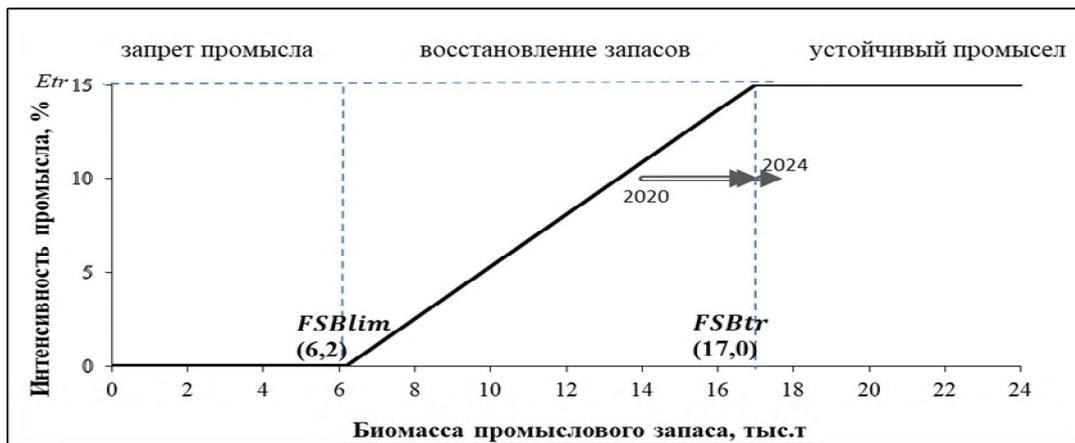


Рис. 1. Схема зонального правила регулирования промысла краба-стригуна ангулятуса и его реализация.

Классическая схема зонального правила регулирования промысла не учитывает фактора наличия субъединиц запаса. В связи с чем, наличие двух поселений краба-стригуна ангулятуса повышает вероятность возникновения перелома на каком-либо участке – из-за отсутствия возможности управления пространственным распределением промысловых усилий. Поэтому используется временная, дополнительная процедура установления коэффициента изъятия, основанная на сценарии промысла (далее – сценарный подход). Такой элемент прогноза увязывает эксплуатацию запаса, состоящего из двух поселений (субъединиц запаса) краба-стригуна ангулятуса, с практикой управления, снижая риск перелома в условиях постоянного недостатка информации (табл. 7).

Таблица 7

Дополнительные условия принятия решения по установлению ОДУ краба-стригуна ангулятуса в Северо-Охотоморской подзоне (сценарный подход)

№	Сценарий промысла в год, подготовки прогноза	Управленческое решение
1	Промысел ведется как во впадине ТИНРО, так и в районе банки Кашеварова, а пропорция годового вылова близка к 6:1 (оптимальный вариант для управления)	ОДУ рассчитывается исходя из Правил регулирования промысла ( $E_t$ ), на основе расчётных ориентиров запаса, суммы двух запасов ( $B_{t+2}$ ), полученных на основе инструментальных или модельных оценок
2	Промысел ведется только на участке впадины ТИНРО, либо на двух участках, но при этом доля вылова из района банки Кашеварова не превышает 10%	ОДУ рассчитывается исходя из актуальной биомассы локального запаса ( $B_{t2}$ ), с учётом положений Правил регулирования промысла; $E_t$ устанавливается исходя из состояния (статуса) запаса (локального запаса)

Прогнозирование состояния запаса. Текущий запас (биомасса промысловой части популяции) краба-стригуна ангулятуса Северо-Охотоморской подзоны рассчитан по формуле (1):  $V = ((14,1 \times (4,1/4,0)) + 3,25$ .

Рассчитанная величина промыслового запаса краба-стригуна ангулятуса на 2026 г., таким образом, составила 17,70 тыс. т (22,986 млн экз.).

Обоснование объёма ОДУ. На 2026 г. приоритетный индикатор стабилизируется на новом уровне. В силу ограниченности информации о дальнейшем состоянии запаса, на 2026 г. в Северо-Охотоморской подзоне при определении ОДУ краба-стригуна ангулятуса предлагается не превышать коэффициент промыслового изъятия, равный 10%. Формально, биомасса промыслового запаса этой единицы управления (17,7 тыс. т) находится выше целевого ориентира (17,0 тыс. т). В связи с чем, коэффициент изъятия может быть выше 10%, что характерно для стригунов, запасы которых находятся в зоне управления «устойчивый промысел». Однако, из-за многолетнего отсутствия съёмок по оценке численности этого промыслового объекта, принято решение о сохранении  $E_t = 0,1$ .

Принимая во внимание факт неопределённости ключевого индикатора состояния запаса (среднесуточного улова краба-ангулятуса во впадине ТИНРО), в условиях крайне слабого промыслового изъятия объекта в 2024 г., (~ 7% от ОДУ), обоснованным является предложение оставить величину допустимого улова на 2026 г. на уровне 2025 г., т.е. рекомендуемый объём ОДУ на 2026 год составит 1,586 тыс. т (2,044 млн экз.).

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна ангулятуса в Северо-Охотоморской подзоне на 2026 г. в объёме 1,586 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов. Промысел краба-стригуна ангулятуса в Северо-Охотоморской подзоне характеризуется неустойчивым освоением. Нерегулярность съёмок и мониторинга промысла не позволяют обновить информацию об индикаторах состояния запаса краба-стригуна ангулятуса на этой акватории. По данным, полученным в 2018-2019 гг., наблюдалось снижение размерных характеристик крабов, а по данным ССД – произошла стабилизация среднесуточных уловов. В связи с чем, современный статус запаса оценивается как «неопределённый». В качестве исходной расчётной величины промыслового запаса краба-стригуна ангулятуса на 2026 г. принято суммарное значение биомассы из двух районов (поселений) краба-стригуна ангулятуса – 17,195 тыс. т.

Цель эксплуатации запасов краба-стригуна ангулятуса, учитывая отсутствие актуальных оценок его состояния, остаётся прежней: поддержание стабильного вылова. Текущая нестабильная динамика индекса численности требует большей информации. Это обстоятельство поддерживает мнение о необходимости стабилизации величины ОДУ краба-стригуна ангулятуса на текущем уровне. Величина ОДУ этого объекта на 2026 г. по-прежнему составит 1,586 тыс. т.

В условиях невысокой прогнозируемости запаса краба ангулятуса, дальнейшее увеличение величины его ОДУ требует дополнительной информации, либо обнаружение признаков стабилизации на текущем уровне.

Использование сценарного подхода позволяет увязать особенности современной эксплуатации этого объекта с управлением в рамках одной единицы запаса. Введение этого элемента прогноза формализует решение

проблемы для запаса, имеющего несколько поселений (субъединиц запаса), улучшает логику его управления.

Дальнейшее прогнозирование запаса краба-стригуна ангулятуса будет осуществляться с учётом поведения индекса численности, получения новых оценок биомассы по результатам проведения учётных съёмок и интегральной оценки индикаторов запаса. При накоплении ряда оценок биомассы будет осуществлён переход на один из рекомендуемых способов определения ориентиров управления, опирающихся на статистические методы.

Диагностика величины ОДУ (1,586 тыс. т) была выполнена при помощи сравнительного анализа с распределением рекомендуемых величин вылова, полученных в ходе стохастических экспериментов немодельных методов DLMtool. Предложенные пакетом методы для имеющихся данных показали достаточно широкий разброс интервалов значений в результатах (рис. 2).

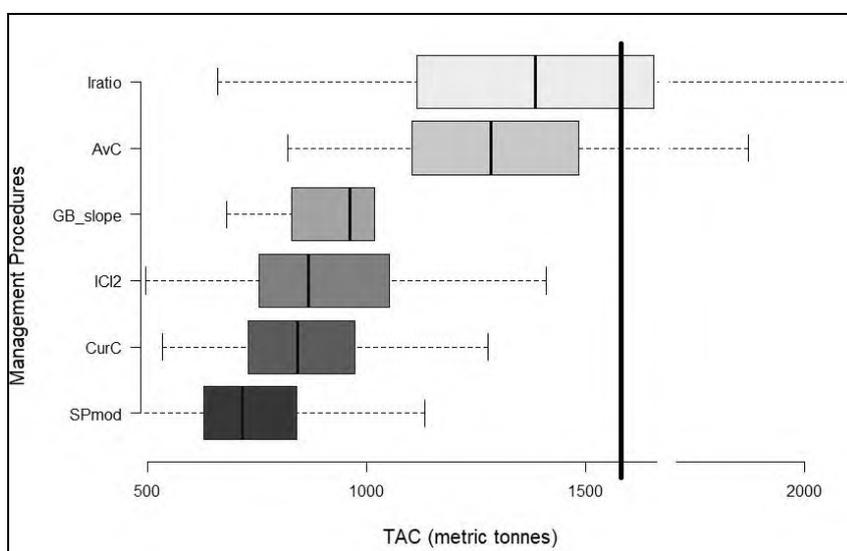


Рис. 2. Графическое представление результатов расчета ОДУ краба-стригуна ангулятуса, методами, реализованными в DLMtool (интервалы величин ОДУ относительно расчётного ОДУ – вертикальная линия).

Сравнение ОДУ, рассчитанного исходя из зонального правила регулирования промысла и коэффициента изъятия, обоснованного историей эксплуатации, с интервальными значениями ОДУ, полученными при использовании методов DLMtool, показало, что текущая оценка ОДУ выглядит оптимистичной. Однако, использование совокупности методов DLM 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 приема диагностики станет возможным на постоянной основе, например, как поддержки решения о принятии той или иной величины ОДУ.

Диагностика качества управления данной единицей запаса в этом документе не проводится – в связи с продолжающимся совершенствованием

расчетов и поиском оптимальной операционной модели в условиях ежегодного изменения входных данных.

Рекомендуемая величина ОДУ на 2026 г. будет способствовать безопасному управлению запасом объекта в условиях неоптимального распределения промысловых усилий.

Объем ОДУ объекта достаточен для рентабельного промысла 5 судами во впадине ТИПРО, а в случае неполного освоения ОДУ на этом участке, ресурс достаточен и для возобновления промысла на банке Кашеварова 1 судном.

## 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 учетной ловушечной съемки на НИС «Владимир Сафонов» в июле 2010 г. в районе впадины ТИНРО (табл. 1).

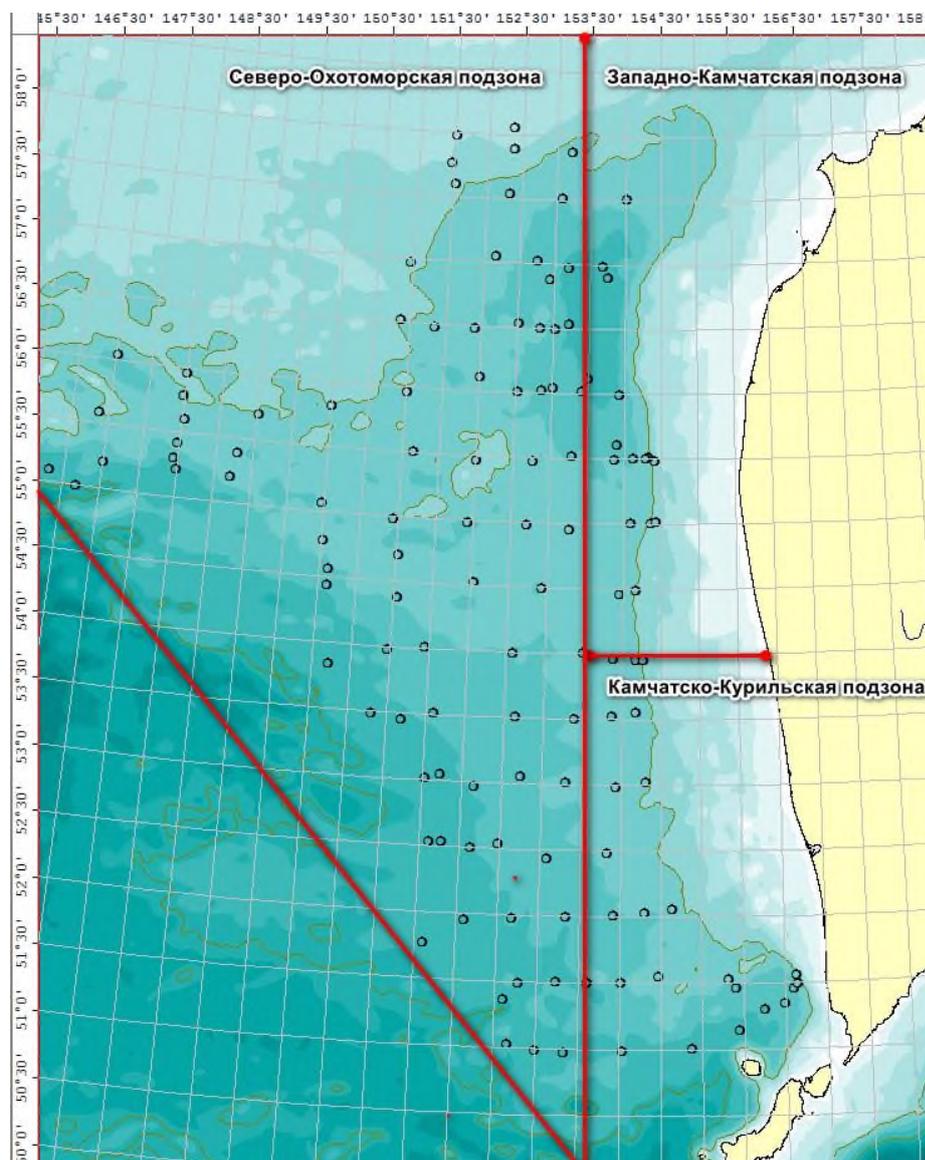


Рис. 1. Карта-схема станций комплексной донной траловой съемки 2018 г.

Таблица 1

Объем работ и количество обработанного материала в Западно-Камчатской подзоне

Тип, название судна	НИС «ТИНРО»	НИС «Профессор Кагановский»	НИС "Владимир Сафонов"
Тип орудий лова	ДТ/ТВ-27,1/24,4	ДТ/ТВ-27,1/24,4	конусные ловушки (ЖС-0,7)
Кол-во учетных станций	14	34	47
Диапазон глубин (м)	335-951	334-983	550-1010
Период работ	апрель-июль 2018 г.	сентябрь-октябрь 2013 г.	июль 2010 г.
Выпол. биоанализов	3768	3835	9786

При работах применялся донный трал 27,1/24,4 м со стандартным горизонтальным раскрытием 16,26 м (применялось при расчетах раскрытие – 16 м). Кутцевая часть оснащена мелкоячейной 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 запасов, 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 м<sup>2</sup> [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 2026 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. 2). 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 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 2024 г. проведенные донные траловые съемки охватывали только шельф Западной Камчатки, без учета свала глубин.

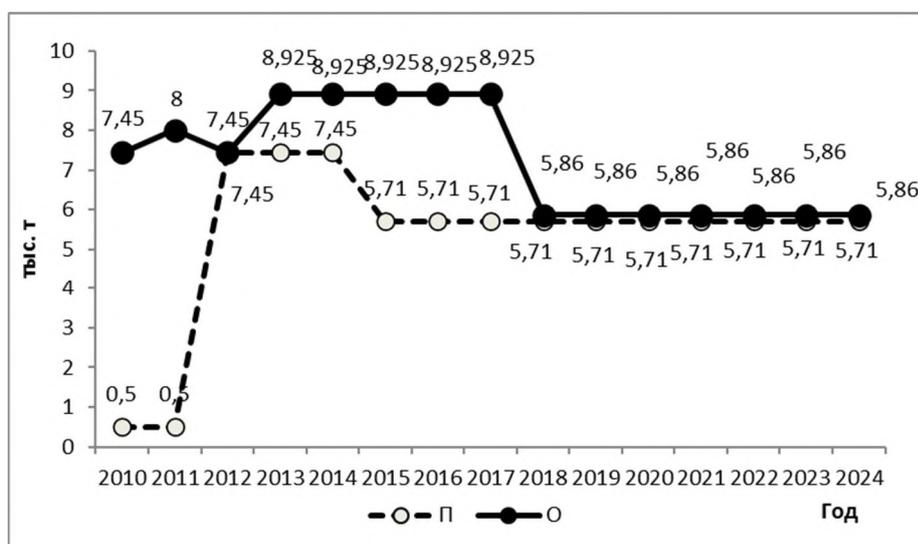


Рис. 2. Динамика прогнозируемого (П) и оцененного (О; в год, на который был сделан прогноз) промыслового запаса краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне, по результатам прогнозов ТИНРО.

В период с 2003 по 2024 гг. в этой 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 2024 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 (К – скорость роста, М – 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 2026 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.

Впервые этот глубоководный краб-стригун был обнаружен в промысловом количестве (25-60 экз. на прямоугольную американскую ловушку) в южной части впадины ТИНРО (55°50'-56°20' с.ш., 153°30'-154°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 съемки почти на всей площади впадины ТИНРО (56°00'-57°30' с.ш., 152°20'-155°00' в.д.), обнаружив на глубинах 500-1000 м значительные запасы краба-стригуна ангулятуса. Первое судно использовало прямоугольные ловушки американского образца (2,0×2,0×0,9 м) и выполнило 97 станций, обследовав площадь 16 тыс. км<sup>2</sup>.

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. км<sup>2</sup>. При расчете запаса (численности) промысловых самцов использовалась программа «MapDesigner v.2.1». Площадь облова прямоугольной ловушки принималась равной 31400 м<sup>2</sup>, пирамидальной – 13700 м<sup>2</sup>, 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. км<sup>2</sup>) 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 съемку 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./ км<sup>2</sup>) отмечены на глубинах более 600 м. На участке наибольших скоплений (55°20'-56°10' с.ш., 153°30'-154°40' в.д.), на площади 6 тыс. км<sup>2</sup>, запасы промысловых самцов этого краба составили 6,33 млн экз. или 3,16 тыс. т. Расчет запасов выполнялся по 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. По-видимому, 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%) мягко панцирные 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. км<sup>2</sup> они составили около 5,5 тыс. т или 6,87 млн экз., при средней массе самца – 0,8 кг (рис. 3).

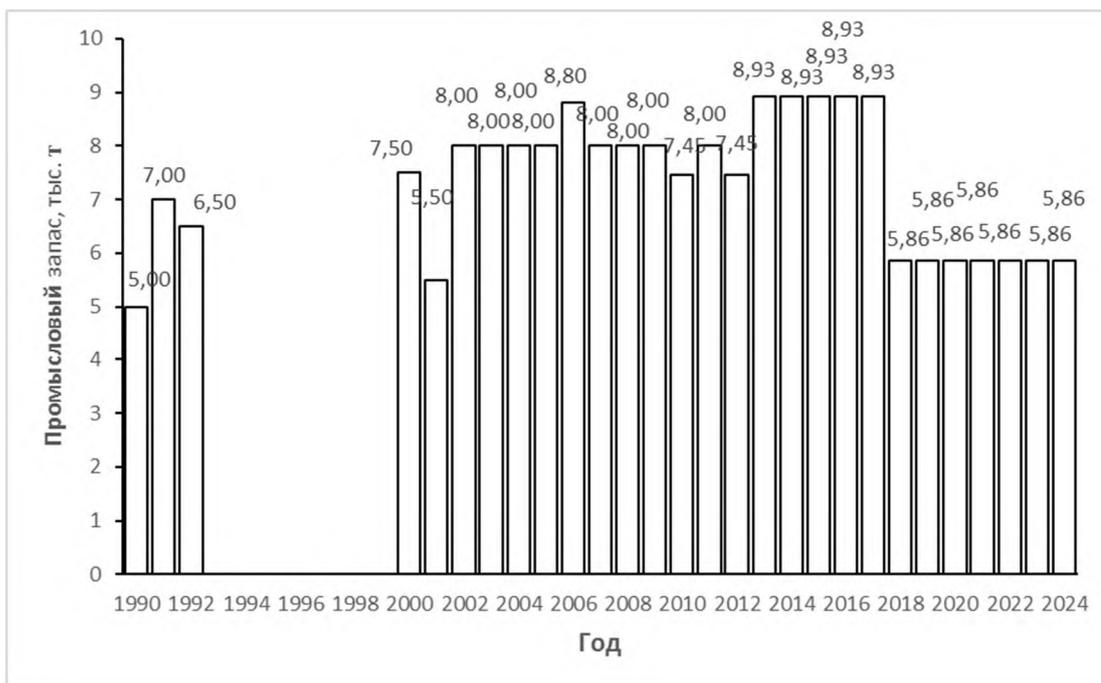


Рис. 3. Динамика промыслового запаса краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне в 1990-2024 гг.

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 тонны. 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 (*табл. 2*).

Фрагментарные исследования глубоководных крабов в этом районе в 2003-2008 гг. позволяли только ориентировочно оценивать запас и величину общего допустимого улова (далее ОДУ), который устанавливался на уровне 200-800 т. Позже, начиная 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 2022-2024 гг. ОДУ предлагалось ориентировать на минимальное значение, соответствующее граничному ориентиру (*табл. 2*).

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. траление.

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

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, средние размеры которых составляют 135-145 мм (рис. 4).

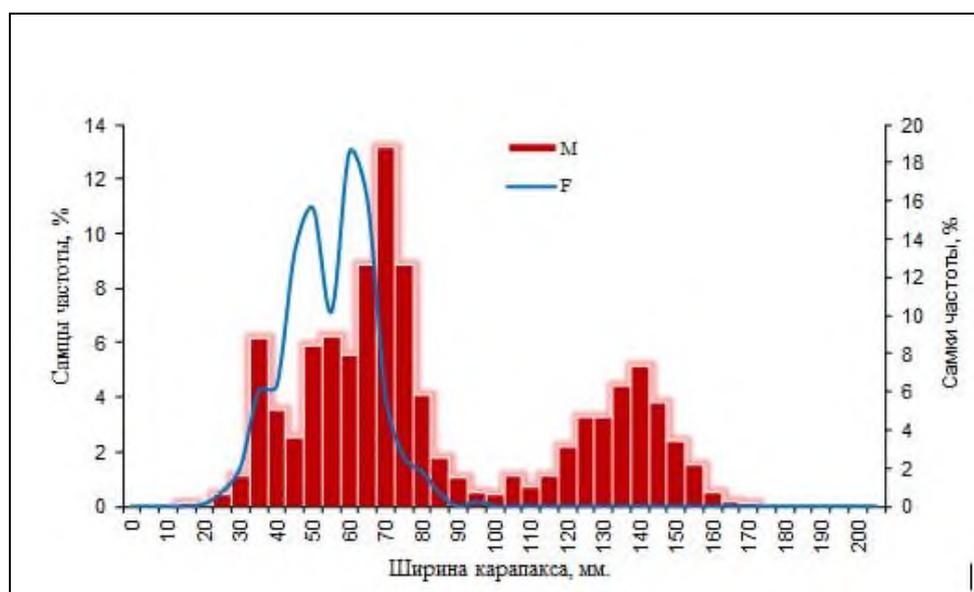


Рис. 4. Размерный состав самцов краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне в апреле-июле 2013 г. (M – самцы, F – самки).

Приведенные размеры краба-стригуна ангулятуса из траловых уловов 2018 г. весьма выражено показывают изменения, произошедшие в составе

популяции этого вида с 2013 г. (см. *рис. 4, 5*). 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 последней в жизни линьки (*рис. 5*).

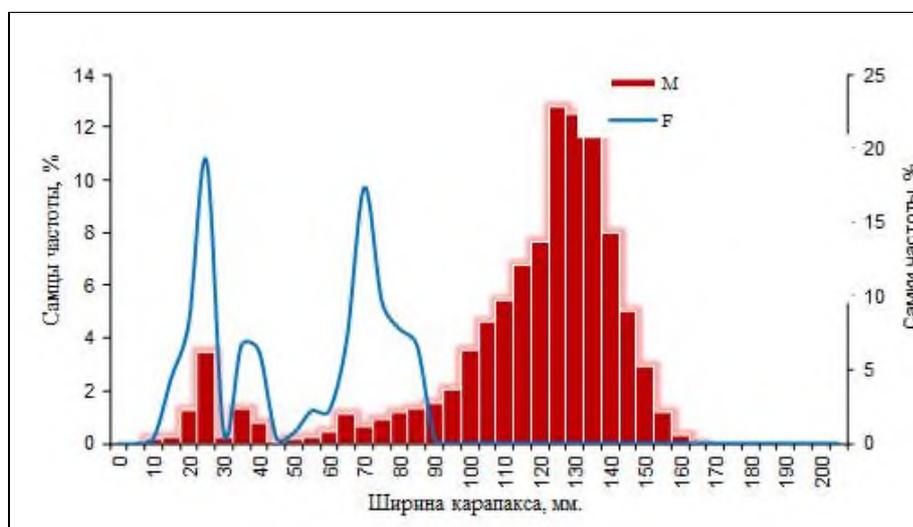


Рис. 5. Размерный состав самцов краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне в сентябре-октябре 2018 г. (М – самцы, F – самки).

Данные ловушечных уловов ангулятуса 2010 г. показывают, что в рассматриваемом районе доминирует поколение молодых самцов размерами 90-110 мм по ширине карапакса, а доля промысловых самцов значимо представлена только на больших глубинах 800-1010 м (*рис. 6, 7*). 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 4*, а средние показатели превысили 130 мм по ширине карапакса.

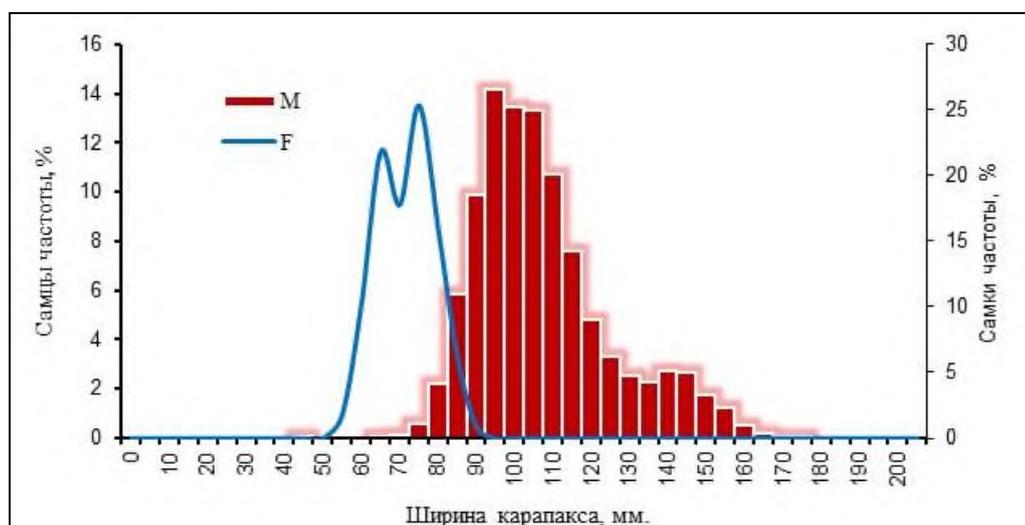


Рис. 6. Размерный состав самцов краба-стригуна ангулятуса по данным ловушечной съемки, выполненной в Западно-Камчатской подзоне в период с 18 июля по 4 августа 2010 г. (М – самцы, F – самки).

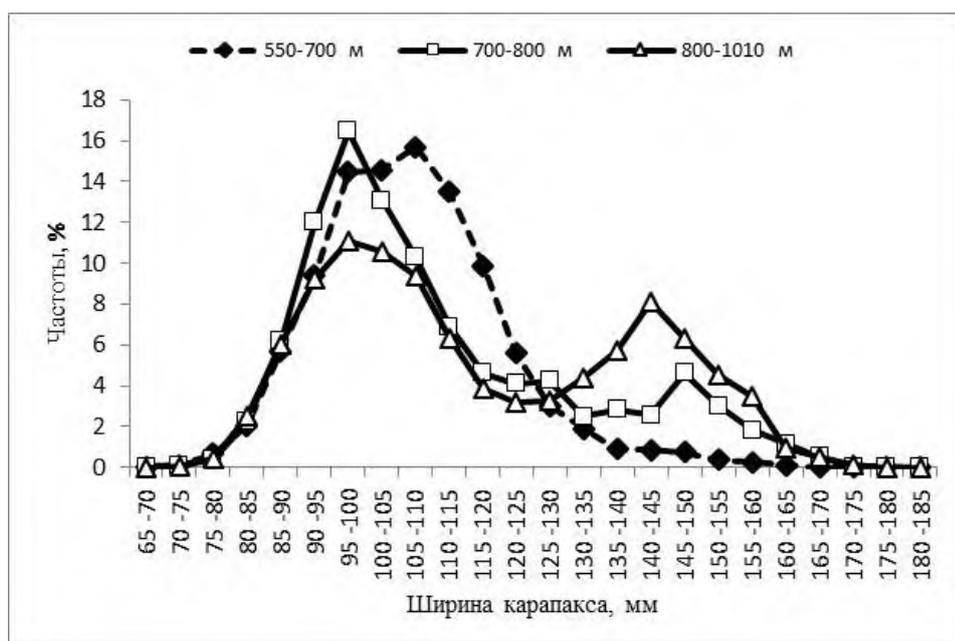


Рис. 7. Размерный состав самцов краба-стригуна ангулятуса по данным ловушечной съемки, выполненной в Западно-Камчатской подзоне в период с 18 июля по 4 августа 2010 г. в разных диапазонах глубин.

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. 4). 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 отчасти снизилась доля промысловых особей с 75 до 29% (см. рис. 5).

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%.

В целом, состояние популяции краба-стригуна ангулятуса в этом районе можно оценить как удовлетворительное.

Определение биологических ориентиров. Возможно определение биологических ориентиров 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 ТИНРО. 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 км<sup>2</sup>.

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. варьировал 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. 8).

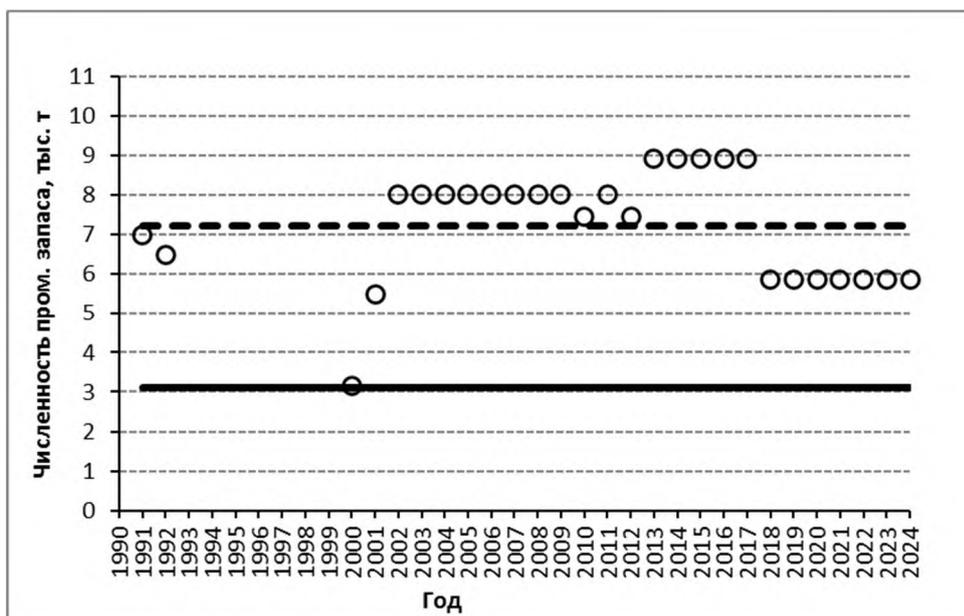


Рис. 8. Динамика численности краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне; горизонтальные линии – ориентиры управления; линия тренда построена для значений, по которым определяли среднегодовой прирост.

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. 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 составляет 8,186 тыс. т, ширина 95% доверительного интервала – 0,497 тыс. т или 6,0% 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.

Согласно судовым суточным донесениям (ССД), отражаемых в ОСМ (отраслевая система мониторинга) «Рыболовство» в 2024 г., установлено, что промысел, в подавляющем большинстве, был сосредоточен в районах, прилегающих южнее впадины ТИНРО Западно-Камчатской подзоны. Наиболее активная фаза промысла краба-стригуна ангулятуса приходилась на июль и октябрь. Средний суточный улов составлял 4,9 т, при максимальном – 8,6 т, на глубинах 650-860 м (рис 9, 10).

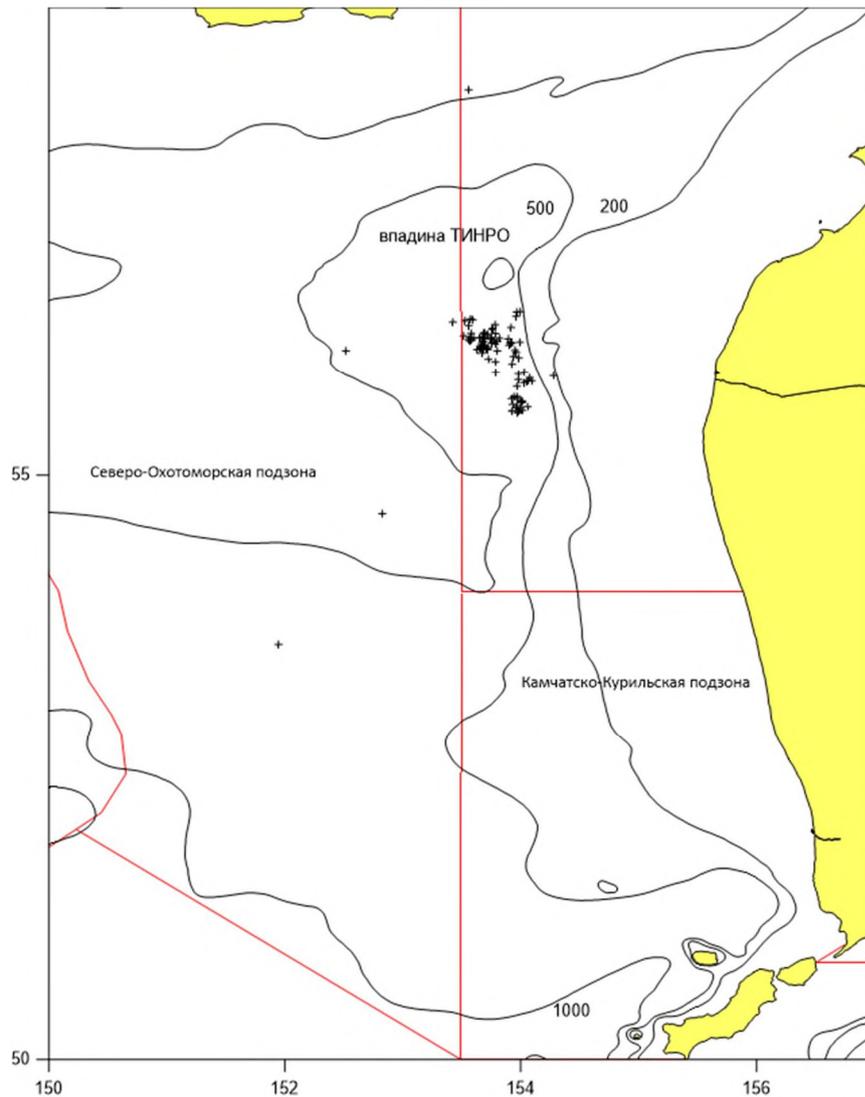


Рис. 9. Распределение промысловых усилий на промысле краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне в 2024 г.

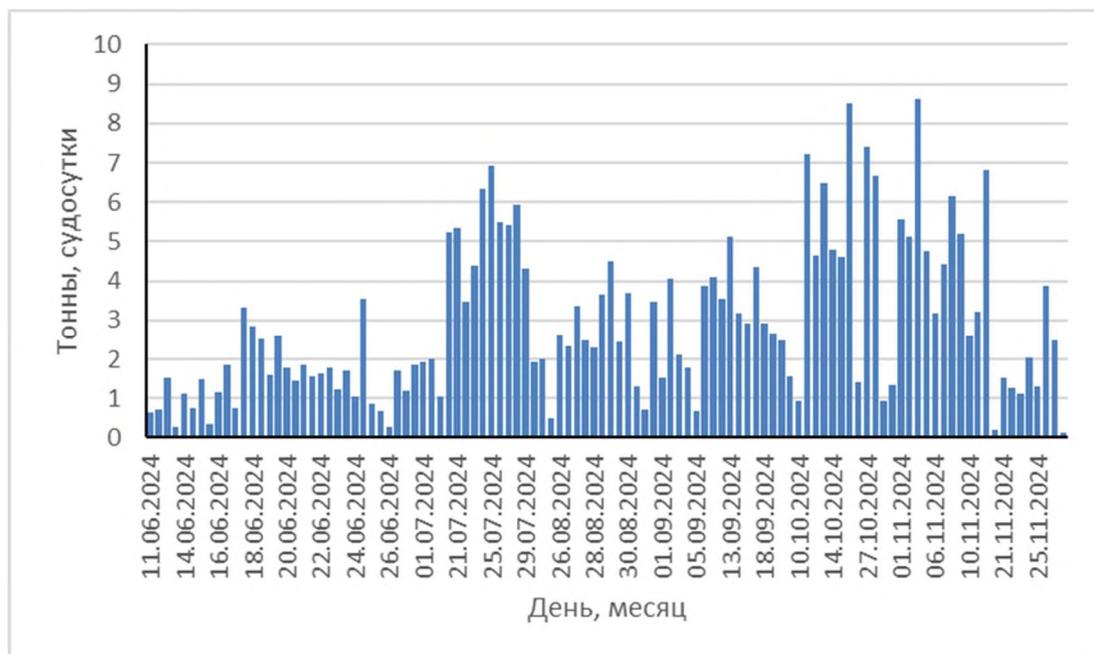


Рис. 10. Динамика суточных уловов краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне в 2024 г.

Прогнозирование состояния запаса. Расчет величины промышленного 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. км<sup>2</sup>, при средней плотности – 1600 экз./км<sup>2</sup> (рис. 11).

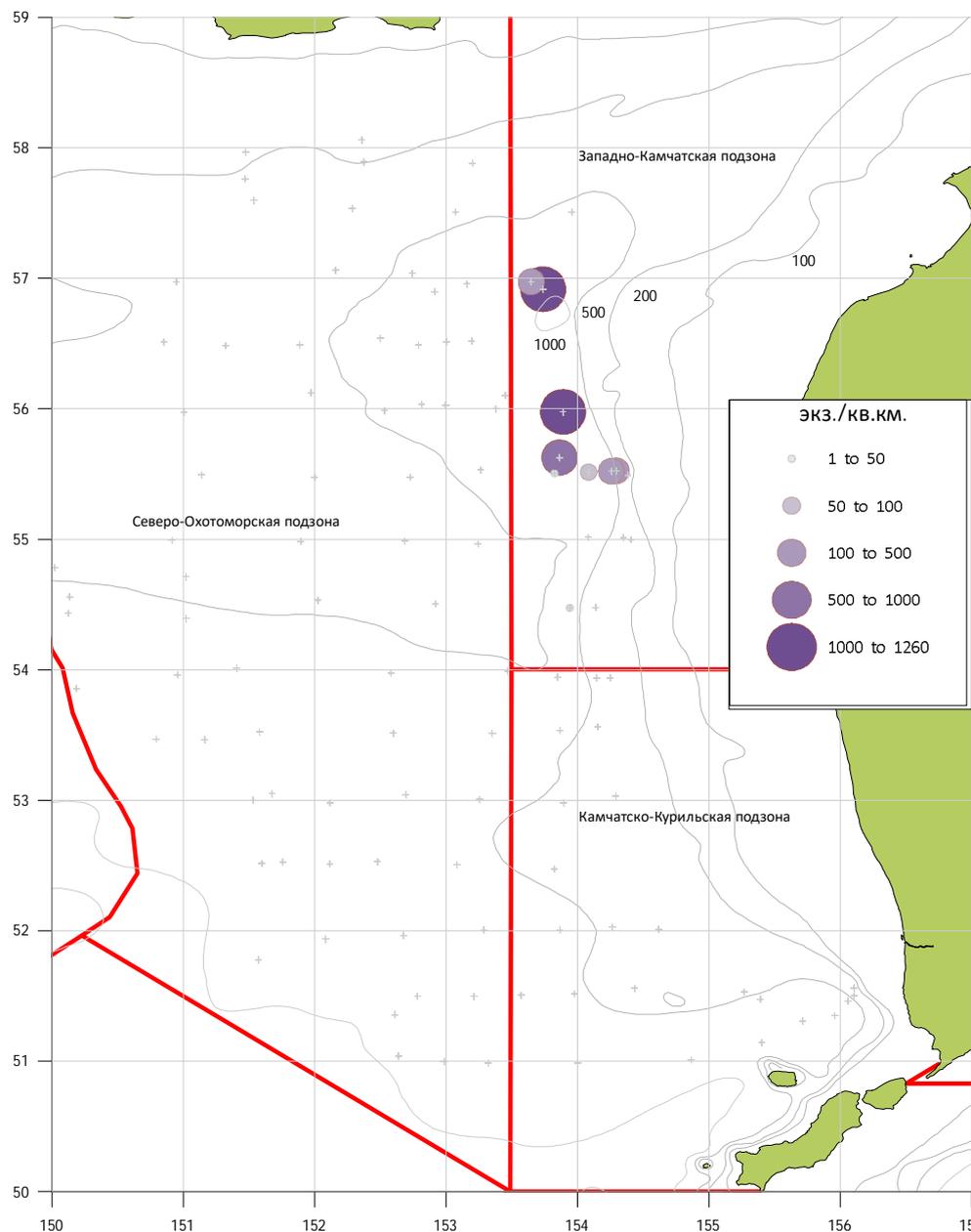


Рис. 11. Распределение и численность промысловых самцов краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне в 2018 г.

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 промышленная численность краба в 2018 г. составила 7,510 млн экз. или 5,858 тыс. т.

Поскольку популяция стригуна ангулятуса в этой подзоне до сих пор очень слабо осваивается промыслом, а условия ее обитания на больших

глубинах довольно стабильны, можно допустить, что ее промысловый запас к 2026 г. сильно не изменится.

Обоснование объема ОДУ. Данные промысловой статистики за 2023-2024 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.

Прогнозируемая на 2026 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 в 2025 г. Однако, за отсутствием новых данных съемок, рекомендуется оставить ОДУ краба-стригуна ангулятуса на уровне предыдущего года, а именно – 0,316 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна ангулятуса в Западно-Камчатской подзоне на 2026 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, И.С. Черниенко (ТИНРО)

Куратор: Д.А. Ботнев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Для характеристики тенденции состояния запаса краба-стригуна ангулятуса в Восточно-Сахалинской подзоне использованы данные мониторинга, проведенного в июне-сентябре 2023 г. В 2024 г. мониторинг краба-стригуна ангулятуса в Восточно-Сахалинской подзоне не проводился, использованы данные промстатистики за период с 2003 по 2024 гг.

Сбор и обработка биологических материалов осуществлялись в соответствии с действующими методиками Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО) [Бизиков и др., 2006; Низяев и др., 2006; Руководство..., 1979].

Обоснование выбора методов оценки запаса. В 2003-2024 гг. пространственное распределение промысловых судов различалось как по локализации, так и по охвату площади (рис. 1-3). Варьировала глубина, сроки промысла, промысел осуществлялся судами с различными техническими характеристиками.

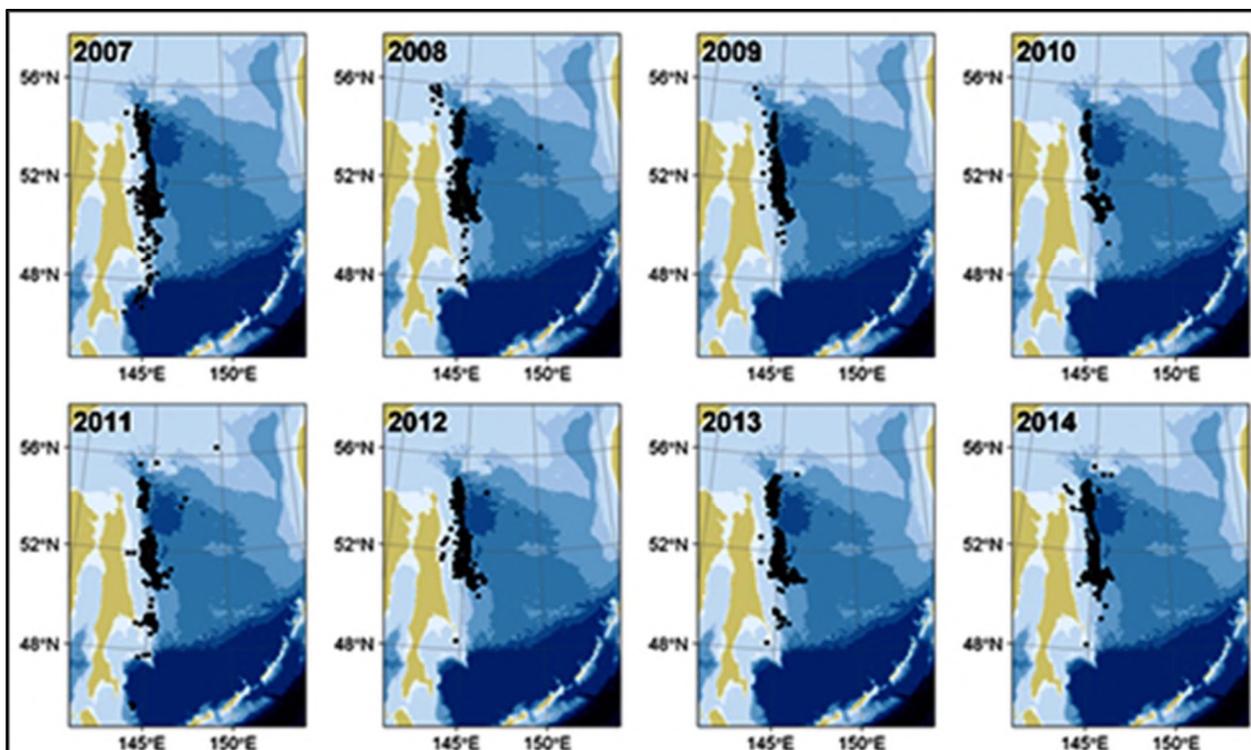


Рис. 1. Распределение промысловых усилий в 2007-2014 гг.

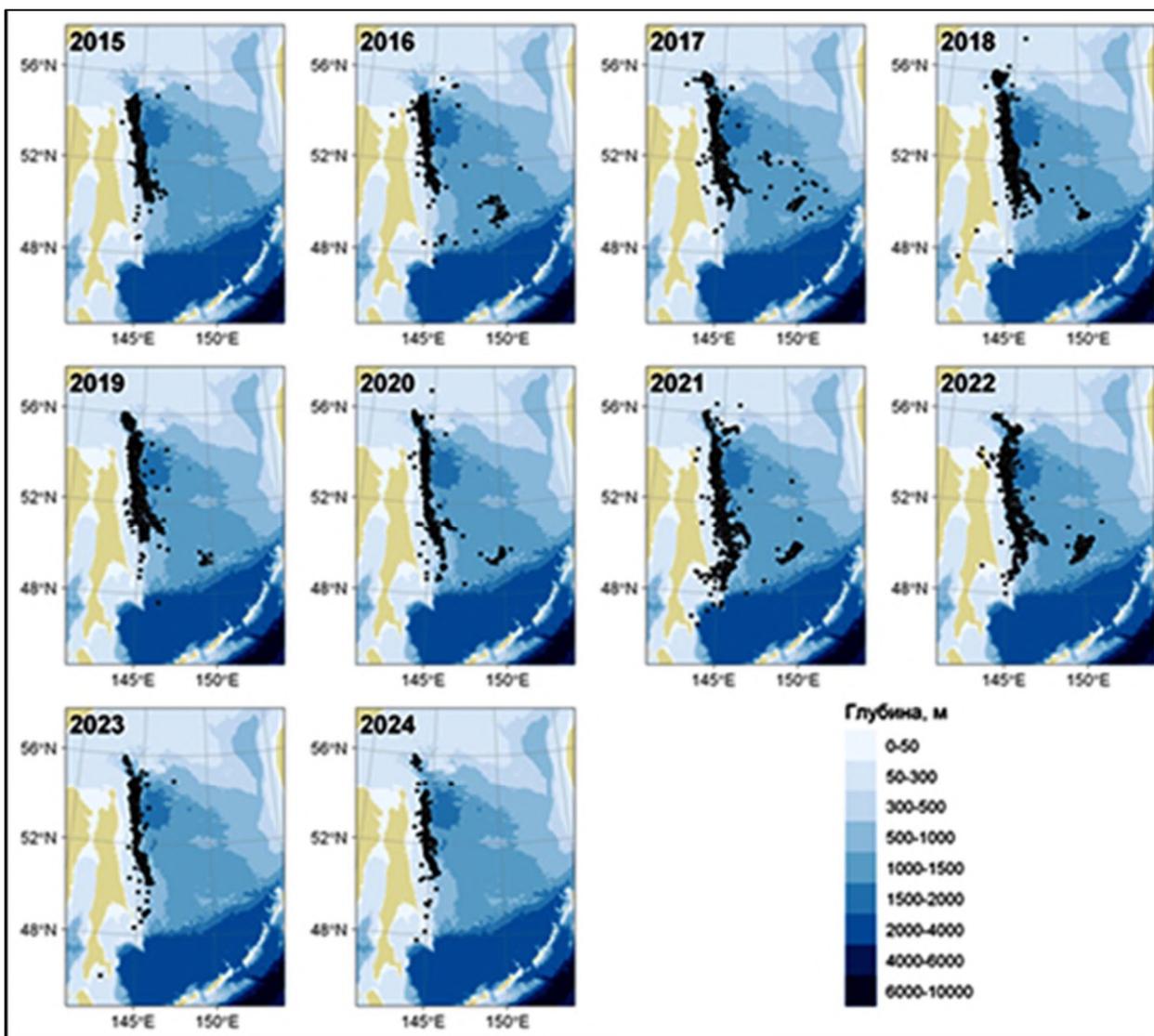


Рис. 2. Распределение промысловых усилий в 2007-2024 гг.

На рисунке 3 приведены данные о распределении значений различных факторов окружающей среды и промысловых характеристик при добыче краба-стригуна ангулятуса в подзоне Восточно-Сахалинской в 2003-2024 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).

Такой разброс факторов вносит дополнительную вариабельность в индекс обилия, поэтому необходимо применять процедуру стандартизации промыслового усилия [Баканев, 2019; Буяновский, 2019; Буяновский, 2020; Кулик, Варкентин, Ильин, 2020; Черниенко, 2021]. В качестве индекса обилия запаса рассматривали улов на единицу промыслового усилия ( $CPUE$ ), в данном случае – среднюю массу улова крабов, взятую на борт судна за сутки. Для набора данных формировали дополнительные переменные: день года, глубина, расстояние от берега, суточное усилие.

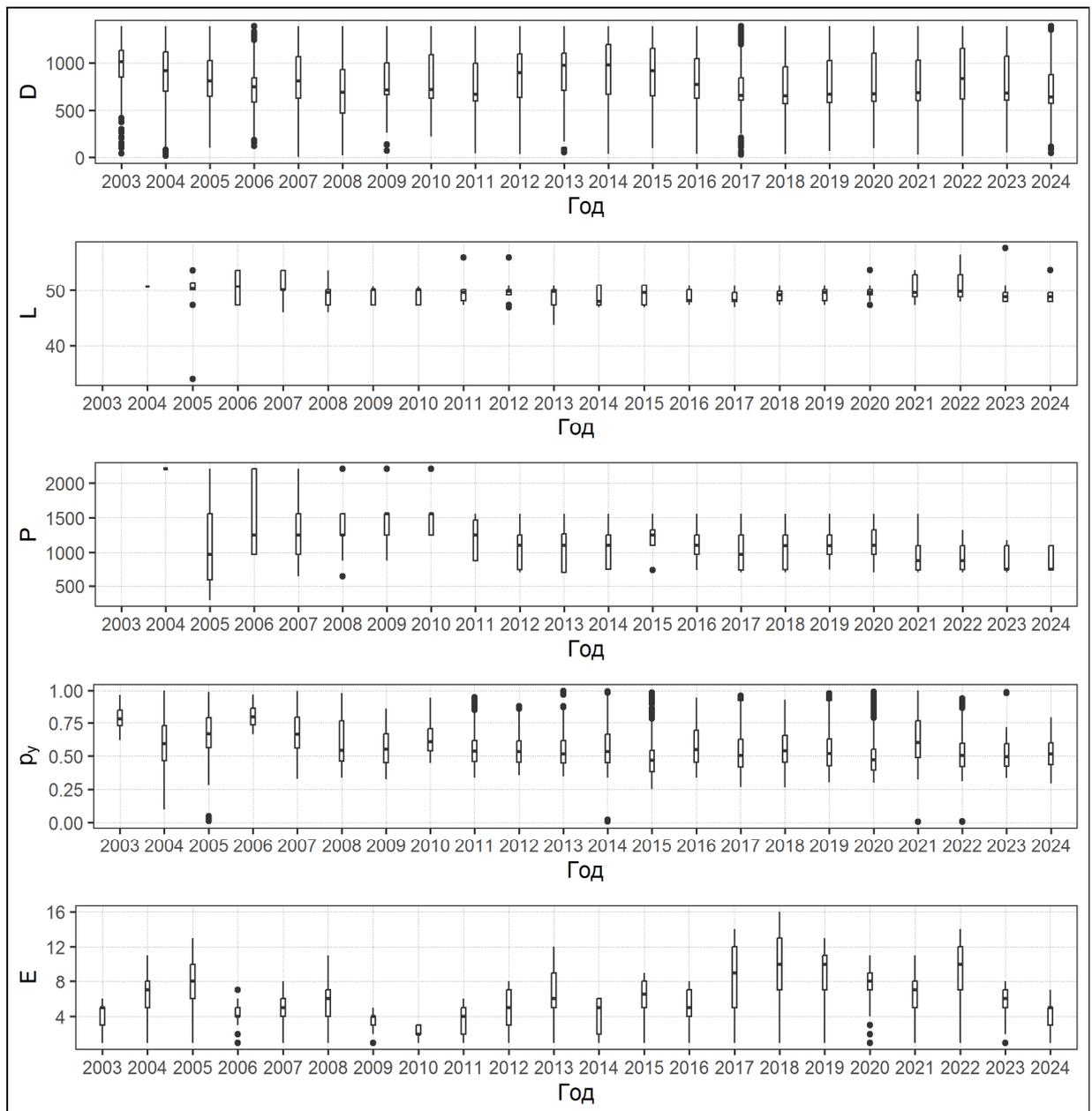


Рис. 3. Распределение природных и промышленных факторов в 2015-2024 гг.

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

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

$$d_{sin} = \cos \frac{2\pi d}{N_y} \quad (3)$$

В таблице 1 представлено описание использованных переменных.

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 промышленное усилие	$E$	Судо-сутки

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

Рассматривали следующие модели-кандидаты:

$$\mu(CPUE) = \beta_0 + \beta_i^Y \quad (4)$$

$$\mu(CPUE) = \beta_0 + \beta_i^Y + f_2(D) \quad (5)$$

$$\mu(CPUE) = \beta_0 + \beta_i^Y + f_1(x, y) + f_2(D) \quad (6)$$

$$\mu(CPUE) = \beta_0 + \beta_i^Y + f_1(x, y) + f_2(D) + f_3(d_Y) \quad (7)$$

$$\mu(CPUE) = \beta_0 + \beta_i^Y + f_1(x, y) + f_2(D) + f_3(d_{sin}) + f_4(d_{cos}) \quad (8)$$

$$\mu(CPUE) = \beta_0 + \beta_i^Y + f_1(x, y) + f_2(D) + f_3(d_Y) + f_4(L) + f_5(P) + f_6(E) \quad (9)$$

$$\mu(CPUE) = \beta_0 + \beta_i^Y + f_1(x, y) + f_2(D) + f_3(d_{sin}) + f_4(d_{cos}) + f_5(P) + f_6(E) \quad (10)$$

$$\mu(CPUE) = \beta_0 + \beta_i^Y + f_1(x, y) + f_2(D) + f_3(d_{sin}) + f_4(d_{cos}) + f_5(L) + f_6(E) \quad (11)$$

$$\mu(CPUE) = \beta_0 + \beta_i^Y + f_1(x, y) + f_2(D) + f_3(d_{sin}) + f_4(d_{cos}) + f_5(L) + f_6(P) + f_7(E) \quad (12)$$

где  $\beta_0$  – свободный параметр,  $f_i$  – тензорное произведение координат,  $f_j$  ( $j > 1$ ) – тонкостенные сплайн-функции (TPRS),  $\beta_i^Y$  – коэффициент для фактора года.

По совокупности показателей производительности модели была выбрана модель 10 (табл. 2), приведены значения информационных критериев и доли объясненной дисперсии.

Таблица 2

Информационные критерии и объясненная дисперсия для моделей-кандидатов

Модель	AIC	BIC	Объясненная дисперсия
(4)	80303	80494	9,4%
(5)	80008	80214	10,6%
(6)	78933	79317	15,0%
(7)	77000	77402	22,2%
(8)	76635	77061	23,5%
(9)	76794	77256	23,0%
(10)	76434	76889	24,2%
(11)	76587	77050	23,7%
(12)	76423	76902	24,3%

Выбранная модель включает координаты, глубину, циклические компоненты дня года, мощность силовой установки и ежедневное усилие.

Для стандартизации CPUE вычисляли его значения для каждого года, фиксируя значения признаков на их медианах (табл. 3).

Таблица 3

Значения факторов, использованные для стандартизации индексов

Параметр	Стандартное значение
$x$	144,76
$y$	52,38
$D$	742
$d_{sin}$	0,017
$d_{cos}$	1,000
$P$	1100
$E$	6

На рисунке 4 приведены стандартизованные и номинальные значения уловов на усилие.

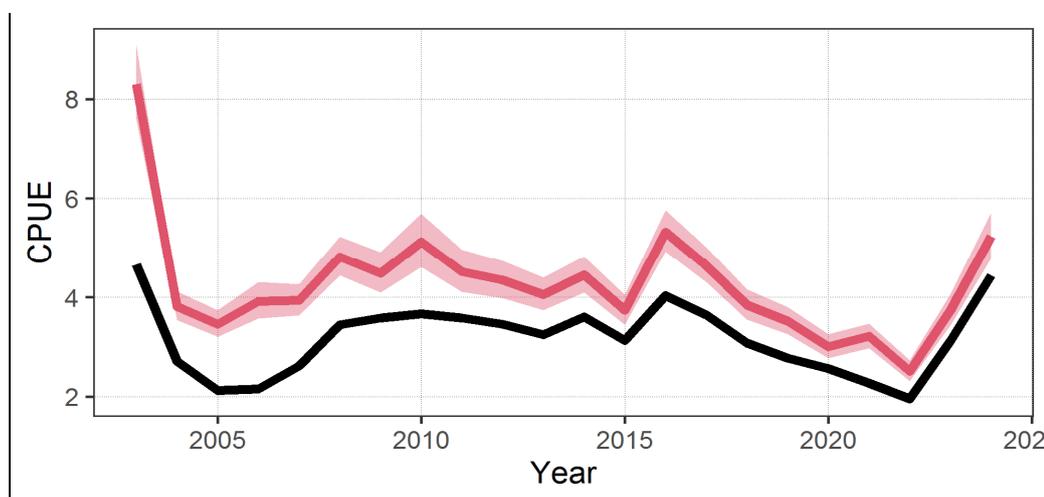


Рис. 4. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов с доверительными интервалами (красная сплошная линия и область).

Помимо исторического ряда стандартизованного улова на усилие, имеется исторический ряд уловов и оценки запаса, выполненные 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:

$$B_t = e^{-M}(1 + \rho)(B_{t-1} - Y_{t-1}) - \rho e^{-2M} \left(1 - \frac{Y_{t-1}}{B_{t-1}}\right) (B_{t-2} - Y_{t-2}) - e^{-M} \left(1 - \frac{Y_{t-1}}{B_{t-1}}\right) \rho w_{a_R-1} R_{t-1} + w_{a_R} R_t \quad (13)$$

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,  $\rho$  – коэффициент Бродди в уравнении Форда-Уолфорда.

Принимали, что зависимость запас–пополнение описывается уравнением Рикера, и что промысловый запас пропорционален нерестовому, и таким образом

$$R_t = \gamma(B_{t-a_R-1} - Y_{t-a_R-1})e^{-\delta(B_{t-a_R-1} - Y_{t-a_R-1})} \quad (14)$$

где  $\gamma$ ,  $\delta$  – коэффициенты в уравнении «запас–пополнение».

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

$$B_V = -\frac{1}{\delta} \ln \frac{(1 + \rho)e^{-M} - \rho e^{-2M}}{\gamma(w_{a_R-1}\rho e^{-M} - w_{a_R})} \quad (15)$$

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:

$$P_t = e^{-M}(1 + \rho)(P_{t-1} - kY_{t-1}) - \rho e^{-2M} \left(1 - \frac{kY_{t-1}}{P_{t-1}}\right) (P_{t-2} - kY_{t-2}) - e^{-M} \left(1 - \frac{kY_{t-1}}{P_{t-1}}\right) \rho w_{a_R-1} R_{t-1} + w_{a_R} R_t + \epsilon_1 \quad (16)$$

$$P_t = e^{-M}(1 + \rho)(P_{t-1} - kY_{t-1}) - \rho e^{-2M} \left(1 - \frac{kY_{t-1}}{P_{t-1}}\right) (P_{t-2} - kY_{t-2}) - e^{-M} \left(1 - \frac{kY_{t-1}}{P_{t-1}}\right) \rho w_{aR-1} R_{t-1} + w_{aR} R_t + \epsilon_1 \quad (16)$$

$$\ln r_t = \ln \gamma + \ln(P_{t-4} - kY_{t-4}) - \frac{\delta}{k} (P_{t-4} - kY_{t-4}) + \epsilon_2 \quad (17)$$

И одно уравнение наблюдения:

$$U_{i,t} = Q_i P_t + \theta_i \quad (18)$$

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,  $\epsilon_1$ , и  $\theta_i$ , 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. По данным мониторинга в 2016-2023 гг. широкопалые самцы краба-стригуна ангулятуса образовывали две ярко выраженные группировки с модами в размерных классах 95 и 125 мм по ШК в 2016 г., а также, 90-95 мм и 130-135 мм – в 2023 г. В другие годы (с 2017 г. по 2022 г.) широкопалые самцы формировали однородную размерную группировку с модами в размерных классах – около 125-130 мм по ШК (рис. 5).

Средний размер группировки широкопалых самцов промысловых размеров (>110 мм ШК) в 2023 г. равнялся 129,4 мм (рис. 5). Непромысловая группировка широкопалых самцов, хотя и многочисленная, для пополнения запаса промысловых самцов никакого значения не может иметь, поскольку эти самцы уже полиняли последний раз и более не прирастут в размерах [Слизкин, Кобликов, 2013]. Поскольку широкопалые самцы любых размеров являются функционально зрелыми, в популяции важную роль в воспроизводстве играют и самцы <110 мм ШК, особенно в том случае, когда крупноразмерные особи, по той или иной причине, естественным образом или вследствие промысла элиминируют. Несомненно, в рассматриваемой популяции краба-стригуна ангулятуса такие особи широкопалых самцов, как показано на рисунке 5, будут способствовать успешному естественному воспроизводству вида.

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 (>110 мм по ШК), размеры которых, в среднем, равнялись 114 мм по ШК. Улов в ловушках узкопалых самцов был лишь в 2 раза ниже, чем широкопалых (рис. 5). Судя по величине выборки, их вылов за период учетных работ составил, соответственно, 2470 и 4325 экз. В 2022 и 2023 гг. уловы УПС и их размеры были меньше (рис. 5). По-видимому, это закономерно, поскольку мелкие узкопалые самцы менее активны [Иванов,

Соколов, 1997], они ловушками недолавливаются, то есть ловушечные уловы непоказательны в части оценки перспектив пополнения популяции крабов-стригунов [Слизкин, Кобликов, 2014].

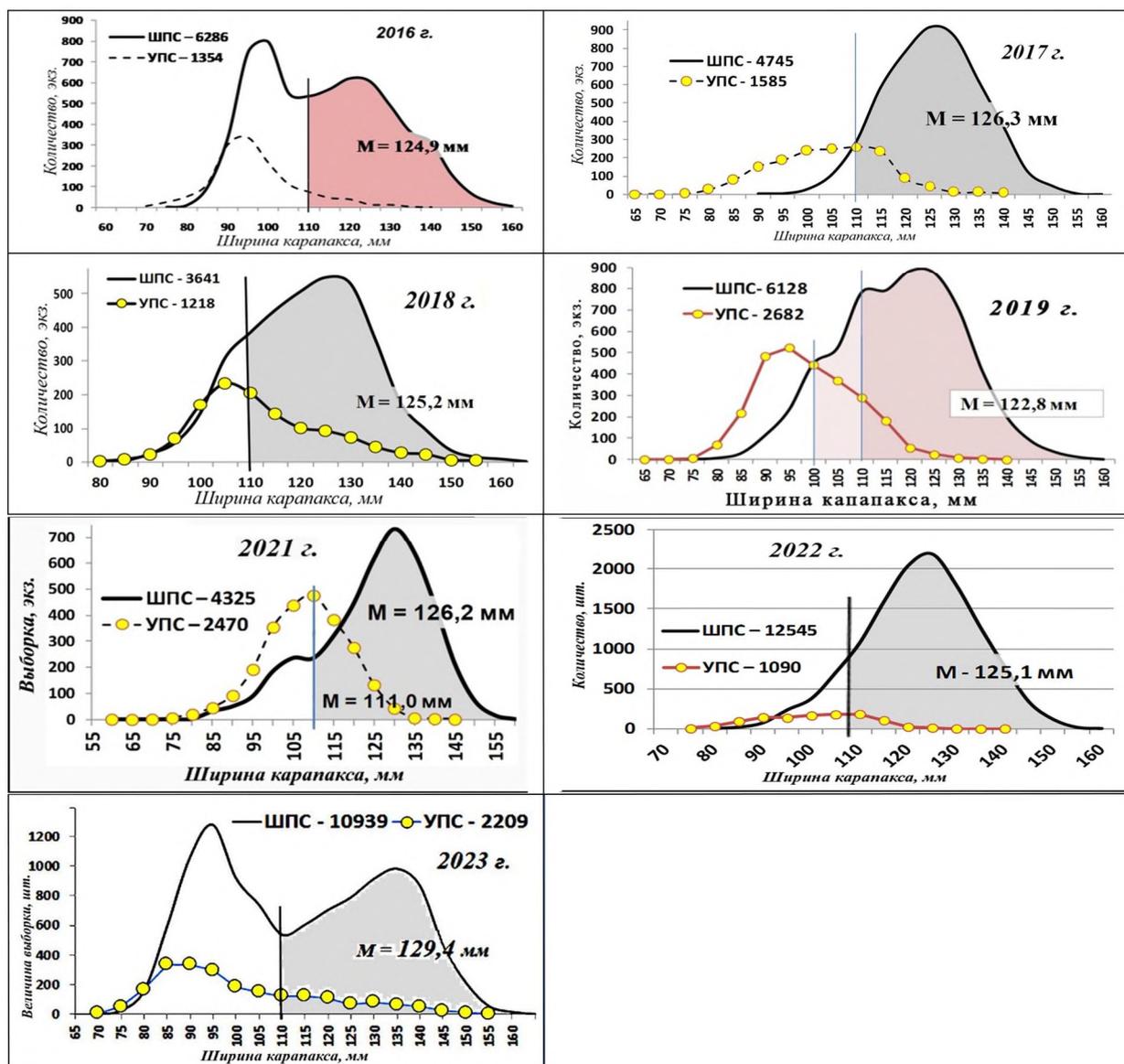


Рис. 5. Размерный состав краба-стригуна ангулятуса в Восточно-Сахалинской подзоне по данным мониторинга, проведенного на краболовных судах АО «РК» «Восток-1» в 2016-2023 гг. ШПС – широкопалые самцы, УПС – узкопалые самцы, M – средний размер промысловых самцов.

По результатам мониторинга 2023 г., максимальные уловы на усилие промысловых особей ангулятуса по подрайонам достигали – 41,7 экз./лов. (южный подрайон) и 24,5 экз./лов. (северный). В среднем по району работ – 11,5 экз./лов. и 7,9 экз./лов., соответственно, непромысловых – 7,5 экз./лов. и 8,7 экз./лов., соответственно, а самок – 1,2 экз./лов. и 2,4 экз./лов.

Расчётная величина промыслового запаса краба-стригуна ангулятуса в 2023 г., по материалам КП «Талан», в Восточно-Сахалинской подзоне, на площади около 5,5 тыс. км<sup>2</sup>, составила 14 млн экз. К сожалению, учетные съемки при мониторинге крабов на промысловых краболовных судах весьма невелики по площади, в частности, в 2023 г. она составила 5,5 тыс. км<sup>2</sup>, это

на порядок меньше, чем размеры полей промысла краба-стригуна ангулятуса Восточного Сахалина – 55,4 тыс. км<sup>2</sup>.

Состояние промысла. В 2024 г. основной лов краба-стригуна ангулятуса локализовался на традиционных участках материкового склона, между 50°00' и 56°00' с.ш. (рис. 6), где ангулятуса промыслили 8 краболовных судов. Ранее, с 2003 г., краба-стригуна ангулятуса промыслили от 8 до 18 краболовных судов (табл. 4).

В 2019-2022 гг. краболовные суда добывали ангулятуса на приостровном склоне, включая район Кашеваровского каньона и возвышенности Академии Наук, на акватории более 50 тыс. км<sup>2</sup> (рис. 6). В 2023-2024 гг. промысел в районе возвышенности Академии Наук не проводился.

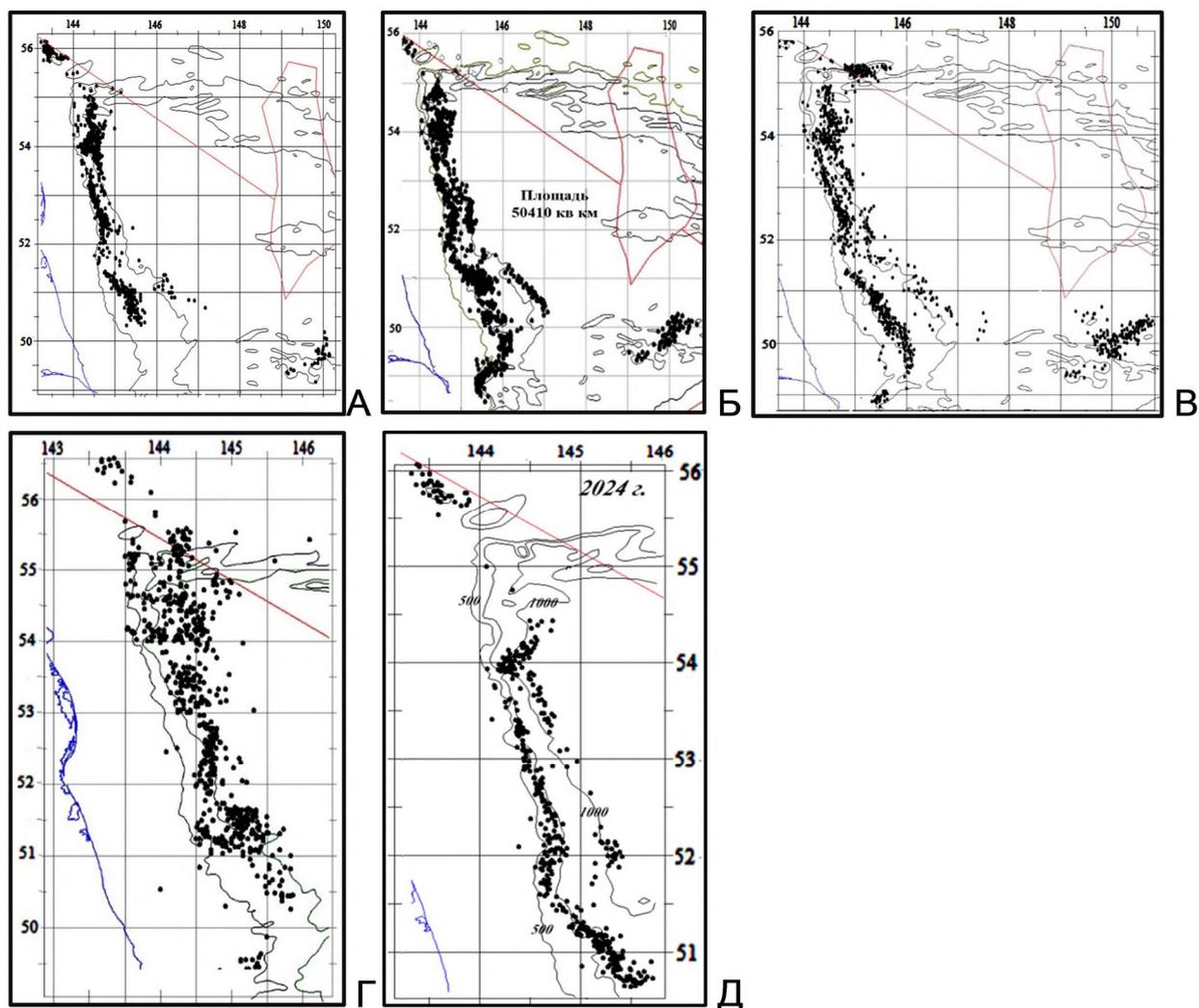


Рис. 6. Поля промысла краба-стригуна ангулятуса в Восточно-Сахалинской подзоне в 2020 г. – А, в 2021 г. – Б, в 2022 г. – В, в 2023 г. – Г, в 2024 г. – Д.

В районе возвышенности Академии Наук промысловые суда работали непродолжительное время. В 2020 г. в этом районе стригуна 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.

Таблица 4

Параметры промысла краба-стригуна ангулятуса в Восточно-Сахалинской подзоне за период с 2003 по 2024 гг. Данные ИС «Рыболовство»

Период промысла	Год	Судо-суток	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

Наиболее успешный промысел приходится на первую половину промыслового сезона – май-июль (рис. 7).

В апреле-мае 2020 и 2021 гг. среднесуточные уловы достигали 3-4 т, в 2022 г. 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 2023 и 2024 гг. уловы на усилие составляли более 2 т. Тренд снижения уловов с увеличением числа краболовных судов на промысле показан на рисунке 8.

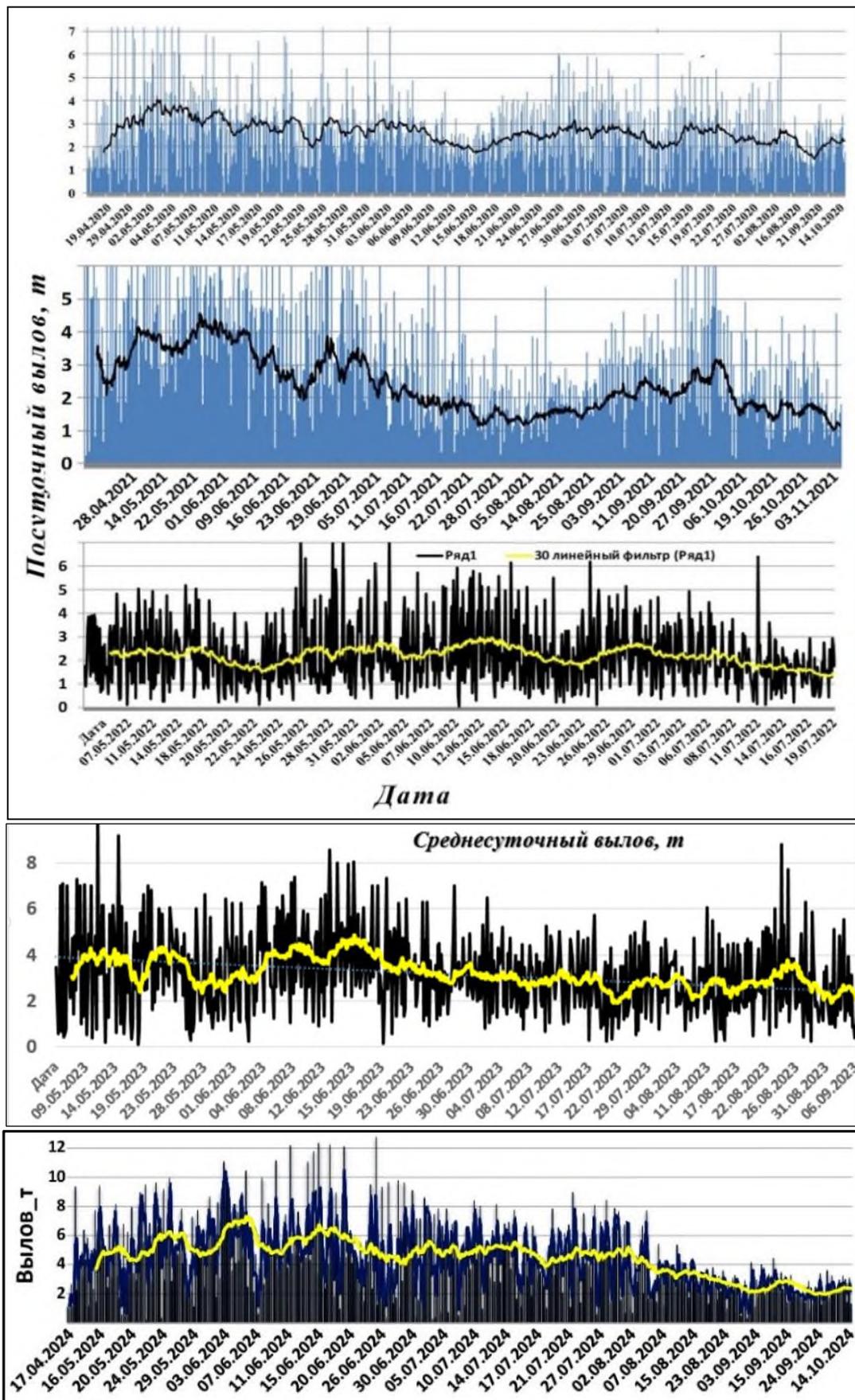


Рис. 7. Динамика среднесуточного вылова краба-стригуна ангулятуса в 2020-2024 гг.



Рис. 8. 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 за годы исследований с 2011 по 2024 гг., по данным наблюдений составил 103,44 тыс. т (2016 г.), минимальный – 17,39 тыс. т (2013 г.), в среднем – около 50,8 тыс. т (табл. 5).

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].

Таблица 5

Динамика состояния запаса и промысла краба-стригуна ангулятуса в подзоне Восточно-Сахалинская с 2011 по 2024 гг.

Годы	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
Среднее	50,8	5,6	3,5	3,3	–

В 2024 г. вылов за судосутки промысла составил 4,4 т, что существенно больше среднего за рассматриваемые годы – 3,3 т. При этом, освоен установленный объем ОДУ был только на 49,9% (см. табл. 5). Следовательно, при сравнительно высоких показателях уловов на усилие, недоосвоение ОДУ вызвано не низкой плотностью скоплений промысловых самцов, а иными причинами.

Поскольку данная единица запаса слабо охвачена учетными съемками, в качестве целевого ориентира по промысловой эксплуатации принимаем традиционную долю изъятия, равную 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 2024 г., полученная по результатам моделирования, находится в 95% доверительном интервале 48,36-62,03 тыс. т (68,12-87,37 млн экз.), в среднем – 55,2 тыс. т (77,74 млн экз.). Оценка ожидаемой в 2026 г. величины запаса находится в доверительном интервале 47,87-63,94 тыс. т (67,42-90,05 млн экз.), в среднем – 55,9 тыс. т (78,74 млн экз.) (рис. 9).

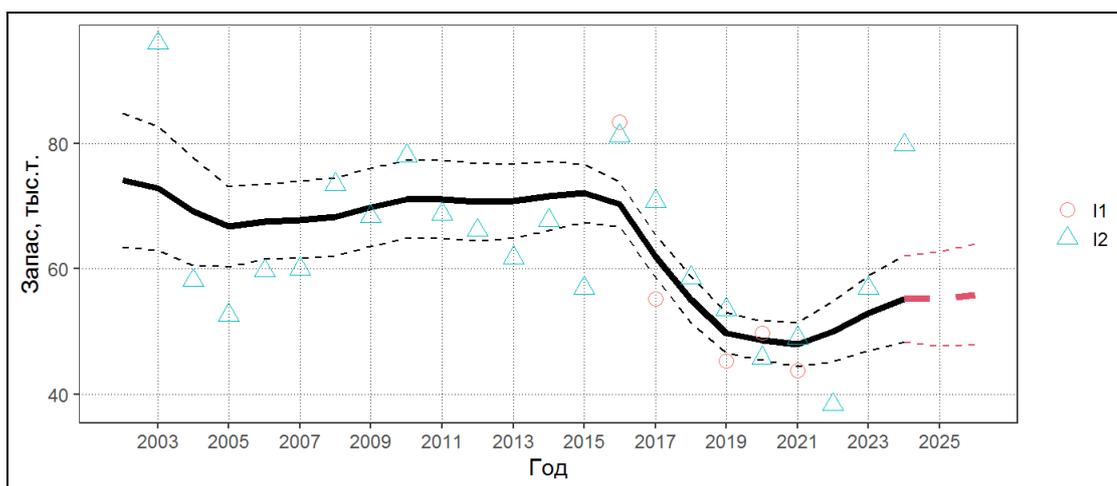


Рис. 9. Динамика биомассы запаса краба-стригуна ангулятуса в Восточно-Сахалинской подзоне. I1 – оценка запаса, выполненная методом площадей, I2 – средние уловы на судосутки по данным ИС «Рыболовство».

Обоснование объема ОДУ. Согласно построенному ПРП, доля промыслового изъятия в 2026 г. может составить 10%. В 2026 г. в Восточно-Сахалинской подзоне ОДУ краба-стригуна ангулятуса составит 5,59 тыс. т или 7,87 млн экз. (рис. 10).

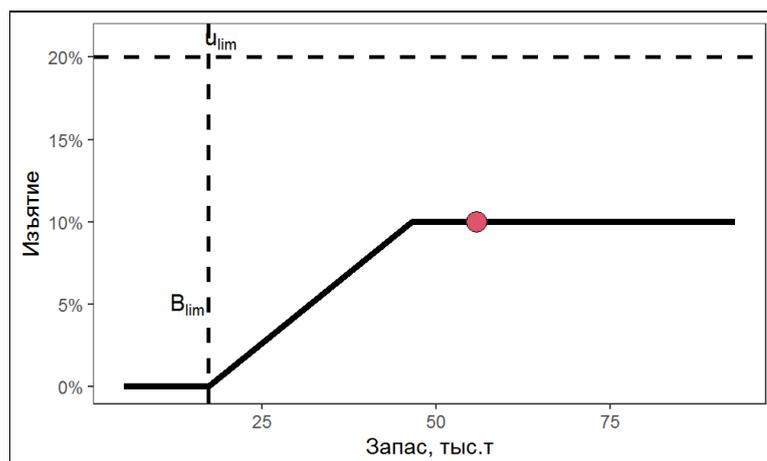


Рис. 10. Графическое представление ПРП для краба-стригуна ангулятуса подзоны Восточно-Сахалинской (биомасса в тыс. т).

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна ангулятуса в Восточно-Сахалинской подзоне на 2026 г. в объёме 5,590 тыс. т.**

Анализ рисков и диагностика полученных результатов. Ожидаемая в 2026 г. величина запаса не демонстрирует значительной неопределенности. На протяжении истории промысла, запас находился, преимущественно, в благополучной зоне биологических ориентиров (рис. 11). Риск достижения биомассой граничного ориентира отсутствует (рис. 12).

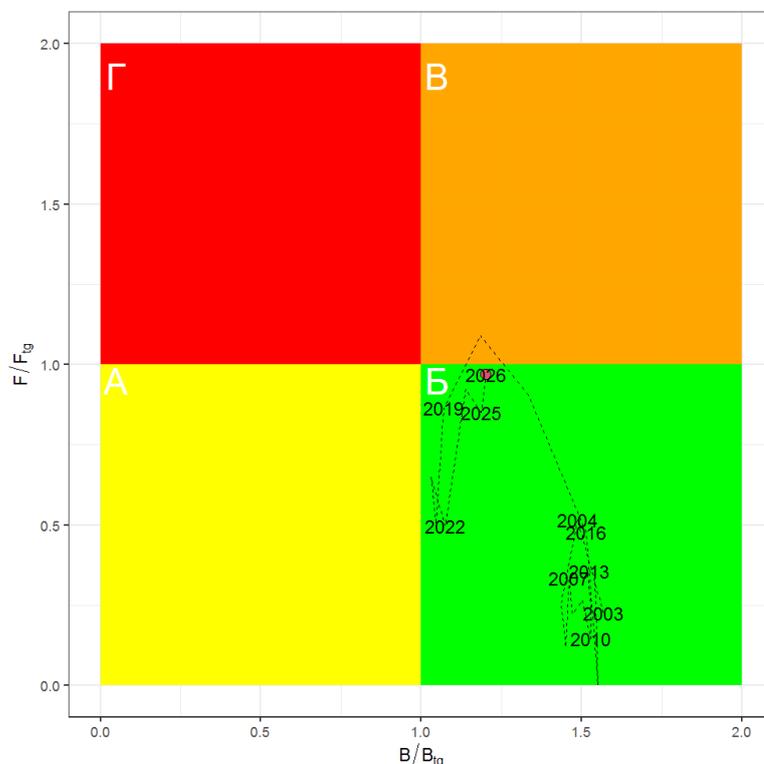


Рис. 11. Траектория оценки запаса краба-стригуна ангулятуса в Восточно-Сахалинской подзоне, в координатах ориентиров управления.

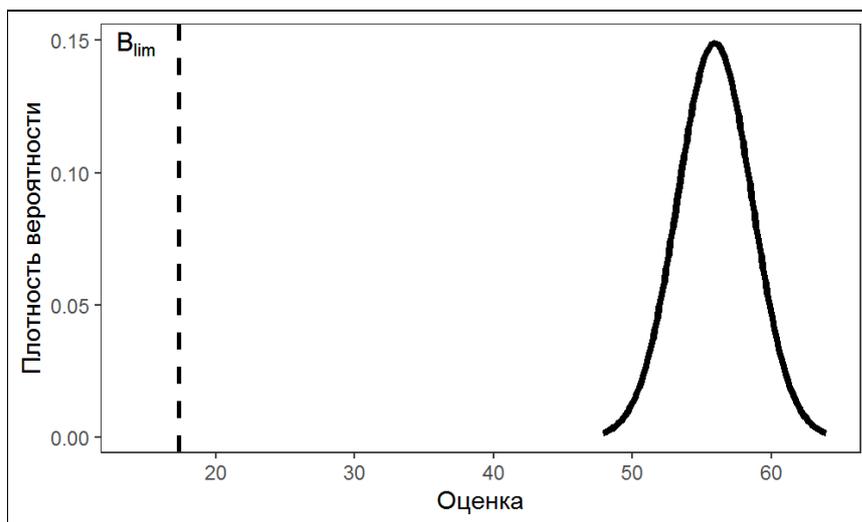


Рис. 12. Распределение вероятности для ожидаемой биомассы запаса краба-стригуна ангулятуса в Восточно-Сахалинской подзоне.

## Краб-стригун ангулятус (*Chionoecetes angulatus*)

61.05.4 – зона Охотское море

61.06.1 – подзона Камчатско-Курильская

Исполнители: А.Г. Слизкин, А.Н. Деминов (ТИНРО)

Куратор: Д.А. Ботнев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. 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. Основным источником 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 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. 1).

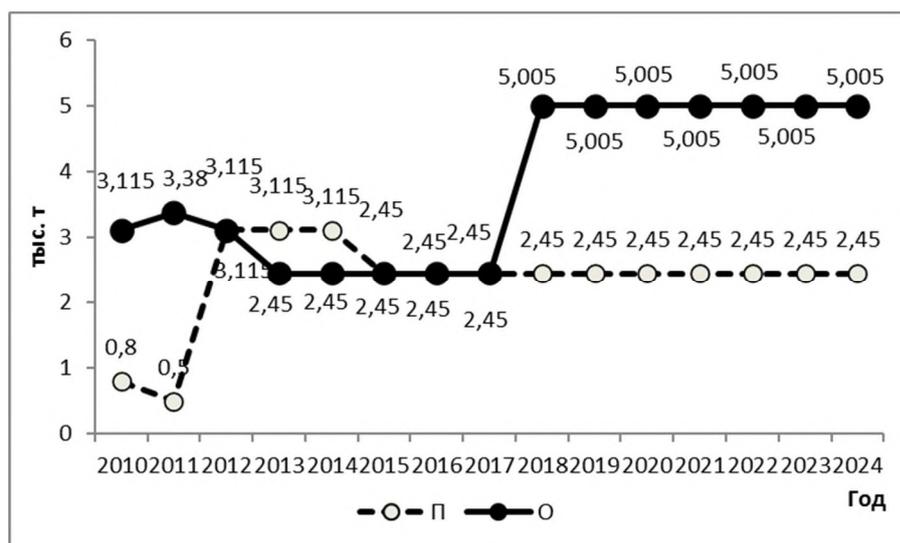


Рис. 1. Динамика прогнозируемого (П) и оцененного (О; в год, на который был сделан прогноз) промыслового запаса краба-стригуна ангулятуса в Камчатско-Курильской подзоне, по результатам прогнозов ТИНРО.

В 2019-2024 гг. проведенные донные траловые съемки охватывали только шельф Западной Камчатки, без учета свала глубин, поэтому все оцененные и прогнозные значения повторяются.

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 поймок 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.

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. 2).

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 мелкоячейной 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. 2).

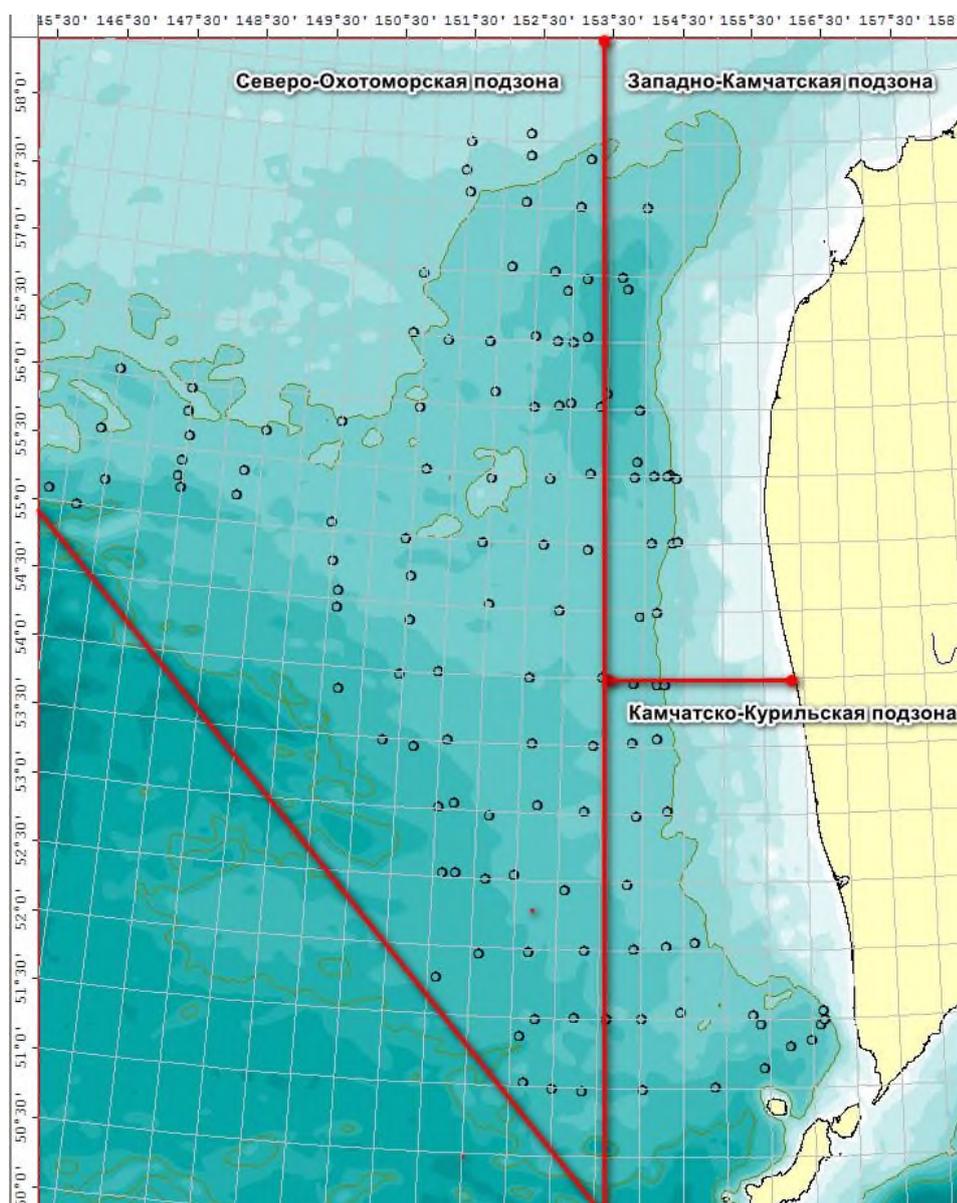


Рис. 2. Карта-схема станций комплексной донной траловой съемки 2018 г.

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.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Многолетние данные траловых съемок позволяют производить оценку запаса только с помощью площадных методов. Расчет запасов в 2024 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 2026 г. ОДУ.

Результаты исследований позволяют выделить промысловые и биологические ориентиры для формирования ПРП (правила регулирования промысла) на основе «принципа предосторожности».

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. 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 (далее ОДУ), который устанавливался на уровне 80-340 т. Позже, на 2009-2019 гг., в целях сохранения подорванных запасов шельфовых видов крабов, ОДУ ангулятуса устанавливался только для проведения НИР, в объеме 1-50 т (табл. 2).

Таблица 2

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

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.

В основном, в уловах преобладали самки и непромысловые самцы на глубинах 650-800 м, на севере – 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. На *рисунке 3* 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./км<sup>2</sup>, соответственно).

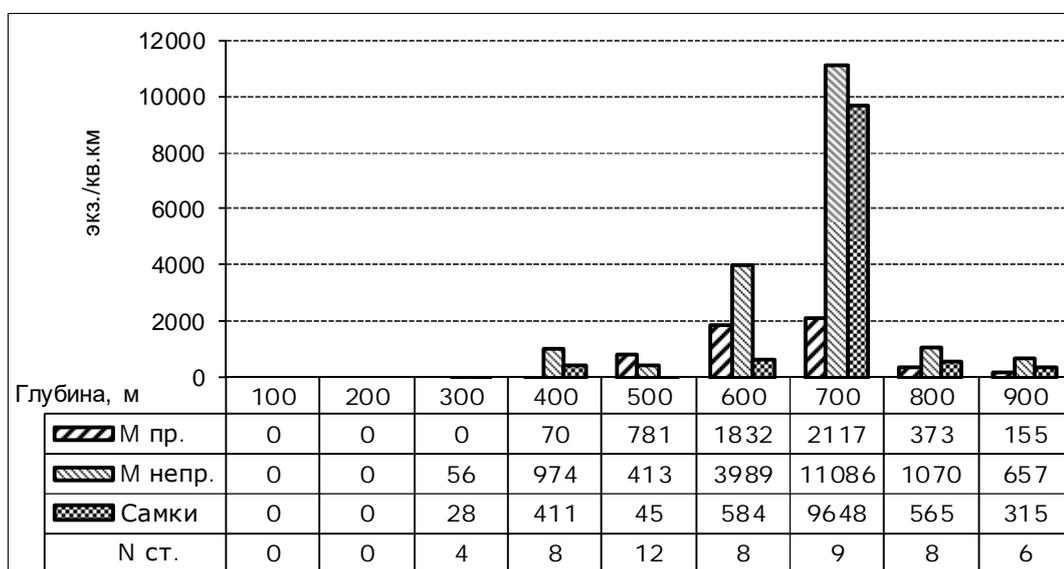


Рис. 3. Батиметрическое распределение краба-стригуна ангулятуса, по данным траловой съемки у западной Камчатки (Камчатско-Курильская подзона) в 2018 г.

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 – 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. 4*).

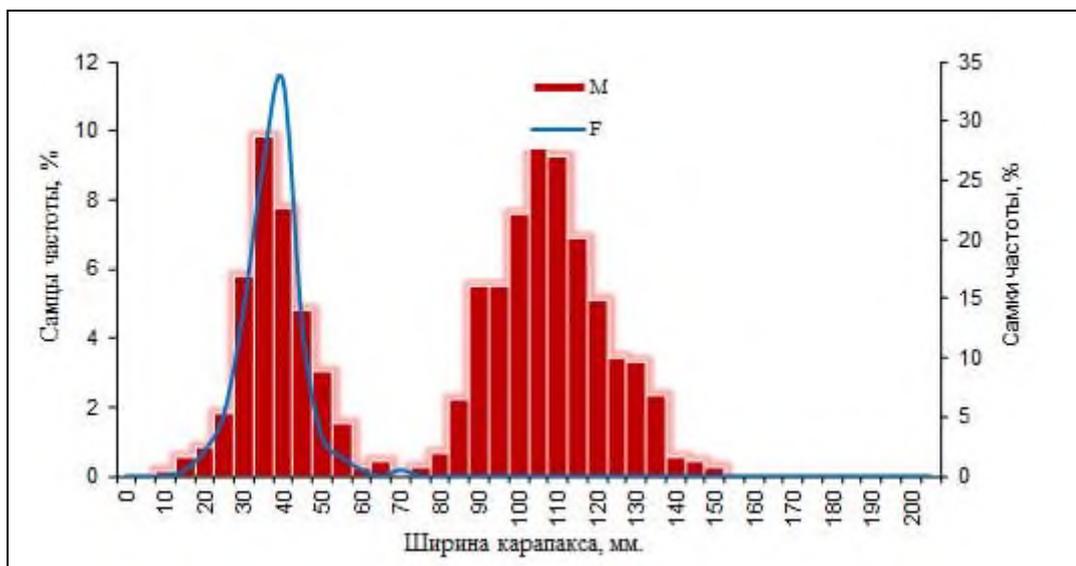


Рис. 4. Размерный состав самцов краба-стригуна ангулятуса, по данным траловой съемки у Западной Камчатки (Камчатско-Курильская подзона) в 2018 г. (М – самцы, F – самки).

Как и в предыдущие годы, размерный состав самцов имеет две выраженные размерных группировки среди ранней молодежи с модой около 40 и 85 мм по ширине карапакса, соответственно (рис. 5).

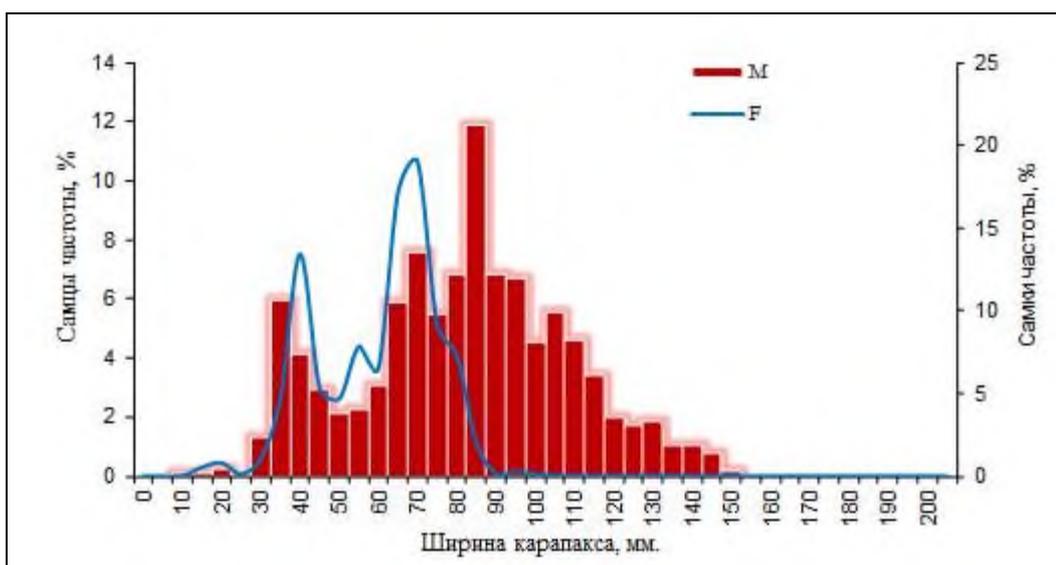


Рис. 5. Размерный состав самцов краба-стригуна ангулятуса, по данным траловой съемки у западной Камчатки (Камчатско-Курильская подзона) в осенний период 2013 г. (М – самцы, F – самки).

Приведенные размеры краба-стригуна ангулятуса из траловых уловов 2013 г. свидетельствуют об изменениях, произошедших в составе популяции вида с 2010 г. весьма выражено показывают изменения, произошедшие в составе популяции этого вида с 2010 г. Данные траловых уловов ангулятуса в 2010 г. показывают, что в рассматриваемом районе доминировали поколение молодых самцов (размерами 45-50 мм по ширине карапакса) и промысловые самцы (средние размеры составляли 130 мм) (рис. 6). Надо полагать, что именно это преобладающее поколение молодых самцов к 2013 г. подросло до размеров, показанных на рисунке 5, где средние показатели превысили 85 мм

по ширине карапакса, а к 2018 г. – до промысловых особей (см. *рис. 4*), где средние показатели превысили 100 мм по ширине карапакса.

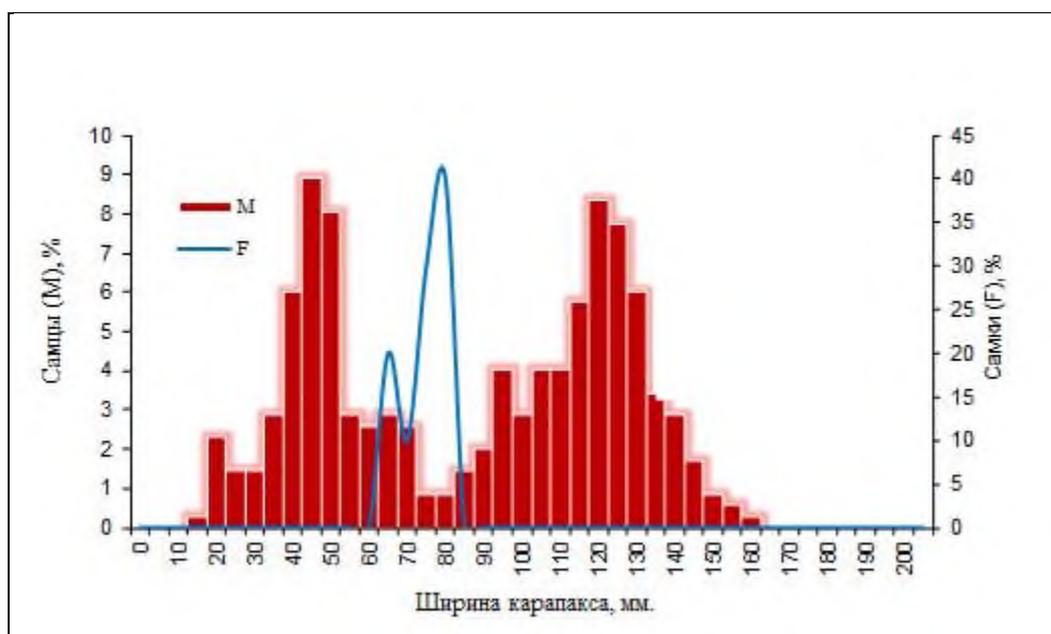


Рис. 6. Размерный состав самцов краба-стригуна ангулятуса, по данным траловой съемки у западной Камчатки (Камчатско-Курильский желоб) в летний период 2010 г. (M – самцы, F – самки).

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. Возможно определение биологических ориентиров, исходя из ретроспективных данных по максимальным и минимальным значениям запаса.

По материалам траловых уловов краба, его промысловый запас оценен в 3,5 млн экз., на площади 28,0 тыс. км<sup>2</sup>. 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 учетной промысловой биомассы (в 1991-2012 гг. он варьировал от 2,450 до 5,0 тыс. т), составляющей 3,38 тыс. т (рис. 7). 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. 7).

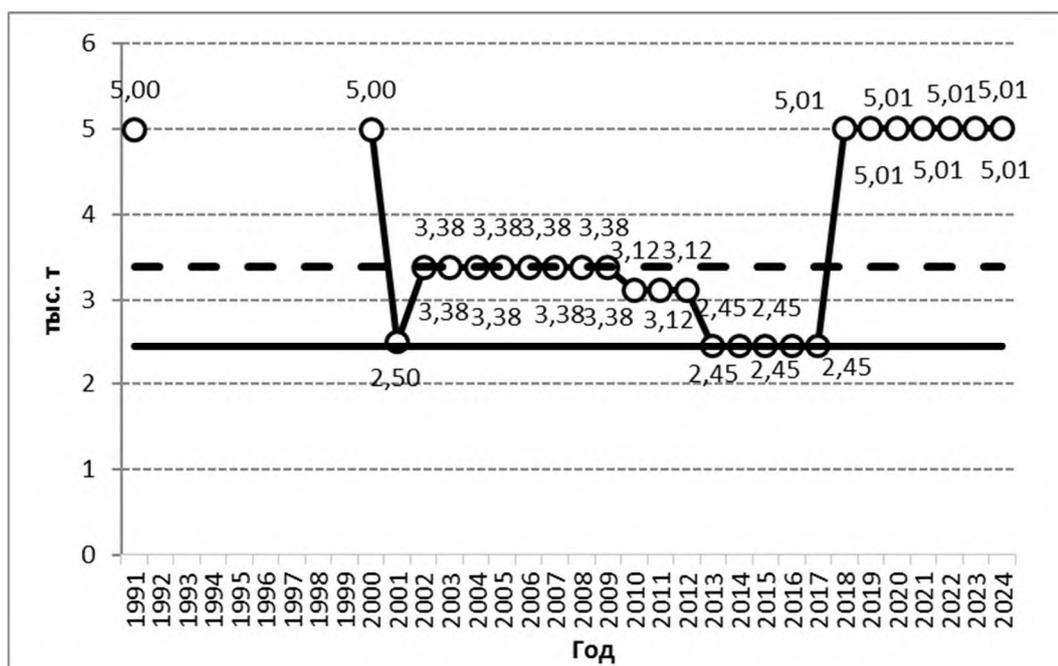


Рис. 7. Динамика численности краба-стригуна ангулятуса в Камчатско-Курильской подзоне. Горизонтальные линии – ориентиры управления; линия тренда построена для значений, по которым определяли среднегодовой прирост.

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 этого объекта.

Обоснование правил регулирования промысла. При использовании ориентиров можно утверждать, что запас, пройдя этап роста, стабилизировался, дойдя до исторического максимума, и 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 2019-2024 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 2009-2013 гг. стабилизировался к 2018 г. на высоком уровне численности, что позволяет уверенно говорить о росте его промысловой численности и стабильном, благополучном состоянии. Из *рисунков 4, 5, 6* 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., ее численность составила 89,7 млн экз. Надо полагать, что именно это преобладающее поколение молодых самцов к 2018 г. подросло до размеров, показанных на *рисунке 4*, 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 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 2026 г. был произведен по результатам траловой съемки на НИС «ТИНРО», выполненной в 2018 г., методом сплайн-аппроксимации, на площади 28,05 тыс. км<sup>2</sup>, при средней плотности – 2800 экз./км<sup>2</sup> (*рис. 8*).

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.

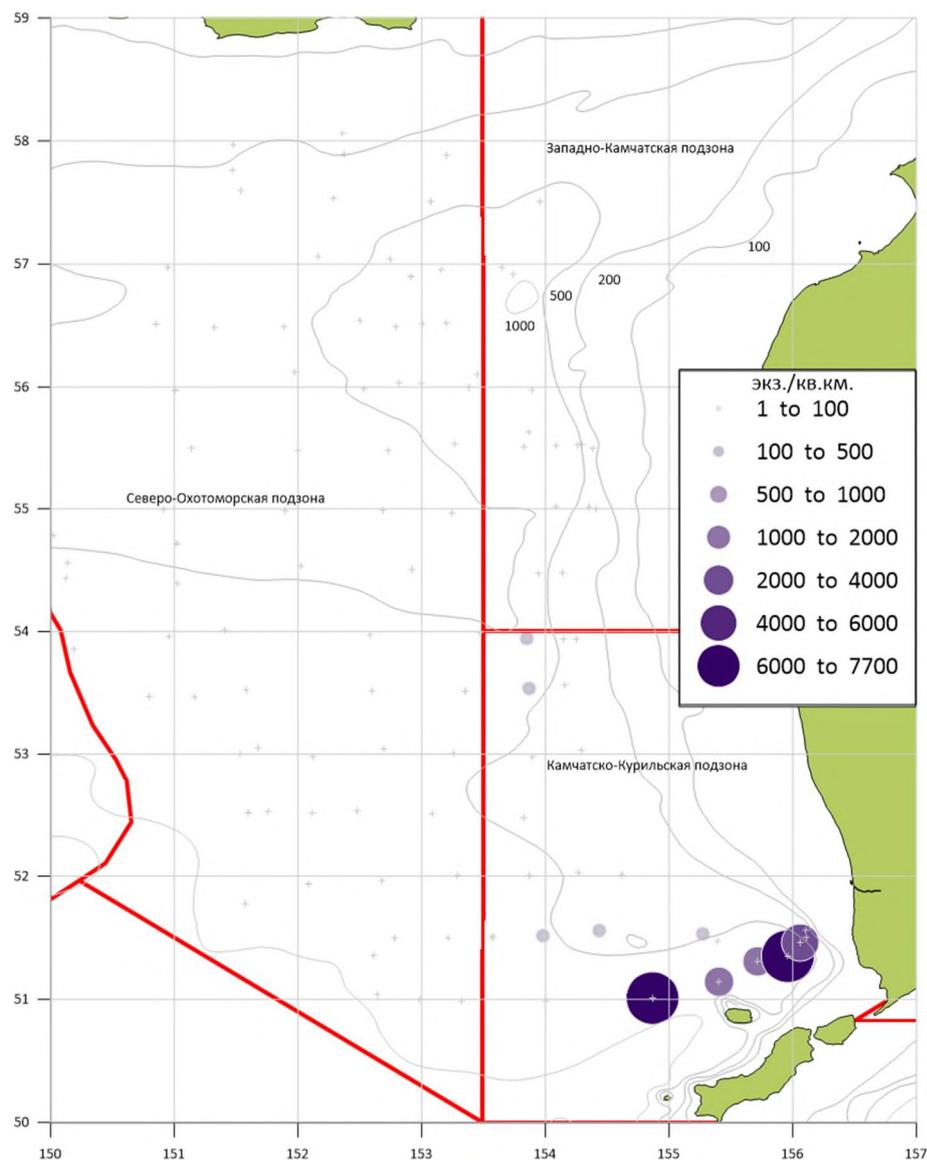


Рис. 8. Распределение и численность промысловых самцов краба-стригуна ангулятуса в Камчатско-Курильской подзоне в весенне-летний период 2018 г.

Обоснование объема ОДУ. До 2001 г. в Камчатско-Курильской подзоне этот глубоководный краб-стригун не осваивался промыслом. В 2001-2006 гг. процент освоения ОДУ не подымался более 50%, а к 2007 г. уменьшился до 13% (см. табл. 2). 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 Северо-Охотоморской и Западно-Камчатской подзонах, на глубинах в довольно узких границах – 600-700 м (рис. 9).

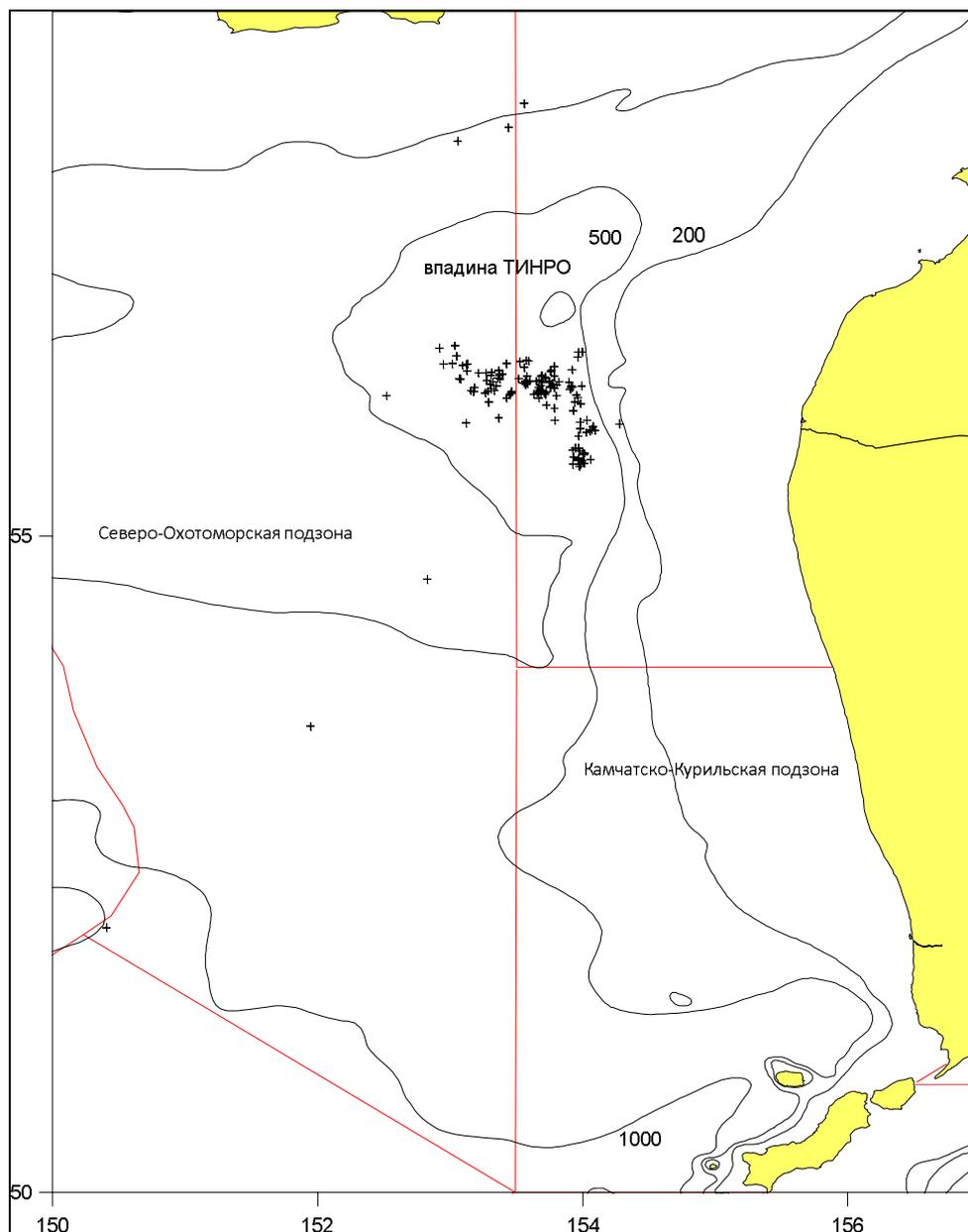


Рис. 9. Распределение промысловых усилий на промысле краба-стригуна ангулятуса в Северо-Охотоморской и Западно-Камчатской подзонах в 2024 г.

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 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 2026 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

Исполнитель: С.М. Русяев, (МагаданНИРО)

Куратор: Д.А. Ботнев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Прогноз ОДУ краба-стригуна ангулятуса на 2026 г. в подрайоне 61.52 Центральная часть Охотского моря подготовлен на основе данных учётно-ловушечной съёмки, выполненной с 03 по 09 июня 2018 г. с борта НИС «Зодиак». Исследованиями охвачена акватория от 54°35' до 55°38' с.ш., между 148°54' и 149°47' в.д., с глубинами от 304 до 570 м. В общей сложности, выполнено 20 учётных станций, проанализировано 499 самцов стригуна ангулятуса. Расчётная площадь для оценки промыслового запаса стригуна ангулятуса составила 6,364 тыс. км<sup>2</sup>. Кроме этого, использовались данные учётно-ловушечной съёмки 2015 г. на НИС «Зодиак», выполненной на акватории площадью 42,3 тыс. км<sup>2</sup> 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, 975 экз. самцов). 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 м<sup>2</sup> [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, практически, на всей исследованной акватории, в диапазоне глубин от 500 до 1120 м. Поселения его были разреженными, в среднем составив 1,1 экз./лов. (табл. 1). Краб образовывал два поля скоплений повышенной плотности: в южной (970-990 м) и северной (650-900 м) частях района.

В 2018 г. материалы по распределению краба-стригуна ангулятуса получены, в основном, из районов его совместного обитания с равношипым крабом. 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.

Таблица 1

Показатели прилова самцов краба-стригуна ангулятуса в подрайоне 61.52 Центральная часть Охотского моря

Год	Глубины	Кол-во станций	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

Размеры самцов ангулятуса в 2015 и 2018 гг. варьировали от 71,0 до 166,5 мм по ширине карапакса (ШК) (рис. 1). 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 неполотовозрелых) самцов в уловах составила 10,3% (табл. 2), их размер колебался от 71,0 до 123,3 мм по ШК, в среднем, составив  $96,3 \pm 0,2$  мм.

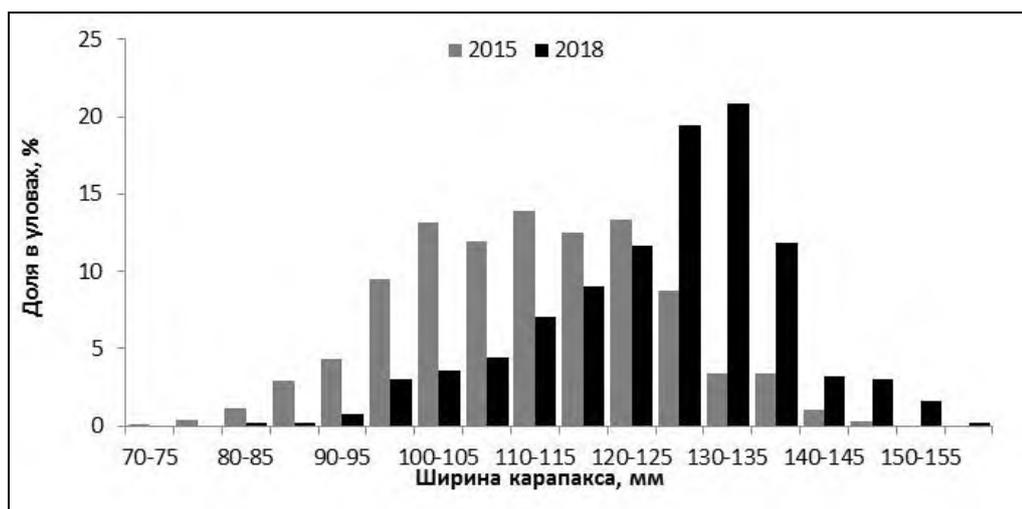


Рис. 1. Вариационный ряд самцов краба-стригуна ангулятуса по данным учётно-ловушечных съёмов в 2015 и 2018 гг.

Таблица 2

Биологические показатели самцов краба-стригуна ангулятуса 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	112,1±0,4	116,4±0,3	521±5	82	975
2018	125,5±0,6	126,8±0,3	679±8	96	499

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. 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%. Это связано не с состоянием запаса ВБР, а с перераспределением квот на добычу краба равношипного, в связи с уходом с промысла крупного держателя долей квот. 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 «неопределенный», так как до 2015 г. он не исследовался. Ловушечными съёмками 2015 и 2018 гг. 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 «неопределенного» 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. км<sup>2</sup> 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. км<sup>2</sup>, со средним уловом – 2 экз./лов., что составило 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 равношипным крабом. Численность самцов промыслового размера на исследованной акватории (6,364 тыс. км<sup>2</sup>) составила 1,712 млн экз. (1,162 тыс. т). Отдельно была подсчитана численность самцов промыслового размера на площади 1,1 тыс. км<sup>2</sup>, со средним уловом более 2 экз./лов., которая составила 0,991 млн экз. (0,673 тыс. т), которая и стала основой для расчёта величины запаса на 2026 г.

Обоснование объёма ОДУ. Для промысла рекомендуется запас, рассчитанный в 2018 г. на акватории с уловами более 2 экз./лов., что составило 0,991 млн экз. (0,673 тыс. т). 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 2018 г.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна ангулятуса в подрайоне Центральной части Охотского моря на 2026 г. в объёме 0,067 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов. Промысловый запас краба-стригуна ангулятуса в настоящее время относится к вводимым в промысел. Результаты выполненных исследований подтвердили наличие запасов ангулятуса в подрайоне 61.52 Центральная часть Охотского моря, однако, плотных поселений краб в этом районе не образовывал. В соседних, Северо-Охотоморской и Восточно-Сахалинской подзонах, стригун формирует скопления более высокой плотности, которые привлекательны для рыбопромышленников с точки зрения рентабельности его добычи. По этим причинам, перспективы развития специализированного промысла ангулятуса в Центральной части Охотского моря невысоки.

Краб-стригун ангулятус может добываться в качестве прилова при добыче равношипного краба. Запасы равношипного краба здесь стали осваиваться с 2017 г., и в настоящее время достигают 90-99% освоения ОДУ. По данным учётных съёмок 2015 и 2018 гг., плотности скоплений промысловых самцов этих видов близки по величине, что даёт некоторые основания для утверждения о сопоставимости их запасов в этом районе. Таким образом, при прочих условиях достижения экономической целесообразности промысла ангулятуса, его вылов, вероятно, мог бы достичь величины, сопоставимой с таковой для равношипного краба. Поэтому, при подтверждении данных, указывающих на сопоставимость запасов равношипного краба и краба-стригуна ангулятуса, для последнего может быть обоснован больший объём ОДУ в этом районе.

## 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 мониторинга, проведённого в августе-сентябре 2023 г., собранные на свале глубин Приморья в районе 46°00' с.ш. (рис. 1), а также ретроспективные данные ловушечных учетных съёмок и статистика промысла за 2008-2024 гг.

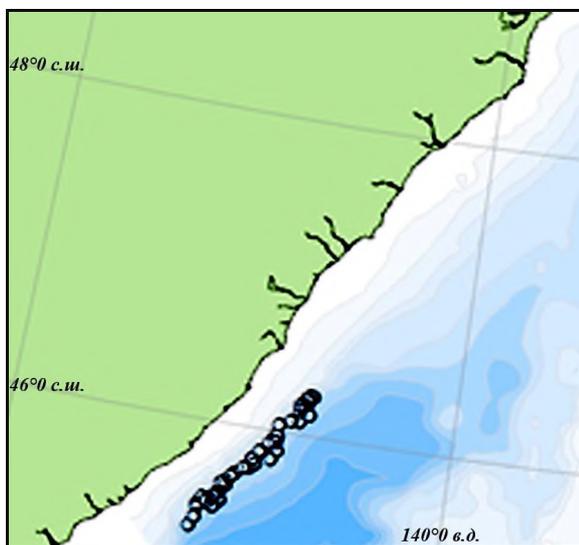


Рис. 1. Район проведения сбора информации по красному крабу-стригуну в 2023 г.

Целью исследований являлось получение сведений о пространственном распределении краба-стригуна красного в северо-западной части Японского моря в районах его промышленного лова, об условиях формирования промысловых скоплений, периодах личинных процессов. Информацию о состоянии крабов собирали из уловов стандартных, конических крабовых ловушек с ячейей дели 60 мм.

Сбор и обработка биологических материалов осуществлялись в соответствии с действующими методиками Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО) [Руководство..., 1979; Пособие..., 2006]. Эффективная площадь облова одной конусной ловушки для краба-стригуна красного Японского моря принимается равной 3300 м<sup>2</sup>. Такая площадь облова используется при расчетах запасов крабов-стригунов Японского, Охотского и Баренцева морей [Михайлов, Бандурин и др., 2003; Слизкин, Кобликов, 2019; Сологуб, Алексеев, Горянина, 2018]. Анализ промысла проводили, используя данные судовых суточных донесений (ССД) из отраслевой системы

мониторинга Росрыболовства. По данным 2024 г. построены карты распределения и оценен запас промысловых самцов (размером  $\geq 90$  мм ШК).

Обоснование выбора методов оценки запаса. Район обитания краба-стригуна красным промыслом в 2007-2024 гг. был охвачен неравномерно (рис. 2-3). Кроме того, широко варьировали сроки промысла, и 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].

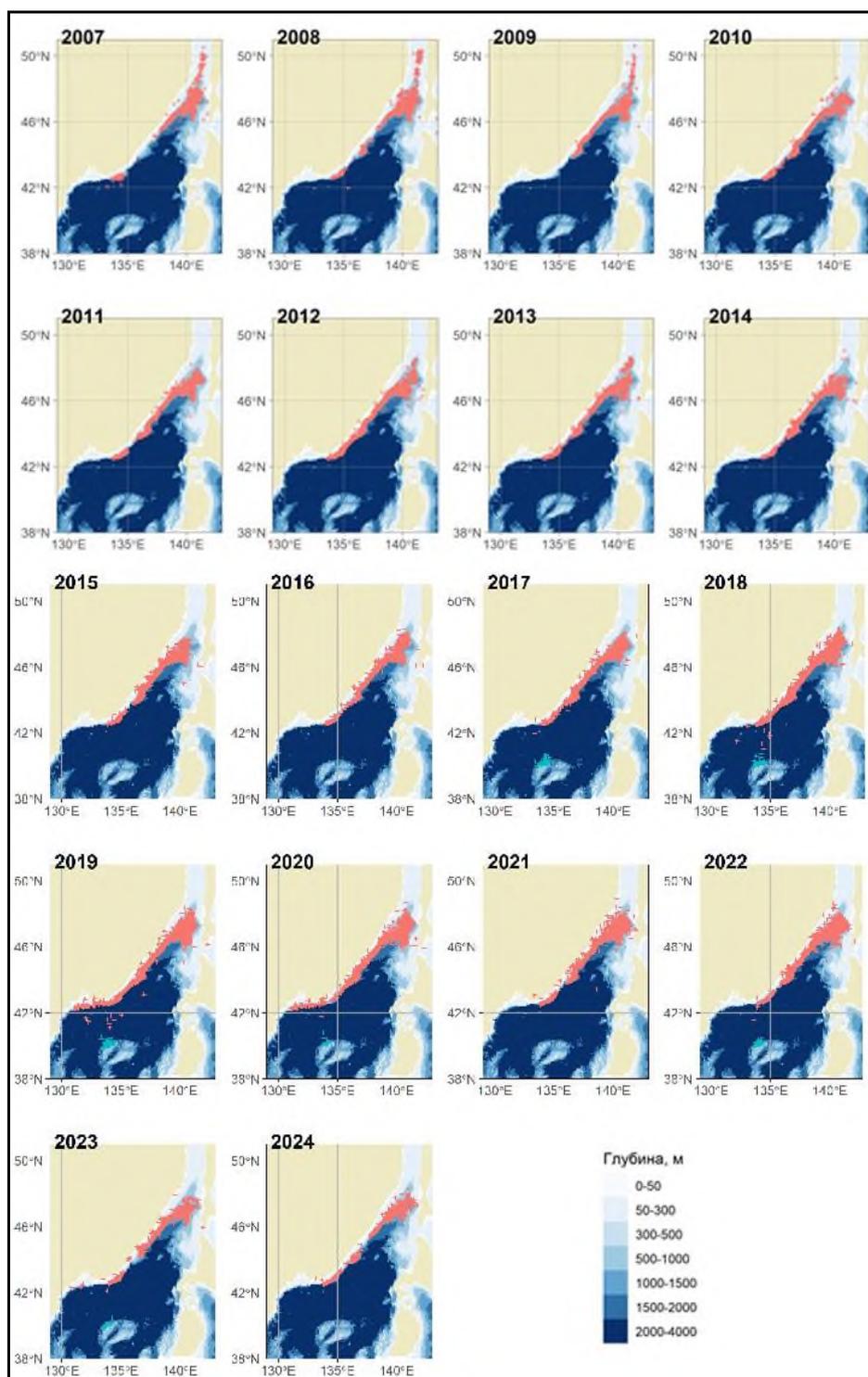


Рис. 2. Распределение промысловых усилий в 2007-2024 гг.

На *рисунке 3* приведена динамика сопутствующих природных и производственных факторов.  $D$  – глубина, м,  $L$  – длина судна, м,  $P$  – мощность двигательной установки, Квт,  $p_{\gamma}$  – доля года,  $E$  – промысловое усилие для судна, сутки. Как видно, эти факторы также изменялись в широком диапазоне.

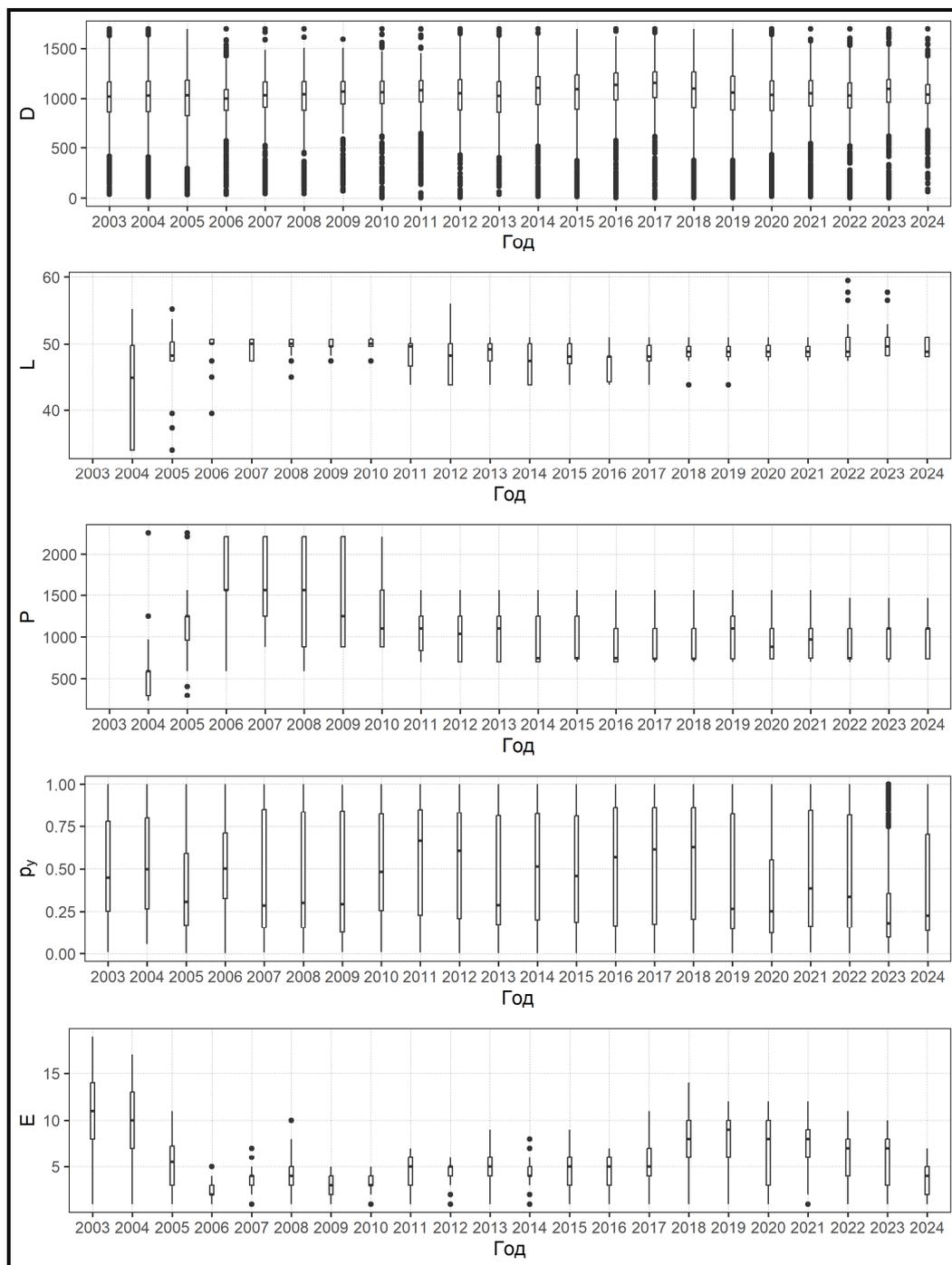


Рис. 3. Динамика значений природных и производственных факторов в 2003-2024 гг.

CPUE, catch per unit effort рассматривали 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 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 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	$\varphi$	Градусы с десятичными долями
Долгота	$\lambda$	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  $\mu_i$  – зависимая переменная,  $\beta$  – коэффициенты,  $L_{ij}$  – линейные функционалы, связанные с ковариатами.

Рассматривали следующие модели-кандидаты:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблица 2

Информационные критерии и объясненная дисперсия для моделей-кандидатов

		AIC	BIC	Var <sub>expl</sub>
<i>a</i>	(4)	121140	121341	12,8%
<i>б</i>	(5)	120689	120906	13,9%
<i>в</i>	(6)	119159	119542	17,9%
<i>г</i>	(7)	118553	118961	19,4%
<i>д</i>	(8)	118568	118991	19,4%
<i>е</i>	(9)	118445	118919	19,7%
<i>ж</i>	(10)	118444	118928	19,7%
<i>з</i>	(11)	118450	118909	19,7%
<i>и</i>	(12)	118471	118922	19,6%

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
$\varphi$	138,91
$\lambda$	46,31
$D$	1058
$d_{sin}$	0,0172
$d_{cos}$	0,9999
$L$	48,1
$P$	746
$E$	6

Номинальные и стандартизованные значения индексов, приведенные к средним значениям, показаны на рисунке 4.

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].

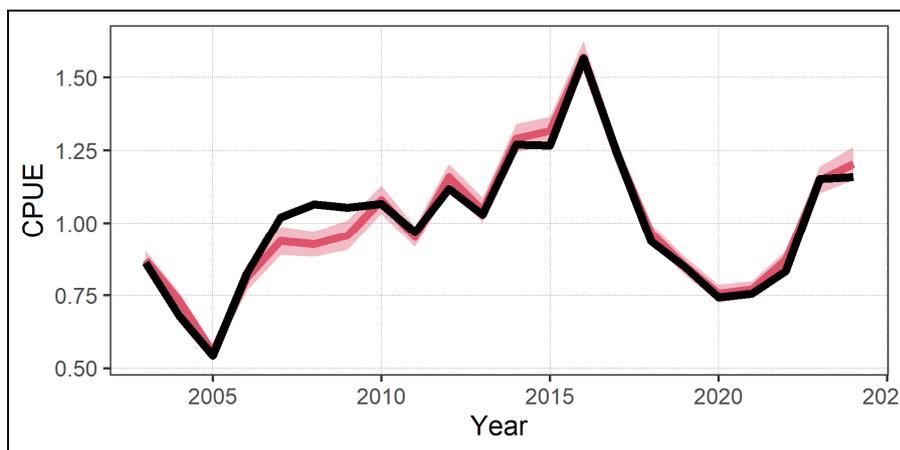


Рис. 4. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов с доверительными интервалами (красная область).

Уравнение модели имеет вид:

$$B_t = e^{-M}(1+\rho)(B_{t-1} - Y_{t-1}) - \rho e^{-2M} \left(1 - \frac{Y_{t-1}}{B_{t-1}}\right) (B_{t-2} - Y_{t-2}) - e^{-M} \left(1 - \frac{Y_{t-1}}{B_{t-1}}\right) \rho w_{aR-1} R_{t-1} + w_{aR} R_t \quad (13)$$

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,  $\rho$  – коэффициент Броуди в уравнении Форда-Уолфорда.

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

Таким образом:

$$R_t = \gamma(B_{t-aR-1} - Y_{t-aR-1})e^{-\delta(B_{t-aR-1} - Y_{t-aR-1})} \quad (14)$$

где  $\delta$  – коэффициенты в уравнении «запас-пополнение».

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

$$B_V = \frac{-1}{\delta} \ln \frac{(1+\rho)e^{-M} - \rho e^{-2M}}{\gamma(w_{aR-1}\rho e^{-M} - w_{aR})} \quad (15)$$

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:

$$P_t = e^{-M}(1+\rho)(P_{t-1} - kY_{t-1}) - \rho e^{-2M} \left(1 - \frac{kY_{t-1}}{P_{t-1}}\right) (P_{t-2} - kY_{t-2}) - e^{-M} \left(1 - \frac{kY_{t-1}}{P_{t-1}}\right) \rho w_{aR-1} R_{t-1} + w_{aR} R_t + \epsilon_t \quad (16)$$

$$\ln r_t = \ln \gamma + \ln(P_{t-4} - kY_{t-4}) - \frac{\delta}{k}(P_{t-4} - kY_{t-4}) + \epsilon_2 \quad (17)$$

И одно уравнение наблюдения:

$$U_{i,t} = Q_i P_t + \theta_i \quad (18)$$

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,  $\epsilon_1$ , и  $\theta_i$ , 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 запасов и промысла. Доступная величина к вылову краба-стригуна красного в 2024 г. была оценена в 5,6 тыс. т (табл. 4). При вылове 3,05 тыс. т, освоение составило 54,46%, то есть произошло снижение этого показателя, по сравнению с предыдущим годом, почти на 10%.

Таблица 4

Динамика запаса, ОДУ, вылова и освоения краба-стригуна красного по материалам ловушечных съемок в подзоне Приморье в 2001-2024 гг.

Годы	Запас, млн экз.	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение, %
2001	131	13,4	6,6	49,3
2002	144,5	14,75	8,69	58,9
2003	146,5	14,65	10,28	70,2
2004	162,5	16,25	6,6	40,6
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

В 2024 г. промысловая обстановка ухудшилась, уловы за судосутки составили чуть более 3 т (рис. 5), они были примерно такими же как в 2005-2007 гг.

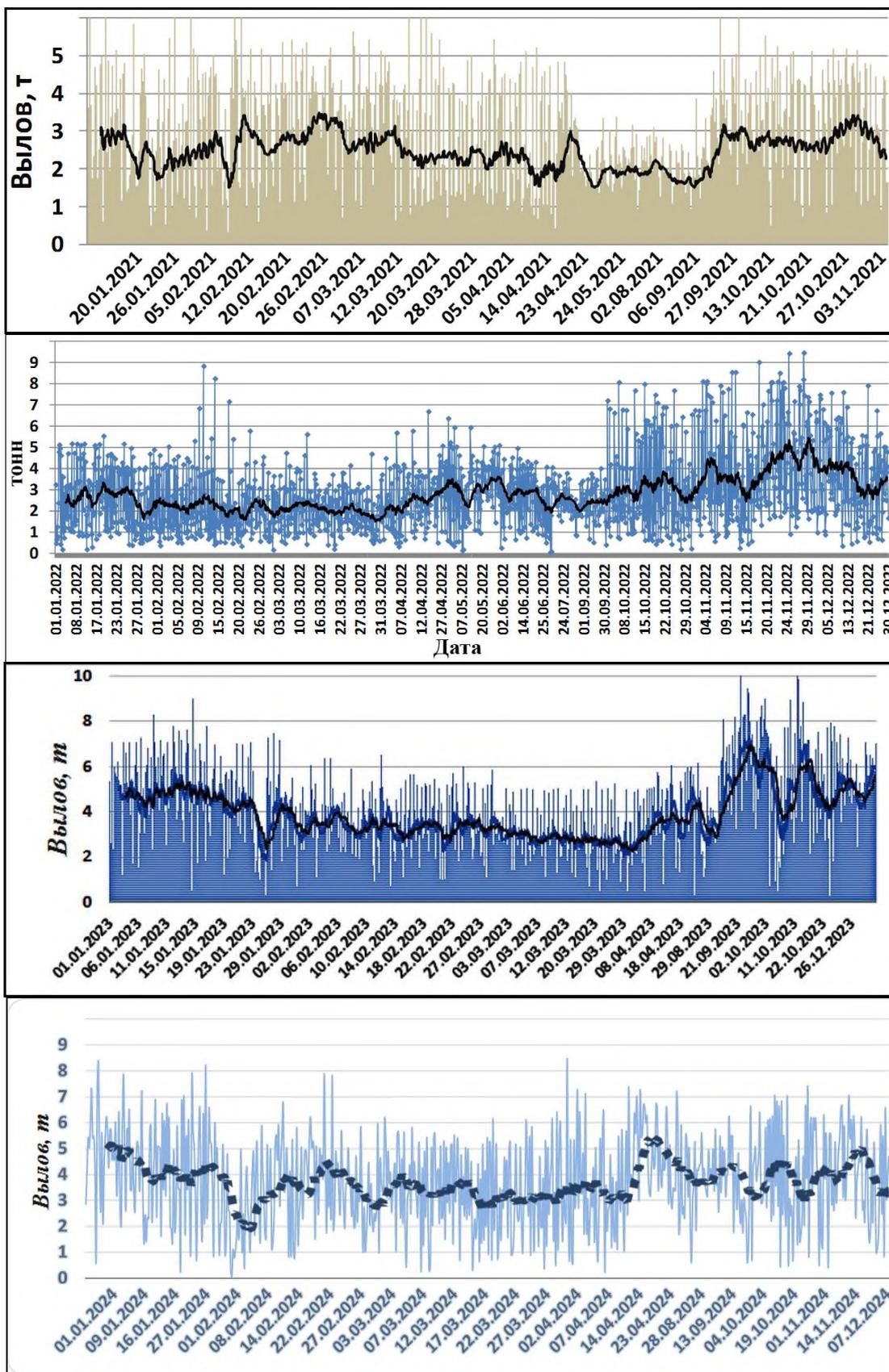


Рис. 5. Вылов за судосутки промысла краба-стригуна красного в подзоне Приморье в 2021–2024 гг. Данные ССД отраслевой системы «Мониторинг» Росрыболовства.

В 2019-2024 гг. краба промышленляли на приматериковом склоне российских вод Японского моря, а в 2019, 2022 и 2023 гг. – и в районе банки Кита-Ямато (рис. 6).

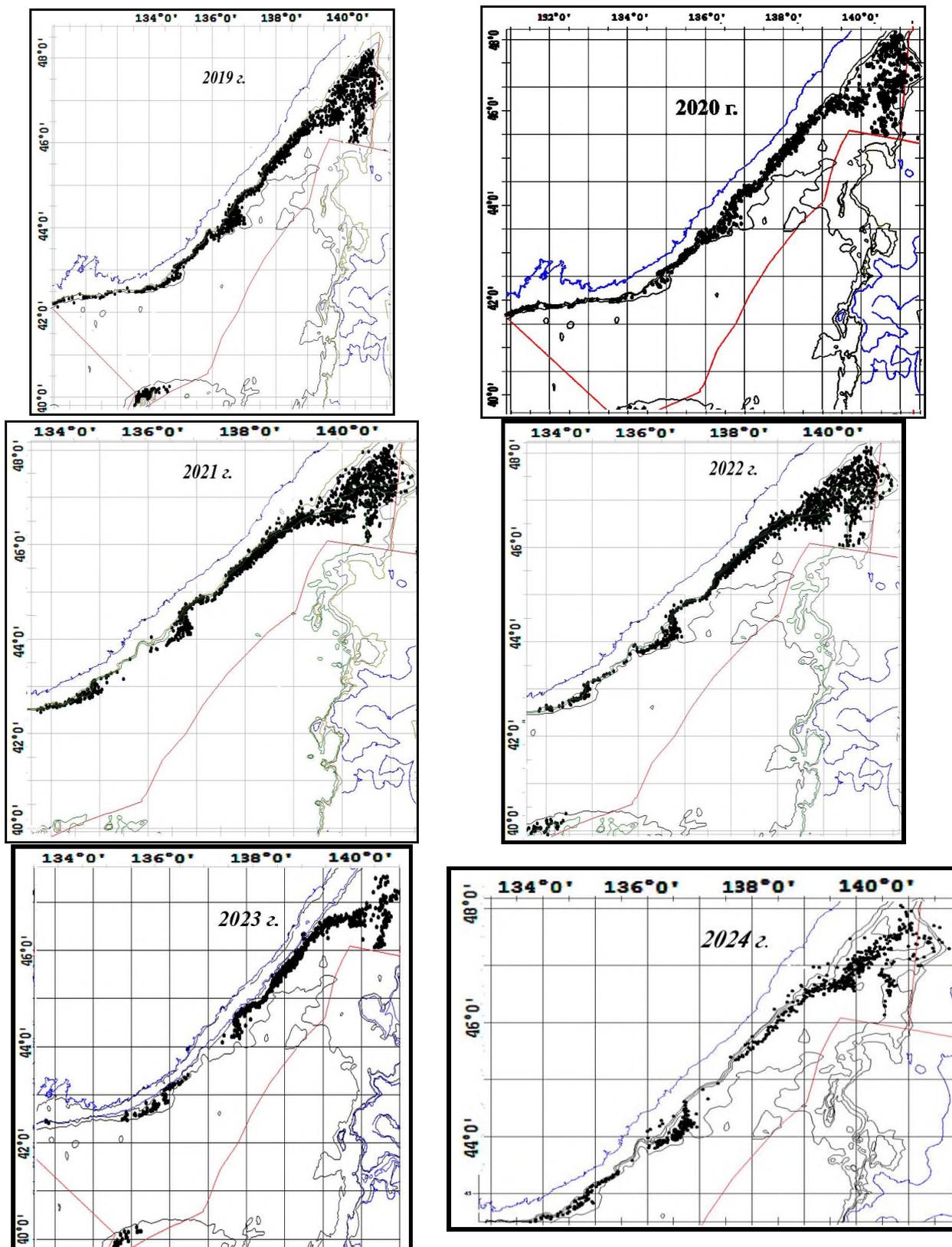


Рис. 6. Положение полей промысла краба-стригуна красного в подзоне Приморье в период 2019-2024 гг.

В районе узкого материкового склона зал. Петра Великого промысел красного краба-стригуна, 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, в этот год на промысел пришли новые промысловые краболовные суда, не имеющие опыта глубоководного лова, что привело к уменьшению показателя среднесуточного вылова до 2,16 т (табл. 5). В 2024 г. краба добывали 11 краболовных судов 8-ти фирм квотовладельцев, вылов за судосутки составил 3,72 т, что немного меньше, чем в 2024 г.

Таблица 5

Количество фирм квотовладельцев, краболовных судов, вылов за судосутки на промысле краба-стригуна красного в подзоне Приморье в 2011-2024 гг.

Годы	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Квото-владельцев	6	10	10	9	13	12	11	12	12	10	11	13	10	8
Судов	8	17	7	11	11	8	14	19	18	19	20	22	13	11
Улов за судосутки, 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

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 краба-стригуна красного в 2023 и 2024 гг., значительная его часть не осваивалась. Результаты промысла в последние два года свидетельствуют о стабилизации плотности скоплений краба и могут послужить основанием для обоснования стабильной величины объема изъятия.

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, что ведет к увеличению эффективности лова, к увеличению вылова за судосутки.

По отдельным участкам распределения краба-стригуна красного промысловые усилия и эффективность лова были неравномерными, что подтверждается при условном делении общего промыслового района на 4 участка между меридианами 139°00', 136°00' и 133°00' в.д.: Восточный, Центральный, Западный участки (*рис. 7*). В 2023 г. выделялся также промысловый участок банки Кита-Ямато, однако в 2024 г. в районе банки Кита-Ямато промысел не проводился. Самым продуктивным участком является Центральный, где в 2023 г. добыто 2611 т, при среднесуточном

улове – 4,6 т, а в 2024 г. – 808 т, при среднесуточном улове – 3,9 т. При этом, доля улова на Центральном участке в 2023 г. составила 69%, а в 2024 г. – 67%. Вместе с тем, эффективность лова была наилучшей в районе банки Кита-Ямато – 6,56 т за судосутки. В 2023 г. за 37 суток лова одним краболовным судном "ШАНС-104" добыто 204 т краба (рис. 7А).

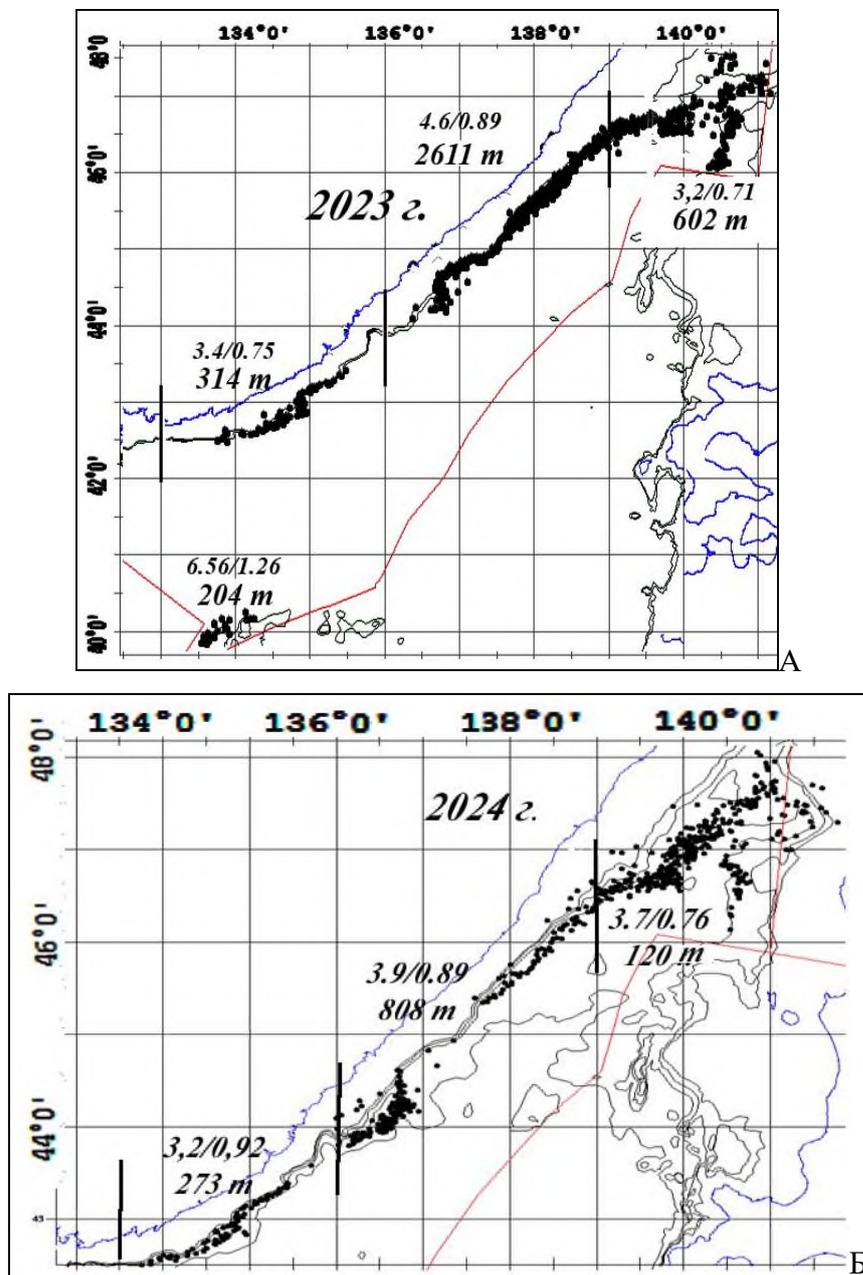


Рис. 7. Положение условных участков промысла краба-стригуна красного в подзоне Приморье в 2023 и 2024 гг. Для каждого участка показан вылов за судосутки и вылов за одно усилие (через слеш), а ниже – общий вылов за пугину в тоннах.

Необходимо обратить внимание, что в 2024 г. отмечено некоторое снижение уловов на усилие на Западном и Центральном участках лова до 3,2 и 3,9 т за судосутки и увеличение таковых на восточном – до 3,7 т за судосутки, т.е. промыслом облавливались не все поля промысла краба – не было необходимости, по-видимому, организовать лов и на Кита-Ямато.

Анализируя размеры промысловых самцов в 2019-2023 гг. (рис. 8), заметно резкое уменьшение размеров промысловых самцов 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. Материалы учетных работ 2023 г. на участке проведения исследований в координатах 42°29'-43°16' с.ш., 133°50'-135°15' в.д. показывают крайне низкие размеры ШПС – 100 мм (рис. 8Г).

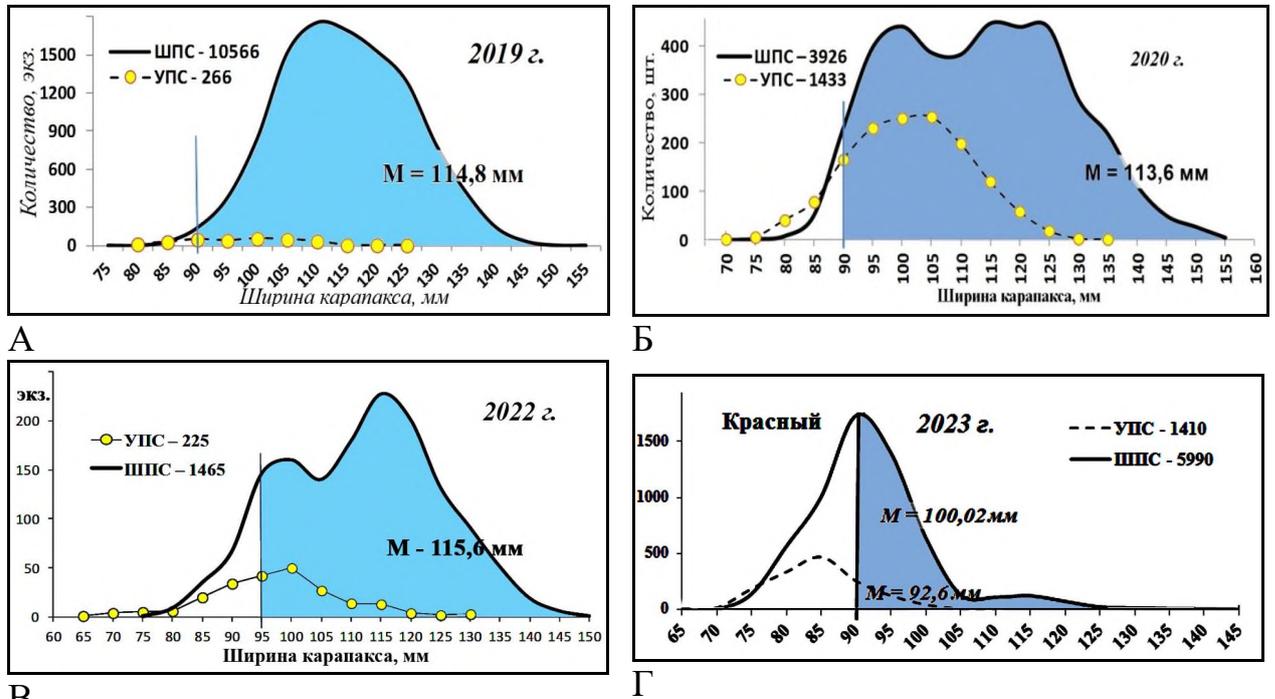


Рис.8. Динамика размеров краба-стригуна красного в подзоне Приморье в 2019-2023 гг.

Причиной такой ситуации могут быть как сбор информации на локальном участке проведения учетных работ (см. рис. 1), так и естественная элиминация промысловых широкопалых самцов, отмеченных при проведении учетных работ в 2020 и 2022 гг. (см. рис. 8Б, 8В).

Определение биологических ориентиров. В качестве основного ориентира управления в обосновании берется промысловый запас, рассчитанный в пределах полигона, который обследовался последние 15 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. 9, верхняя линия), а в 2022-2024 гг. оказался ниже его.

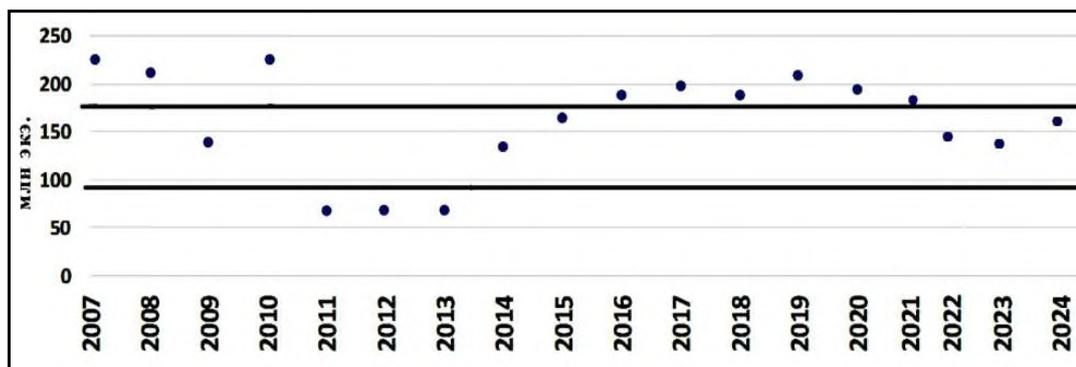


Рис. 9. Динамика промыслового запаса краба-стригуна красного в подзоне Приморье. Сплошные линии – буферный и целевой ориентиры управления.

В качестве целевого ориентира по коэффициенту эксплуатации традиционно использовалось значение 10%. Для запаса глубоководного краба-стригуна красного, находящегося в относительно благополучном состоянии, но 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 2024 г., полученная по результатам моделирования, находится в 95% доверительном интервале 65,05-80,64 тыс. т (138,41-171,57 млн экз.), в среднем – 72,85 тыс. т (154,99 млн экз.). Оценка ожидаемой в 2026 г. величины запаса находится в 95% доверительном интервале 58,86-81,83 тыс. т (125,24-174,12 млн.экз.), в среднем – 70,35 тыс. т (149,68 млн экз.) (*рис. 10*).

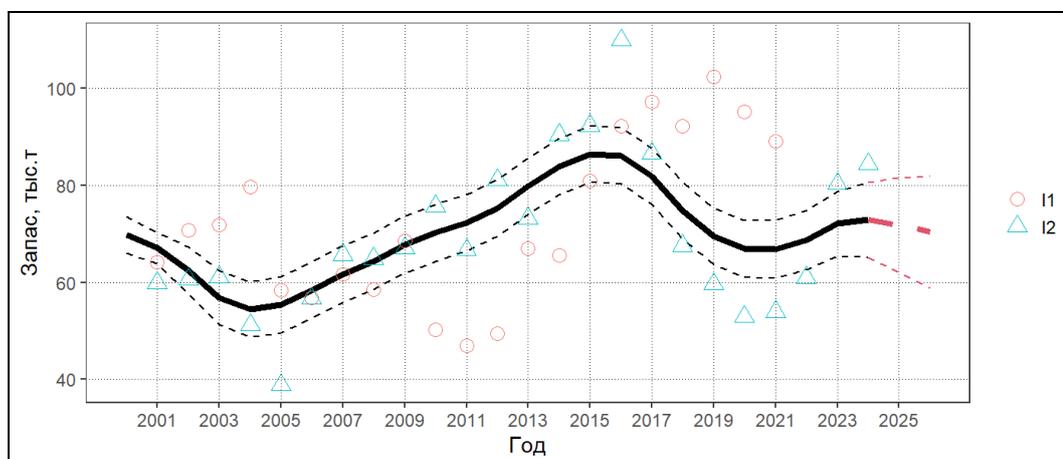


Рис. 10. Динамика промысловой биомассы краба-стригуна красного. I1 – оценки запаса, I2 – интенсивность промысла.

Обоснование объема ОДУ. Согласно построенного ПРП, оптимальная доля изъятия краба-стригуна красного в подзоне Приморье составит 10%. Таким образом, ОДУ краба-стригуна красного в подзоне Приморье в 2026 г. может составить 7,040 тыс. т (14,97 млн экз.) (рис. 11).

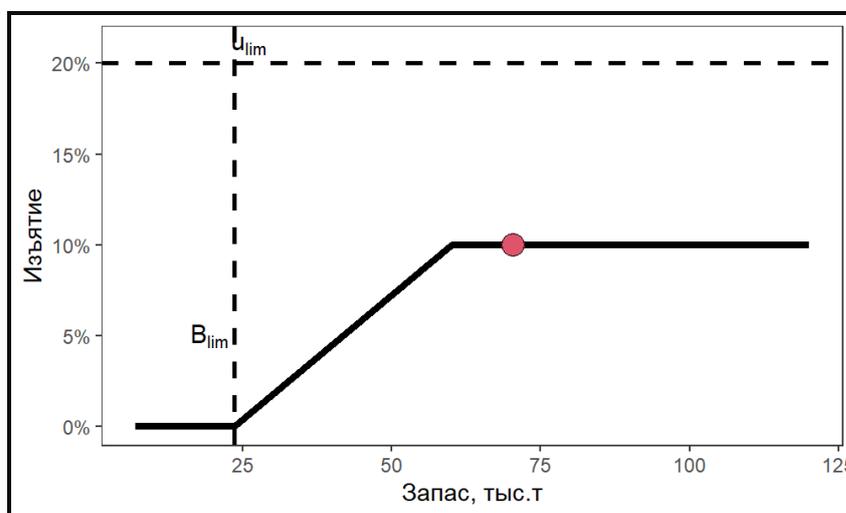


Рис. 11. Графическое представление ПРП для краба-стригуна красного подзоны Приморье.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна красного в подзоне Приморье на 2026 г. в объеме 7,040 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов. Ожидаемая в 2026 г. величина запаса не демонстрирует значительной неопределенности, риск достижения биомассой граничного ориентира отсутствует (рис. 12).

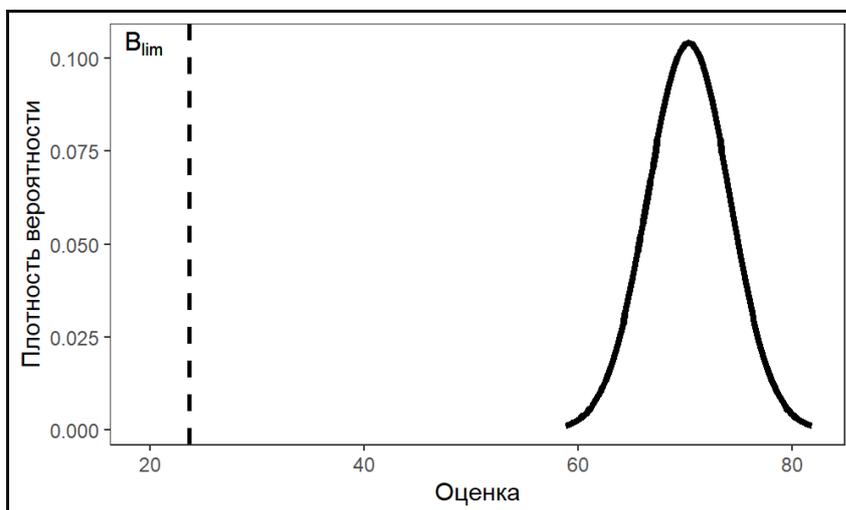


Рис.12. Распределение вероятности для ожидаемой биомассы запаса краба-стригуна красного в подзоне Приморье в 2026 г.

## 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 2026 г. использованы данные промысловой статистики по суточным донесениям краболовных судов.

В последние годы учетные глубоководные съемки в рамках мониторинга Западно-Сахалинской подзоны не проводились. В 2024 г., согласно ОСМ «Рыболовство», в подзоне 4-мя судами было выполнено около 67 постановок промысловых порядков ловушек (рис. 1), при этом было добыто 111,2 т промысловых самцов краба-стригуна красного, при улове 1,66 т за судосутки (табл. 1).

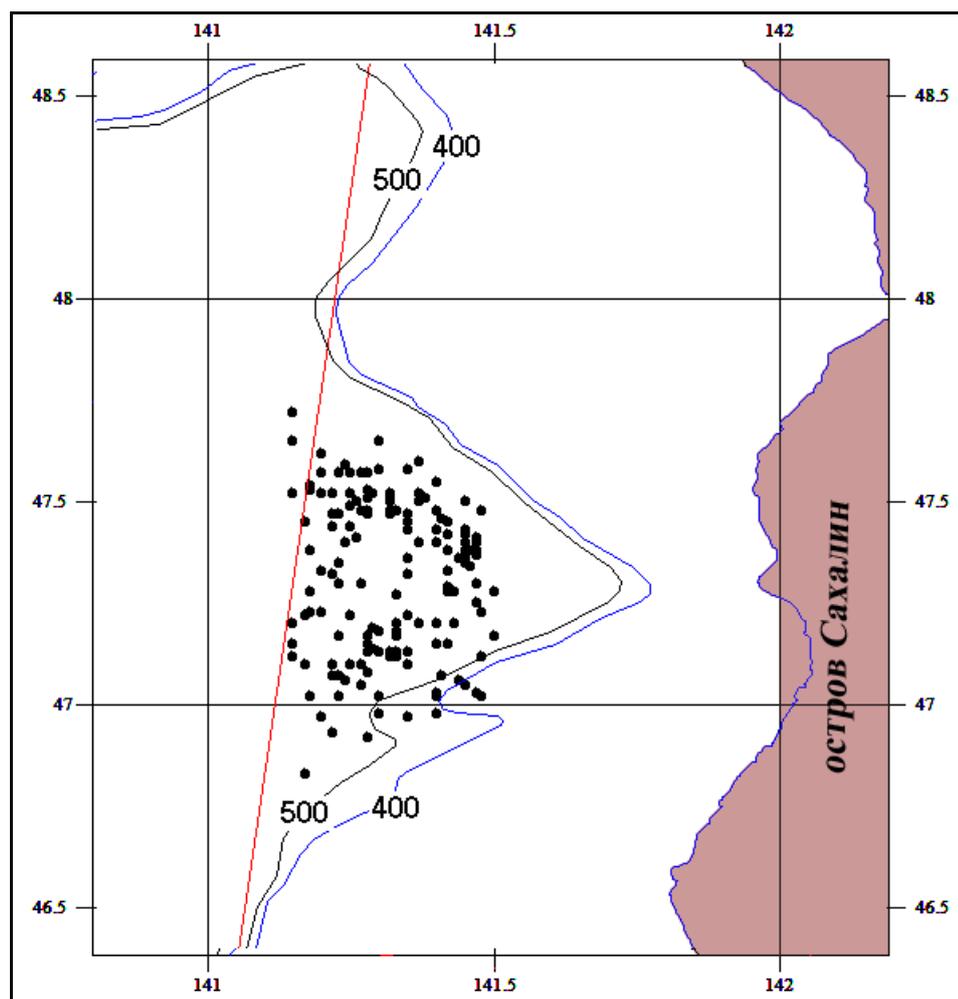


Рис. 1. Точки постановок порядков ловушек на промысле краба-стригуна красного в подзоне Западно-Сахалинская в 2024 г. По данным ОСМ «Рыболовство».

Таблица 1

Общий и суточный вылов, % освоения ОДУ и количество судов на промысле краба-стригуна красного в Западно-Сахалинской подзоне в 2011-2024 гг.

Годы	Общий вылов, т	ОДУ, т	Вылов за судосутки, т	Освоено, %	Судов на промысле
2011	53,9	300	1,38	18,0	2
2012	46,7	300	2,59	15,6	1
2013	19,3	300	1,93	6,4	3
2014	53,5	300	2,23	17,8	3
2015	57,8	300	1,65	19,3	2
2016	38,3	300	3,48	12,8	2
2017	63,5	300	3,35	21,2	3
2018	137,7	300	2,03	45,9	3
2019	155,3	300	3,7	51,8	4
2020	77,3	300	1,9	25,8	4
2021	89,0	300	2,1	29,7	3
2022	280,9	300	2,3	93,6	8
2023	113	300	2,1	37,7	5
2024	111,2	300	1,66	37,1	4
Среднее	92,6	300	2,3	30,9	–

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. В 2002-2006 гг. официальный вылов краба-стригуна красного достигал 54-94% от ОДУ. Облавливается красный стригун на глубинах 600-1300 м. ОДУ краба-стригуна красного устанавливался с 2006 г. на уровне 300 т, его освоение было небольшим – от 6 до 93,6%. По данным ИС «Рыболовство», краба-стригуна красного в 2021 г. промыслили 3 судна, в 2022 г. – 8 судов, в 2023 г. – 5 судов.

Средний вылов краба-стригуна красного за 14 лет составил 92,6 т. Максимальный вылов (около 281 т) пришелся на 2022 г., когда было освоено 93,6% ОДУ. Среднесуточный вылов в течение 14 лет был сравнительно ровный – от 1,38 до 3,7 т, в среднем – 2,3 т.

Судя по представленной в *таблице 1* информации о промысловой статистике, промышленный лов в этой подзоне происходит сравнительно ровно. В 2022 г., при максимальном количестве судов на промысле (8 судов), лов проходил успешно – добывалось по 2,3 т за судосутки. В навигационный период 2024 г., с 22 февраля по 03 октября, вылов за судосутки краба-стригуна красного колебался от 0,5 до 4,0 т (*рис. 2*).

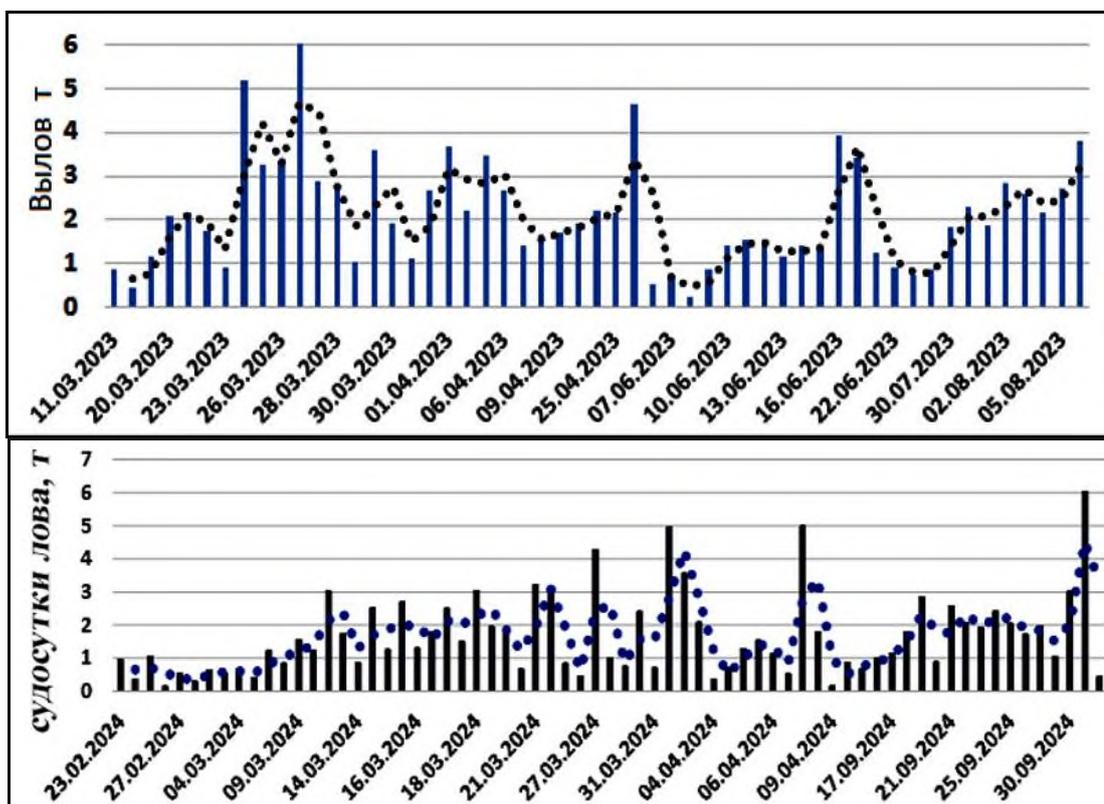


Рис. 2. Посуточный вылов краба-стригуна красного в Западно-Сахалинской подзоне в 2023 (верхний рисунок) и 2024 гг. (нижний рисунок).

Данные о размерах промысловых самцов краба-стригуна красного в Западно-Сахалинской подзоне имеются за период с 2001 по 2010 гг., он составляли от 121,2 до 138,8 мм по ширине карапакса (рис. 3).

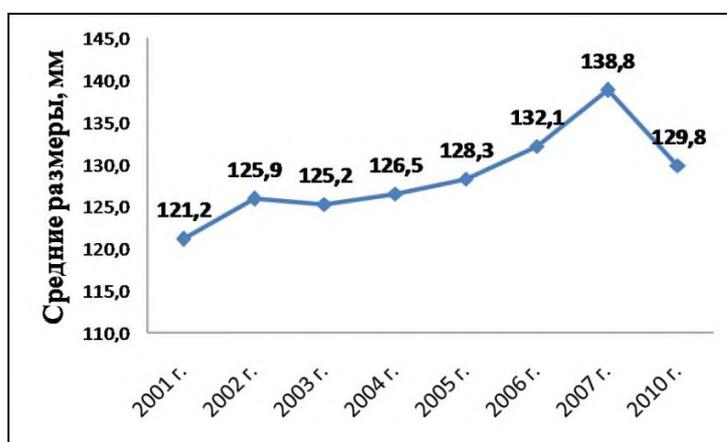


Рис. 3. Средние размеры промысловых самцов краба-стригуна красного в 2001-2010 гг.

Обоснование выбора метода оценки запаса. Учетные ловушечные съемки краба-стригуна красного в 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) по 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 м<sup>2</sup>.

Для расчета численности группировки краба, обитающей у западного Сахалина, при отсутствии данных о величине пополнения неприемлемо применить в полной мере метод кривой вылова (ПРП). В отсутствии информации по НИР и учетных съемок в Западно-Сахалинской подзоне, прогноз ОДУ краба-стригуна красного на 2026 г. носит инерционный характер.

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 запаса краба-стригуна красного и перспектив пополнения важно учитывать то обстоятельство, что в северной части Татарского пролива в Западно-Сахалинской подзоне обитает 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.

Данные промысловой статистики за 2011-2024 гг., характеризуют состояние показателей промышленного лова краба-стригуна красного в этой подзоне. Учитывая положительную тенденцию вылова за последние 3 года, целесообразно оставить прогноз ОДУ на 2026 г. в Западно-Сахалинской подзоне на уровне 0,3 тыс. т.

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Исходя из величины запаса, рассчитанного по результатам исследований и с учетом «предосторожного» подхода, направленного на сохранение запаса краба-стригуна красного, величина вылова на 2026 г. рекомендуется на прежнем уровне – 300 т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна красного в Западно-Сахалинской подзоне на 2026 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 промысловой зоне на 2026 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 и 2020 гг. (46 станций) (рис. 1). Всего было промерено и взято на биологический анализ 1346 тыс. экз. краба, из них в 2020 г. – 96 экз.

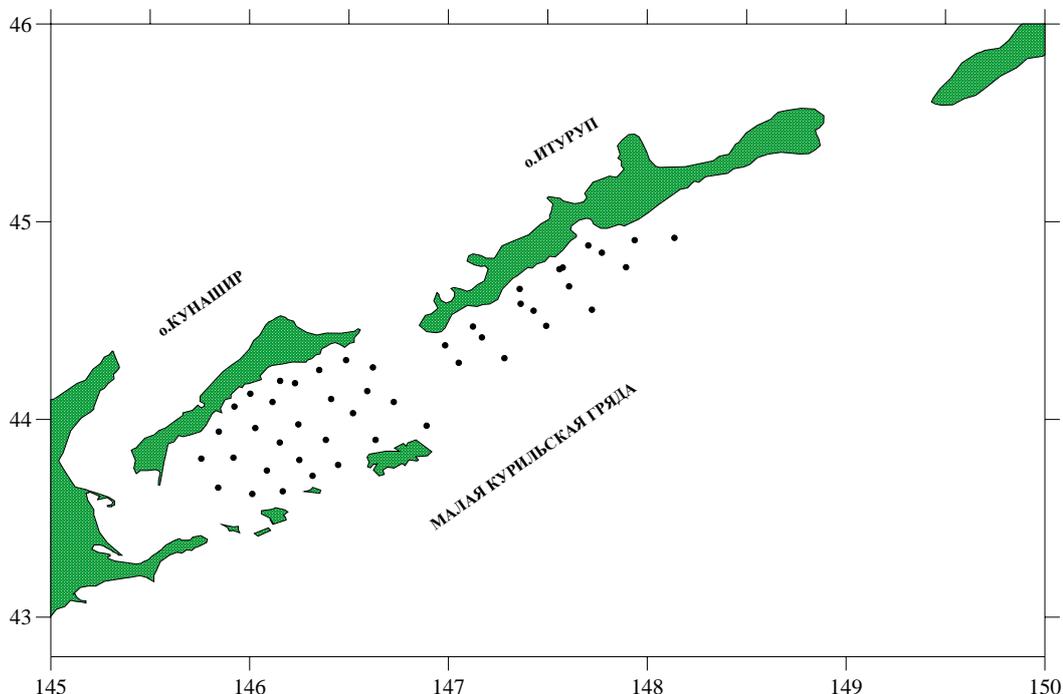


Рис. 1. Карта-схема комплексной траловой съемки на РК МРТ «Бухоро» в районе южных Курильских островов в 2020 г.

Также, использовали 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. Из этого объема в 2011 г. – 719 экз. (табл. 1).

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.

Таблица 1

Некоторые параметры ловушечных (1991-2011 гг.) и траловых (1999-2020 гг.) исследований, выполненных в Южно-Курильской промысловой зоне по крабу волосатому четырехугольному

Зона	Годы	Сезон сбора данных	Количество станций	Количество промеров (биоанализов), тыс. экз.	Орудие сбора
ЮК	1991-2011	весна, осень	6000	72826	ловушки
ЮК	1999, 2001, 2008, 2010-2011, 2018, 2020	лето-осень	695	1346	трал

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. (рис. 2).

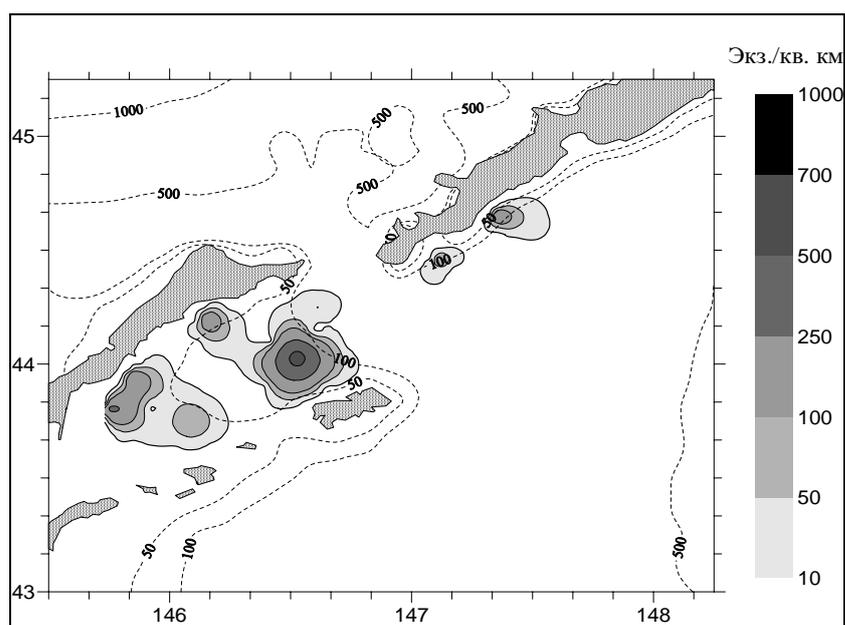


Рис. 2. Пространственное распределение промысловых самцов краба волосатого четырехугольного у южных Курильских островов в октябре 2020 г.

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.

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. В 2011 г. средний улов на усилие промысловых самцов остался примерно на том же уровне, составляя 0,93 экз./лов.

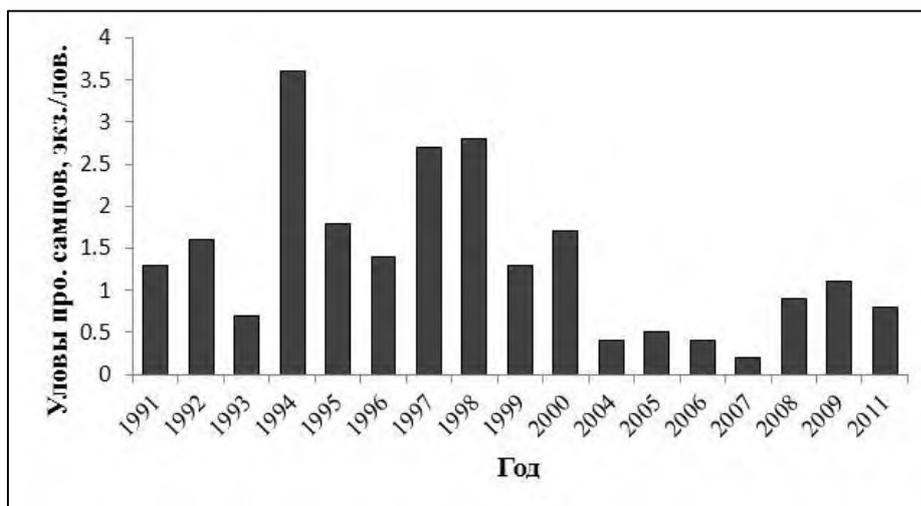


Рис. 3. Динамика уловов на усилие промысловых самцов краба волосатого четырехугольного у южных Курильских островов.

По данным промстатистики, 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 1,6-8,5 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).

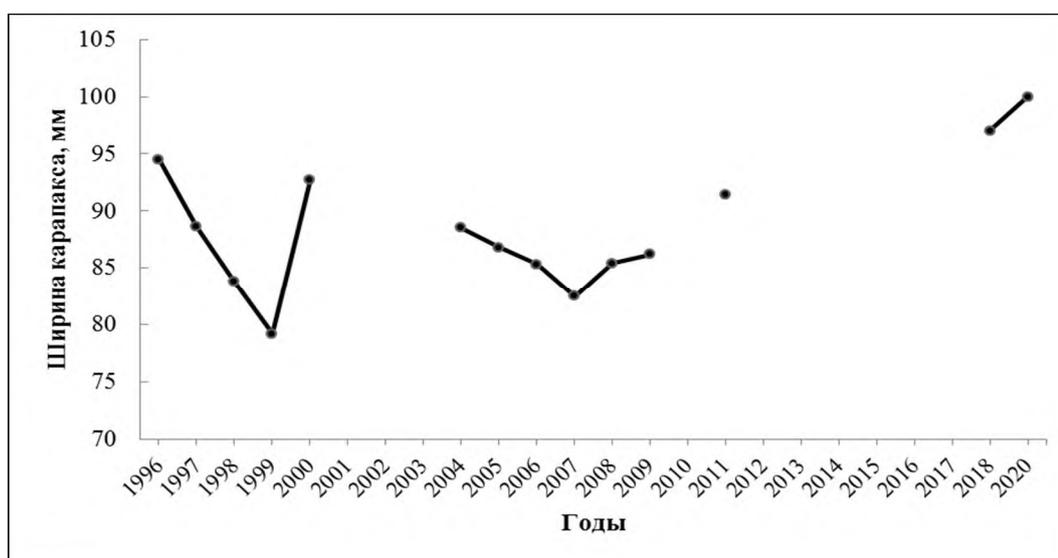


Рис. 4. Динамика средних размеров самцов краба волосатого четырехугольного в Южно-Курильском проливе, по материалам ловушечных исследований.

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.

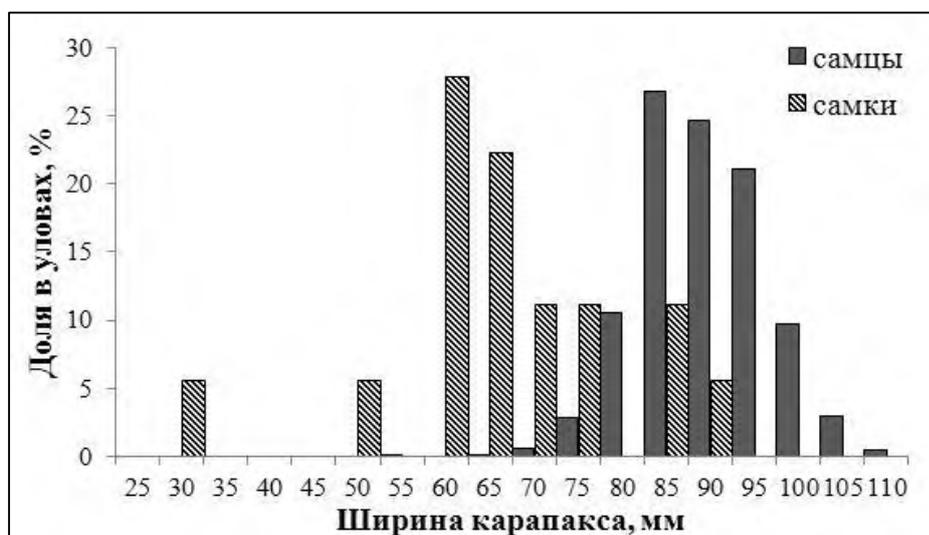


Рис. 5. Размерный состав самцов и самок краба волосатого четырехугольного у южных Курильских островов, по данным ловушечных исследований 2011 г.

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.

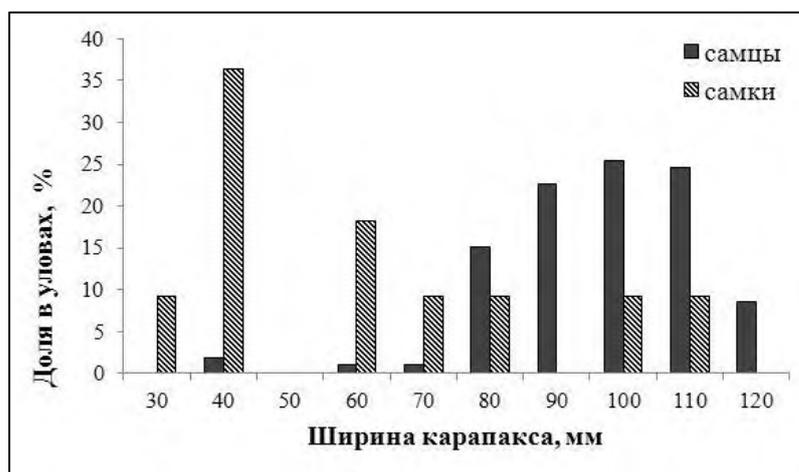


Рис. 6. Размерный состав самцов и самок краба волосатого четырехугольного у южных Курильских островов, по данным траловой учетной съемки 2018 г.

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.

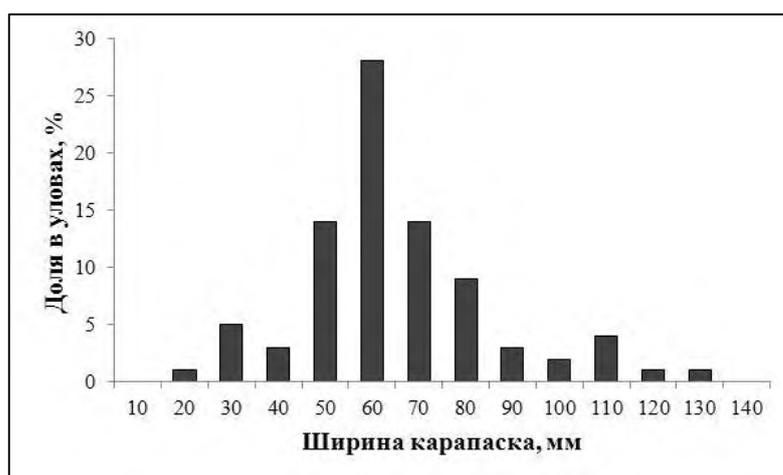


Рис. 7. Размерный состав самцов краба волосатого четырехугольного у южных Курильских островов, по данным траловой учетной съемки 2020 г.

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 $B_i$ , 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 четырехугольного волосатого краба 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 8*.

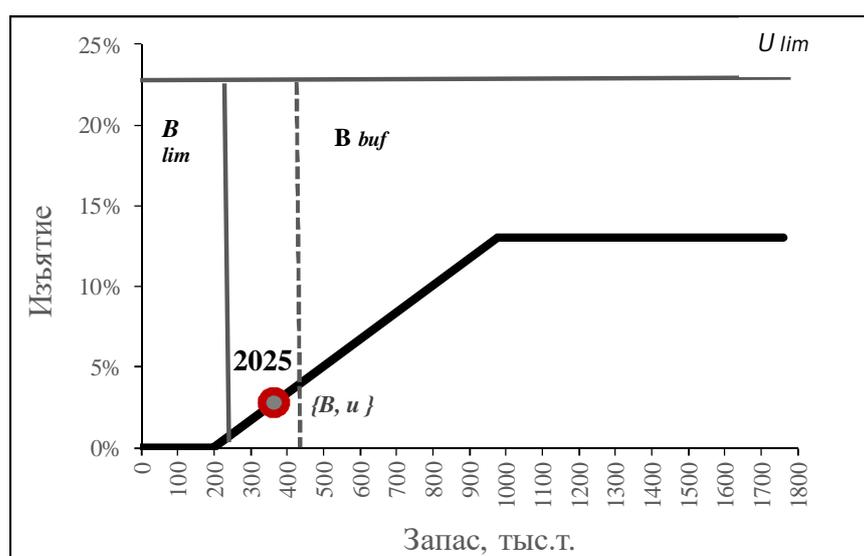


Рис. 8. Графическое представление ПРП для краба волосатого четырехугольного в Южно-Курильской зоне в 2026 г.

Прогноз состояния промыслового запаса. В связи с нерегулярностью проведения траловых съемок, многолетним отсутствием промысла и недостаточностью данных о размерной и половой структуре популяции, расчет промыслового запаса и ОДУ на 2026 г. краба волосатого четырехугольного выполняется как инерционный.

Статус запаса оценивается как малочисленный, неопределенный. В то же время, учитывая отсутствие промыслового изъятия краба волосатого четырехугольного в Южно-Курильской зоне, можно предположить, что величина промыслового запаса данного вида к 2026 г. сохранится на уровне 2020 г. и составит не менее 364 т.

Обоснование объема ОДУ. Прогнозируемая на 2026 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 2026 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 2026 г. использованы материалы учетных траловых (1989, 1991, 1993-1995, 1998, 2011-2013, 2019, 2021, 2024 гг.) и ловушечных съемок (1998, 2007-2008, 2011-2012 гг.), выполненных в заливе Анива и прилегающих акваториях. Схема станций учетной траловой съемки 2021 г. приведена на *рисунке 1*.

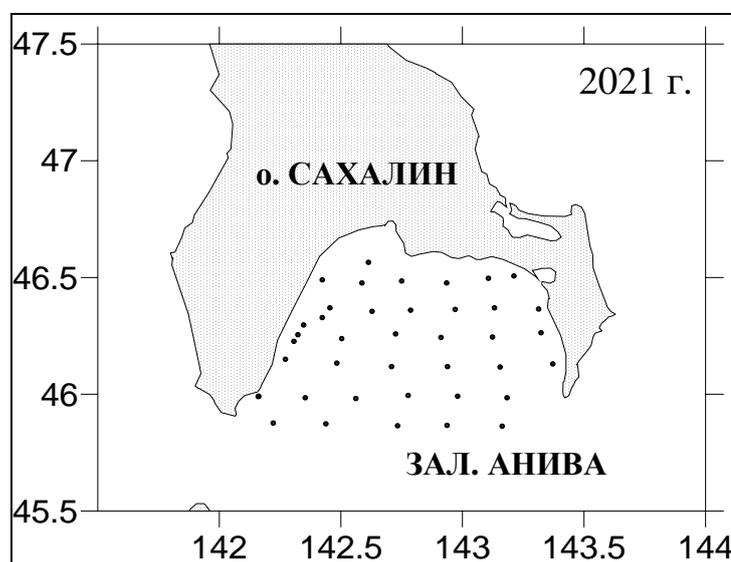


Рис. 1. Карта-схема траловых станций на акватории зал. Анива, по данным траловой учетной съемки 2021 г.

Использованы 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 27,5 тыс. экз. Информация о величине промышленного освоения данной единицы запаса получена из базы ОСМ «Росрыболовство».

При выполнении донных траловых съемок в октябре-ноябре 2024 г. в заливе Анива четырехугольный волосатый краб был встречен на 22 (33%) станциях, как в западной, так и в восточной частях исследуемого района, в широком диапазоне глубин 22-103 м (*рис. 2*). Наибольшие скопления были отмечены в западной части залива (бухта Морж).

Имеющиеся материалы соответствуют III уровню информационной обеспеченности, согласно прил. 1 к Приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.

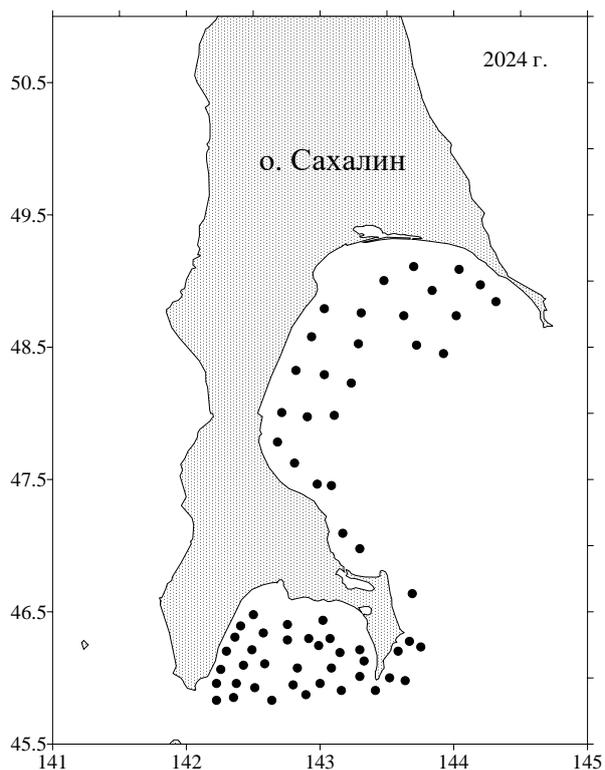


Рис. 2. Карта-схема траловых станций в подзоне Восточно-Сахалинская, по данным учетной съемки 2024 г.

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 [Аксютина, 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-Шнюте, являющаяся своеобразным компромиссом между когортными и продукционными 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 волосатого краба в Восточно-Сахалинской подзоне снизился с 307,1 т в 1991 г. до 46,3 т в – 2003 г. (рис. 3). С 2004 по 2022 гг. величина ОДУ устанавливалась в объеме, необходимом для проведения НИР.

В Восточно-Сахалинской подзоне промысел краба волосатого четырехугольного был возобновлен в 2023 г., вылов составил 108,90 т при ОДУ в 115 т. В качестве орудий лова использовали конусные крабовые ловушки 1,5/0,75/0,65 м.

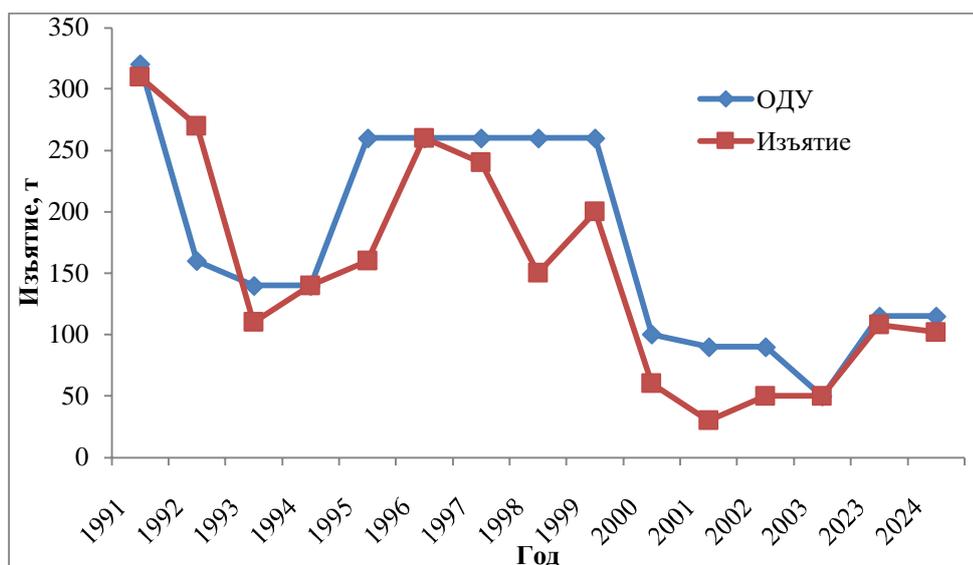


Рис. 3. ОДУ и вылов краба волосатого четырехугольного в Восточно-Сахалинской подзоне в 1991-2008 гг.

По месяцам средний вылов на судосутки варьировался от 0 до 3,28 т (табл. 1). Наибольший улов за сутки на одно судно был отмечен в сентябре и составил 8,29 т. Минимальный вылов по месяцам в 2023 г. был в мае. Силами двух рыбодобывающих 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 и 2024 гг.

Месяц	2023 г.				2024 г.			
	Судо-сутки	Мин.	Макс.	Средний	Судо-сутки	Мин.	Макс.	Средний
Январь	0	0	0	0	6	0,79	2,75	1,58
Февраль	0	0	0	0	0	0	0	0
Март	0	0	0	0	2	0,11	0,57	0,34
Апрель	0	0	0	0	18	0,29	3,56	1,51
Май	2	0,19	0,58	0,39	7	0,62	3,63	1,37
Июнь	0	0	0	0	0	0	0	0
Июль	0	0	0	0	0	0	0	0
Август	0	0	0	0	0	0	0	0
Сентябрь	12	0,14	8,29	3,28	1	0,003	0,003	0,003
Октябрь	6	0,07	7,12	2,70	11	0,005	3,08	1,32
Ноябрь	5	0,02	4,51	2,25	21	0,22	3,03	0,99
Декабрь	15	0,31	4,42	2,74	12	0,24	3,22	1,71

В 2024 г. промысел осуществлялся с января по декабрь. Вылов составил 102,85 т при ОДУ в 115 т. По месяцам средний вылов на судосутки варьировался от 0 до 1,71 т. В среднем, вылов за судосутки 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 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. 4). 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.

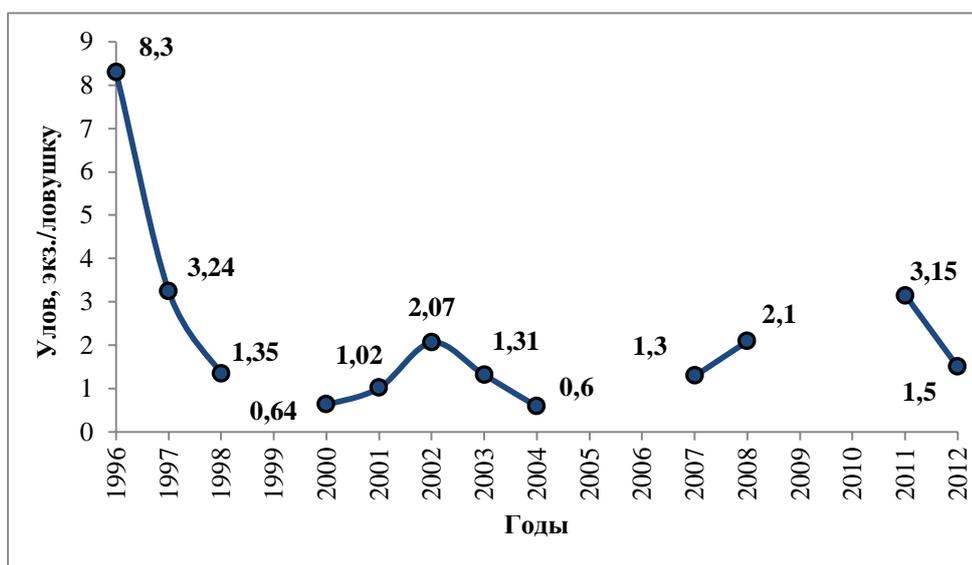


Рис. 4. Динамика уловов на усилие промысловых самцов краба волосатого четырехугольного в зал. Анива.

Основные скопления краба в заливе Анива отмечены у западного побережья, на участке пос. Кирилово - б. Морж (рис. 5), 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.

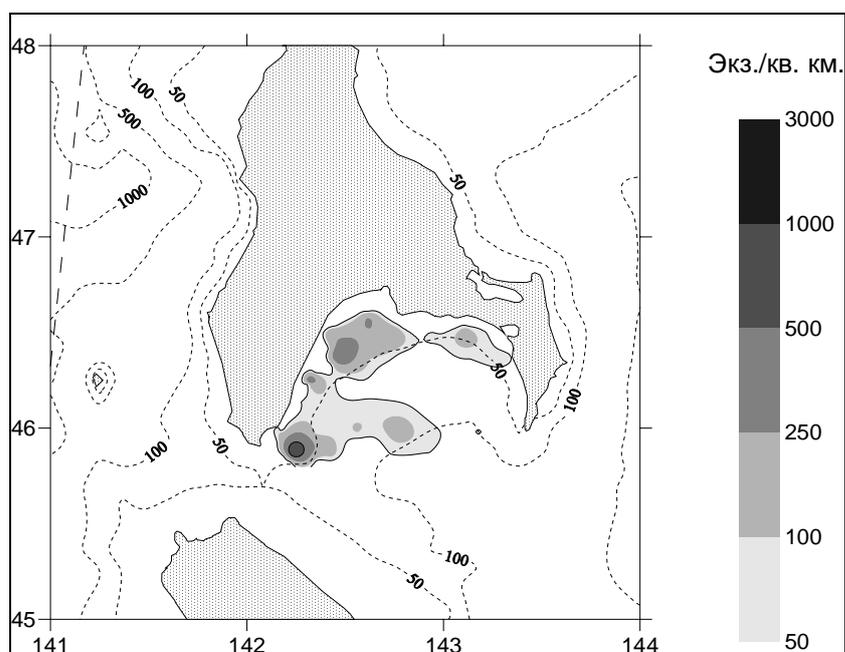


Рис. 5. Пространственное распределение промысловых самцов краба волосатого четырехугольного у восточного Сахалина в 2021 г., по данным траловой учетной съемки

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 75,69 т (табл. 2). С 2012 г. наблюдалось постепенное увеличение промыслового запаса.

Таблица 2

Данные траловых и ловушечных съемок,  
выполненных в заливе Анива в 1991-2013, 2021, 2024 гг.

Год проведения траловой съемки	Средне-взвешенный улов, экз./30мин. траления	Общая площадь занятая самцами кв. км	Абсолютная численность самцов, тыс. шт.	Промысловая численность, тыс. шт.	Средний размер ширины карапакса пром. самцов, мм	Средняя масса промыслового самца, кг	Промысловый запас, (тонн)
1991	37,8	4211	6140	1494,0	91,09	0,890	1339,0
1993	28,8	6310	3729,5	2149,8	98,79	0,545	1172,0
1994	-	-	2790	1950	90,33	0,586	1143,0
1998×	2,08	4199	204	161	81,81	0,553	89,5
2001×	1,85	4508	180,83	129,17	90,2	0,586	75,7
2011×	4,3	5237	256,46	132,92	90,1	0,569	75,6
2012××				276,91	91,49	0,634	175,5
2013		7122,6	3310	799	91,13	0,696	556,9
2021				1383		0,828	1145
2024				1491		0,875	1304

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.

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 краба волосатого четырехугольного в заливе Анива, из-за долгого отсутствия промысла, возросла более чем вдвое и составила 1,383 млн. экз., промысловая биомасса – 1,145 тыс. т, при коэффициенте уловистости трала –0,65. В 2024 г. промысловая численность данного вида составила 1,491 млн. экз. промысловый запас – 1,304 тыс. т.

По материалам траловых исследований 2021 г., в заливе Анива доминировали самцы шириной 70-75 мм (рис. 6). Встречались крабы размером от 53 до 120 мм, средний размер – 83мм. Доля промысловых особей в уловах – 58%.

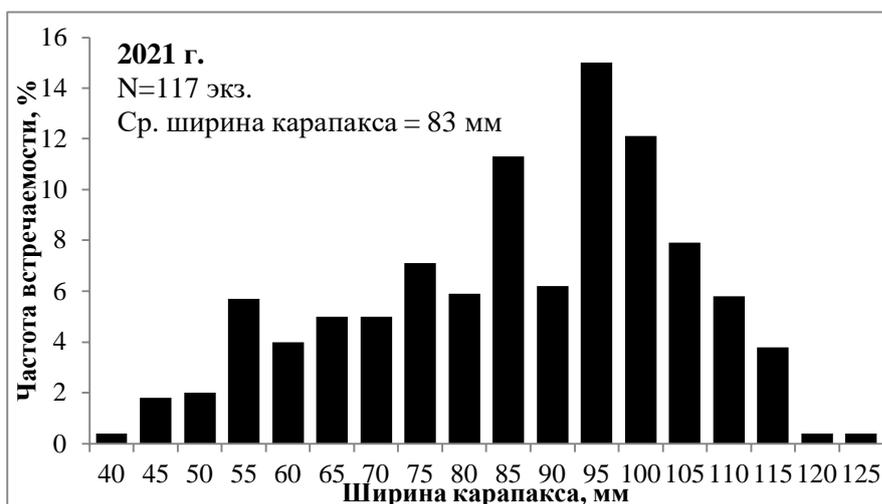


Рис. 6. Размерный состав самцов краба волосатого четырехугольного в заливе Анива в траловых уловах в 2021 г.

В 2024 г. в заливе Анива, был проведен биологический анализ 53 особей. Самцы, достигшие промыслового размера (от 80 мм по ширине карапакса), преобладали по численности (98%) и биомассе (99%). Размерный состав самцов волосатого краба был представлен особями от 27 до 117 мм. При этом, выделялась одна размерная группа, самцы по ширине карапакса 85-104 мм составили около 74%. Средняя ширина карапакса промысловых самцов была равна 98,7 мм, общая для всех самцов – 97,6 мм (рис. 7).

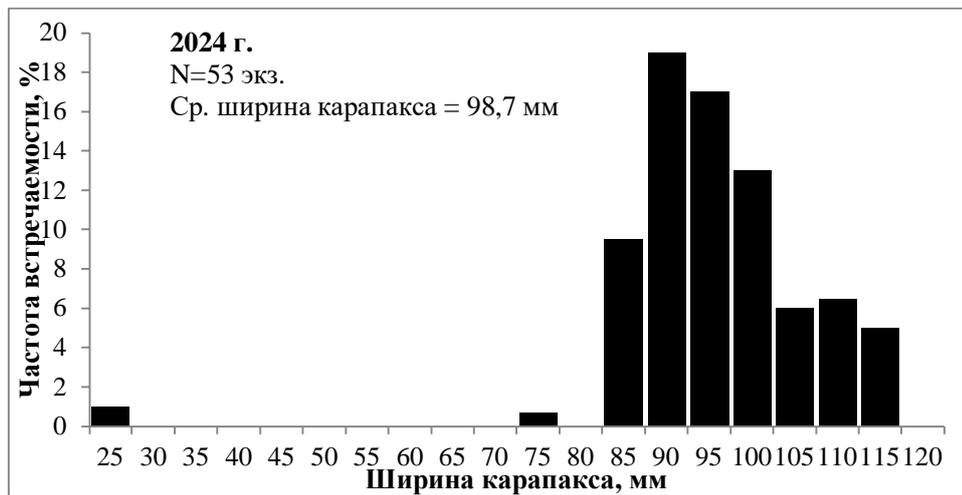


Рис. 7. Размерный состав самцов краба волосатого четырехугольного в заливе Анива в траловых уловах в 2024 г.

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 (табл. 3). 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.

Таблица 3

Ориентиры управления промыслом  
краба волосатого четырехугольного в Восточно-Сахалинской подзоне

Ориентир	$B$ , т	$U$ , %
Целевой ( $tr$ )	1859	18,0
Граничный ( $lim$ )	371	-
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. 8), 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,  $B_t > B_{tr}$ :  $u_{rec} = const = u_{tr}$ .

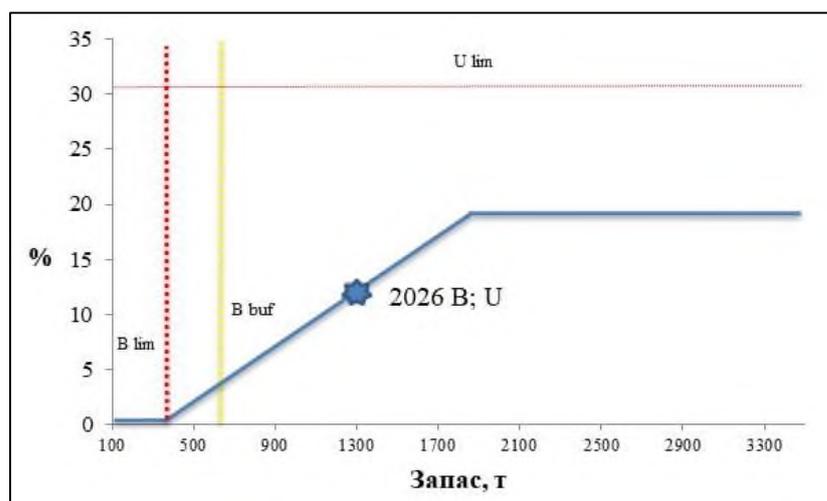


Рис. 8. Графическое представление ПРП для запаса краба волосатого четырехугольного в Восточно-Сахалинской подзоне.

Прогноз состояния промыслового запаса. По результатам траловой съемки 2013 г. промысловая численность в зал. Анива оценена величиной 799,0 тыс. экз., биомасса промыслового запаса – 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 численности. Промысловая численность данного вида составила 1,491 млн. экз., промысловый запас – 1304 т, при средней массе промысловых самцов – 0,875 кг.

Учитывая тенденцию к росту численности, наличие устойчивых промысловых скоплений, можно считать, что численность и биомасса запаса в 2026 г. не опустятся ниже значения 2024 г. Таким образом, промысловый запас краба волосатого четырехугольного в Восточно-Сахалинской подзоне в 2026 г. составит 1304 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 2026 г. 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, величина изъятия составит 10%. При таком подходе, ОДУ краба волосатого четырехугольного в Восточно-Сахалинской подзоне в 2026 г. может составить 0,130 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба волосатого четырехугольного в Восточно-Сахалинской подзоне на 2026 г. в объеме 0,130 тыс. т.**

## Волосатый четырехугольный краб (*Erimacrus isenbeckii*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.4 – подзона Камчатско-Курильская

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

Куратор: А.И. Буяновский (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Для обоснования ОДУ краба волосатого четырехугольного в Камчатско-Курильской подзоне на 2026 г. использованы данные учетных донных траловых съемок, выполненных 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. 1).

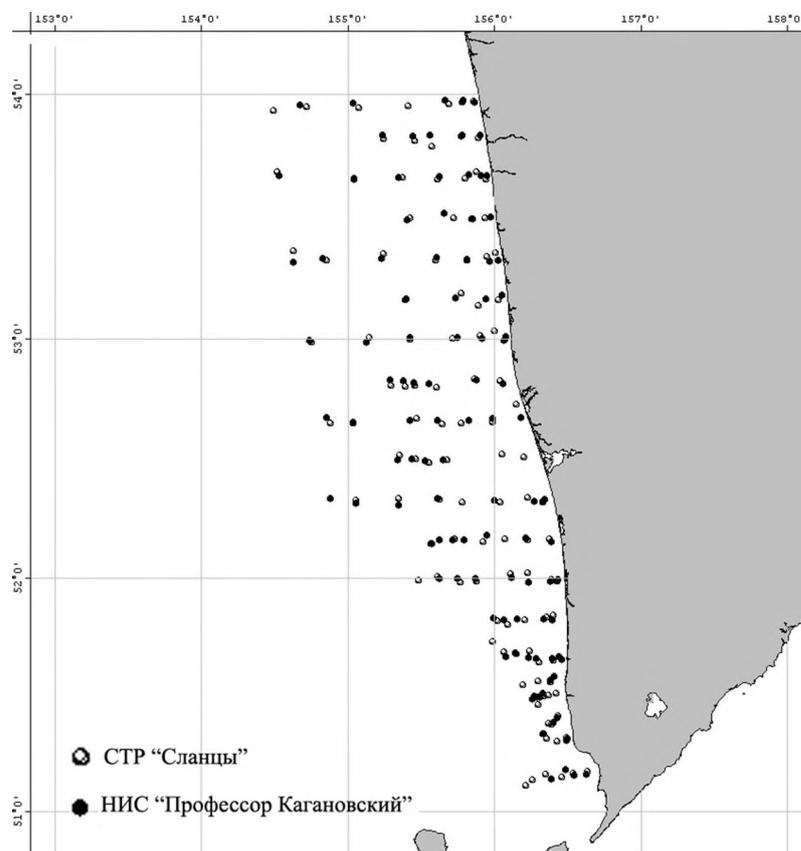


Рис. 1. Карта-схема учетных донных траловых съемок по крабу волосатому четырехугольному в Камчатско-Курильской подзоне в 2024 г.

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 вида. Общая обследованная площадь составила около 23,4 тыс. км<sup>2</sup>. 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:

$$TAC_y = \begin{cases} C_{y-1}bet_1 & \text{if } r < \alpha_1 \\ C_{y-1} & \text{if } \alpha_1 < r < \alpha_2 \\ bet_2(b_2 - b_1 + C_{y-2}) & \text{if } r > \alpha_2 \end{cases},$$

где bet1 and bet2 – элементы;  $r$  – соотношение индекса в последние 2 года;  $C_{y-1}$  – вылов в предыдущий год;  $b_1$  and  $b_2$  – величина индекса в  $y-2$  and  $y-1$  по отношению к оценке уловистости (IA);  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ , and  $\alpha_3$  – 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  $\mu$  – среднее значение,  $\sigma_C$  – 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 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	–

«–» – 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, в 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 2026 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. Итоги промысла 2024 г., продемонстрировавшие минимальный за последние годы вылов волосатого краба в подзоне, объясняются исключительно причинами организационного характера.

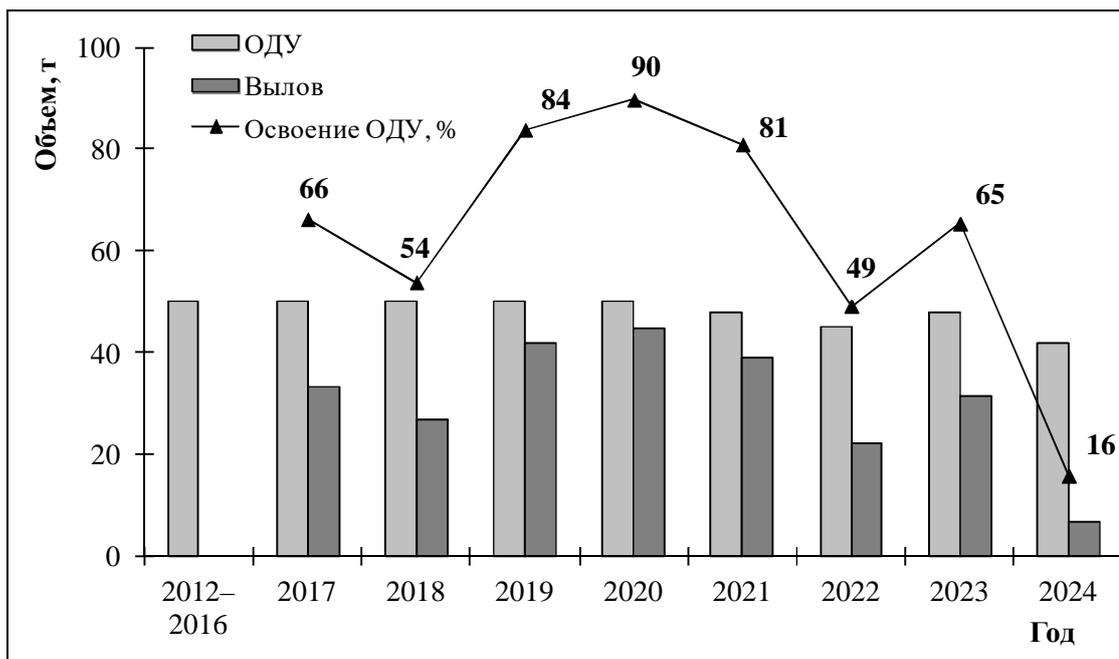


Рис. 2. Межгодовая динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ краба волосатого четырехугольного в Камчатско-Курильской подзоне.

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 последние два года (2023, 2024 гг.) добыча осуществляется одним судном, преимущественно, в границах скопления между  $52^{\circ}58'-53^{\circ}11'$  с.ш., а также в северной части зал. Камбальный ( $51^{\circ}07'-51^{\circ}14'$  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).

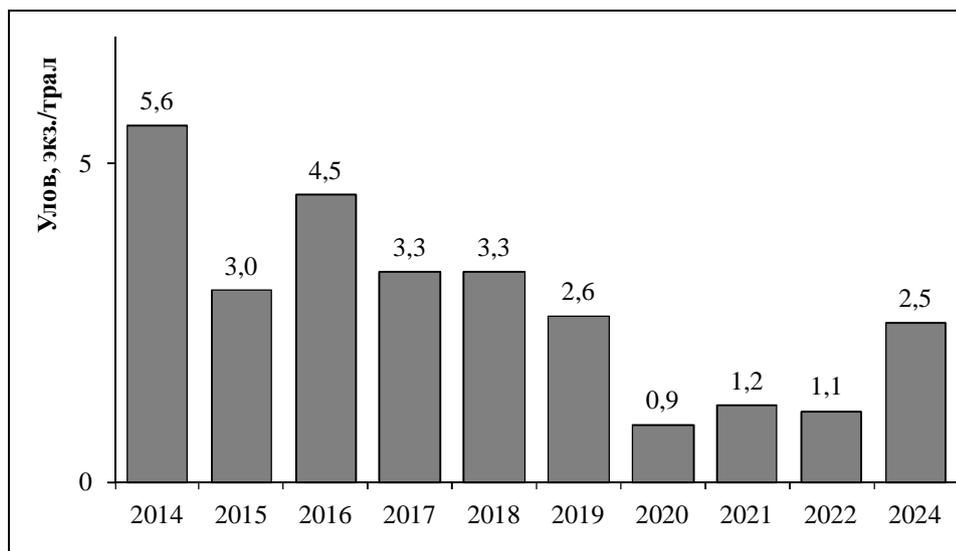


Рис. 3. Средние уловы на траление промысловых самцов краба волосатого четырехугольного в Камчатско-Курильской подзоне в 2014-2024 гг.

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). 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.

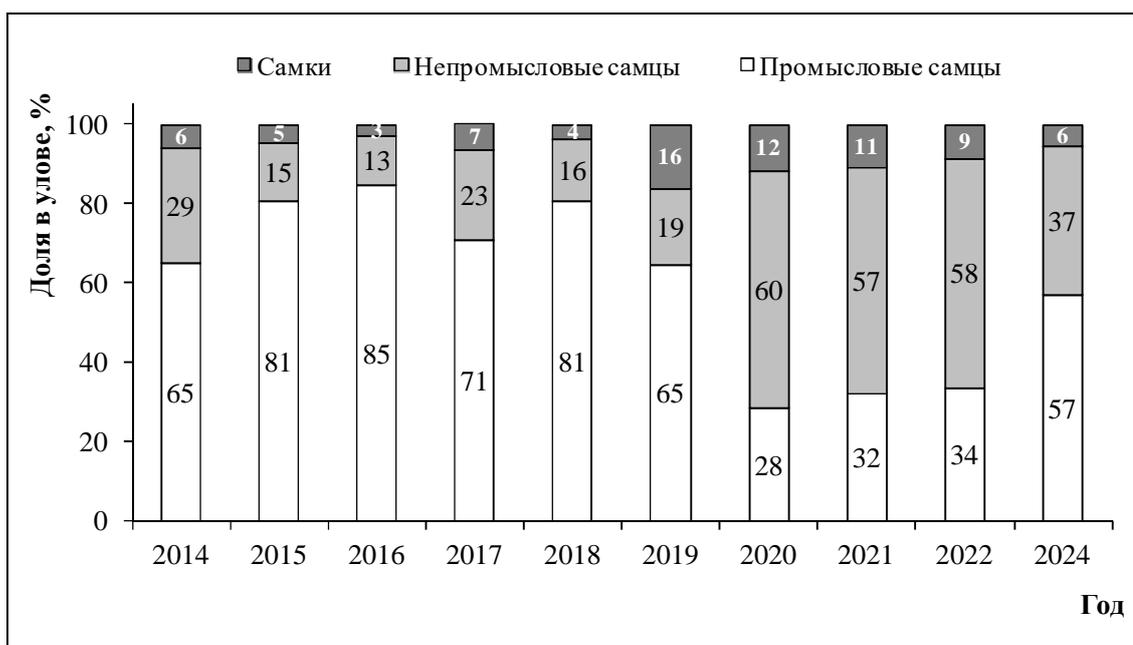


Рис. 4. Соотношение функциональных групп краба волосатого четырехугольного в Камчатско-Курильской подзоне в 2014-2024 гг. (по данным траловых съемок).

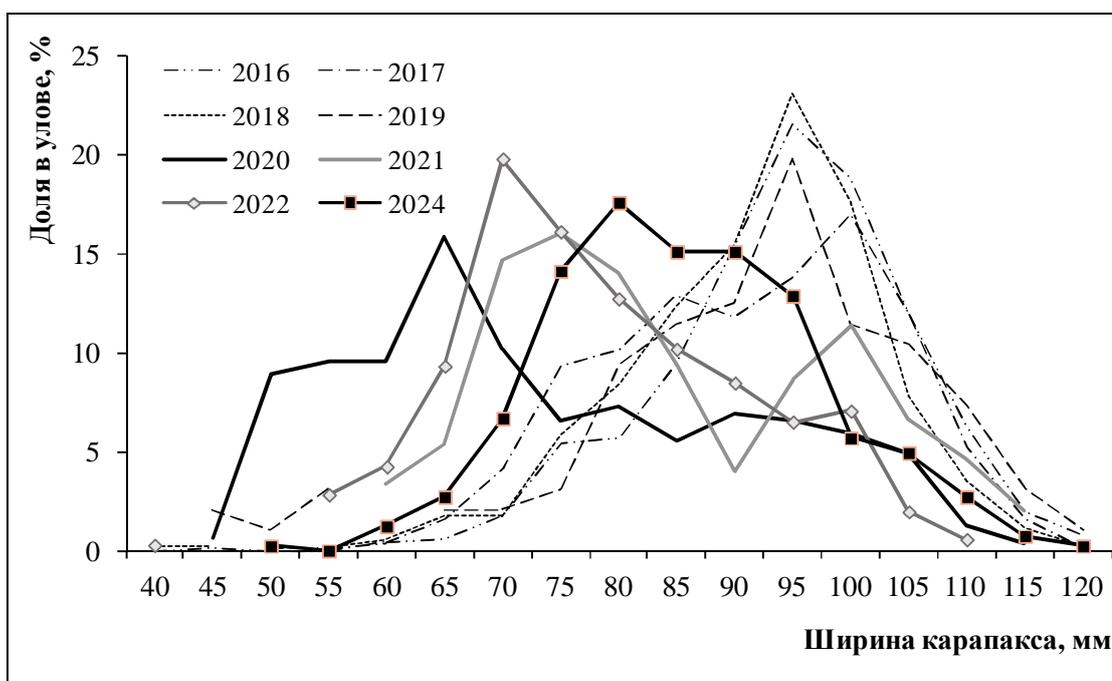


Рис. 5. Размерный состав самцов краба волосатого четырехугольного в 2016-2024 гг. в Камчатско-Курильской подзоне.

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 2013-2022 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.).

Важно 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).

Обоснование объема ОДУ. Посредством пакета DLMtool оценили ОДУ волосатого четырехугольного краба в Камчатско-Курильской подзоне в 2026

г. методом SPmod. При этом допустили, что вылов в 2025 г. будет соответствовать утвержденному ОДУ, равному 34 т, а величина индекса – 0,946 т/судосутки, что соответствует средней за 2017-2024 гг. величине.

Полученная с помощью данного метода медианная оценка равна 33,3 т или, округленно, 33 т (рис. 6), что на 1 т ниже, чем ОДУ в 2025 г. Полученная величина близка к среднемуголетнему вылову краба в 2017-2024 гг., равному 30,7 т (см. рис. 2).

Несмотря на полученные результаты, можно считать целесообразным ОДУ волосатого четырехугольного краба в Камчатско-Курильской подзоне в 2026 г. оставить на уровне 2025 г. – 34 т.

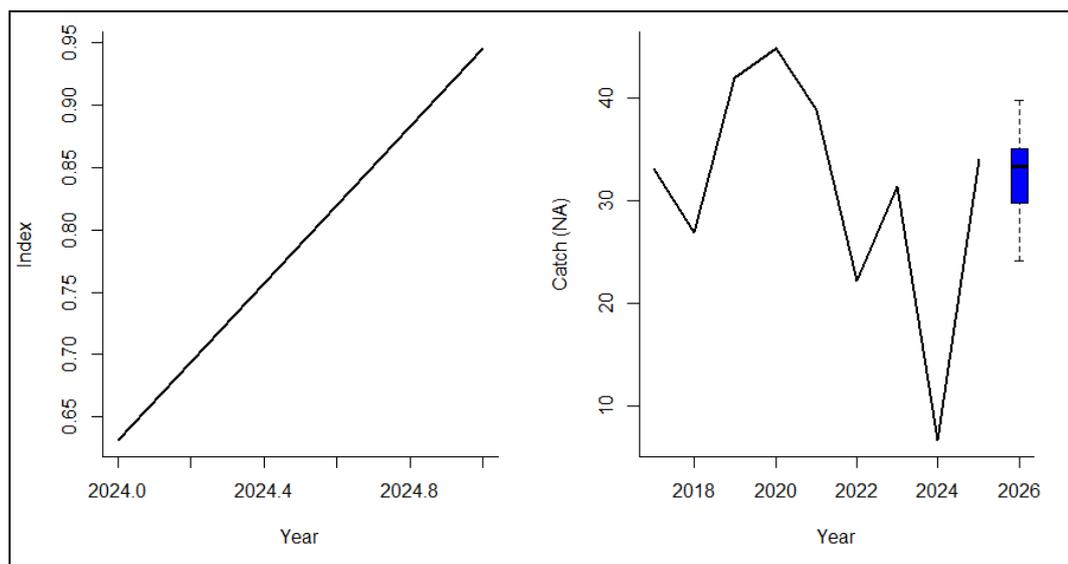


Рис. 6. Результаты оценки ОДУ краба волосатого четырехугольного в Камчатско-Курильской подзоне методом SPmod.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба волосатого четырехугольного в Камчатско-Курильской подзоне на 2026 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 послужили результаты учетной ловушечной съёмки на НИС «Зодиак» 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 2024 гг.

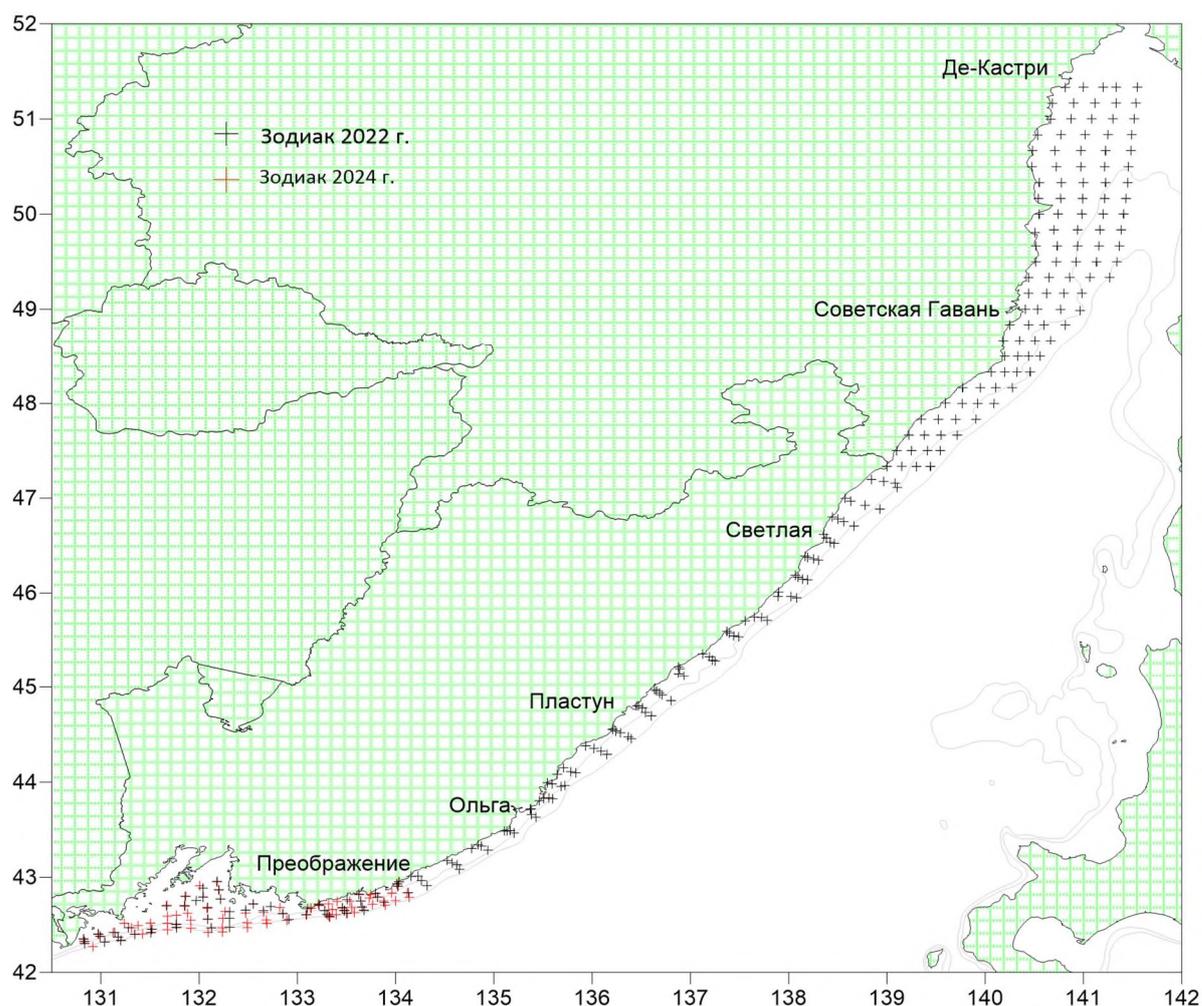


Рис. 1. Карта-схема станций ловушечной учётной съёмки на НИС «Зодиак» в 2022 и 2024 гг. в подзоне Приморье.

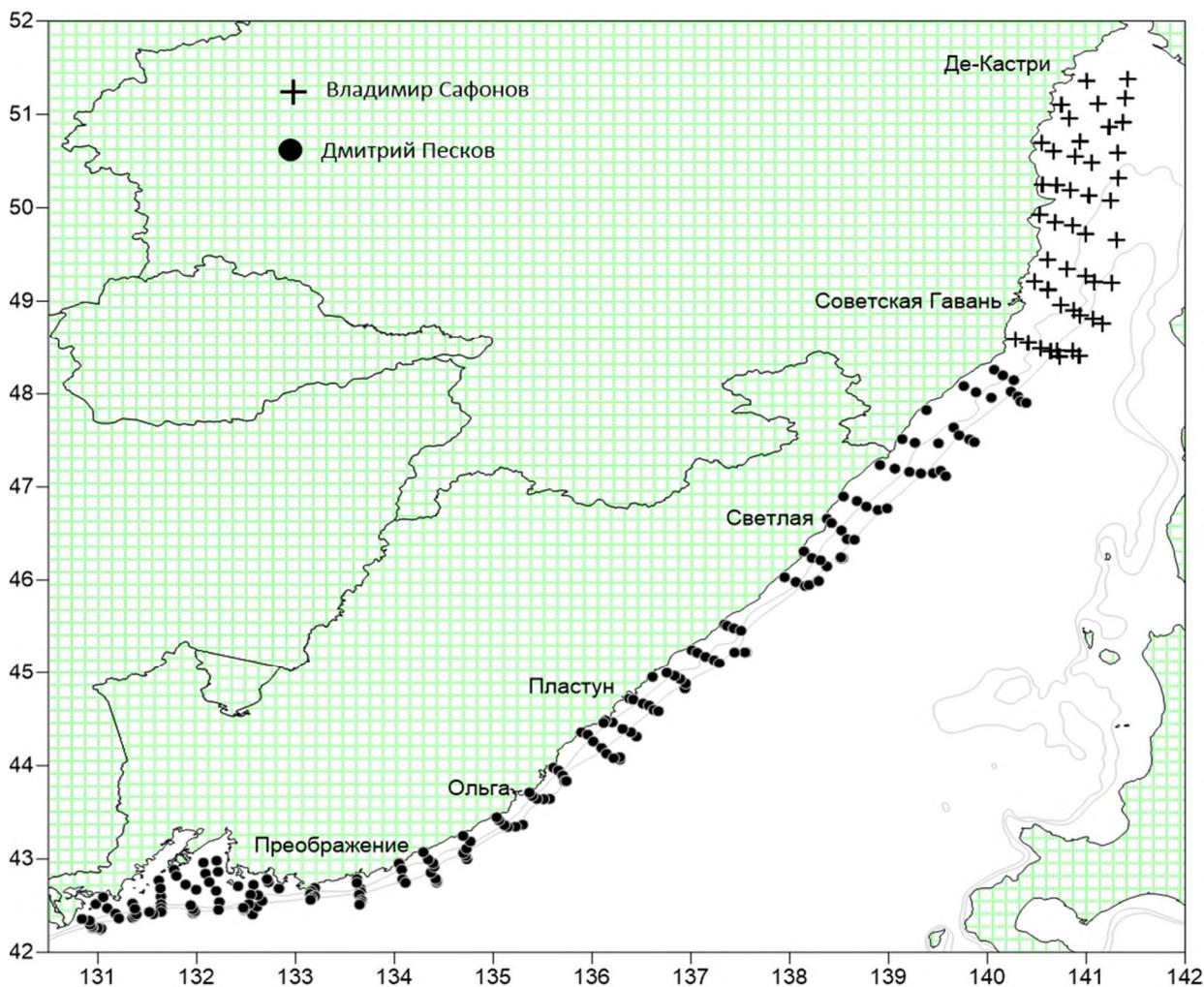


Рис. 2. Карта-схема станций траловых учётных съёмок 2022 г. в подзоне Приморье.

Таблица 1

Объем работ и количество обработанного материала в 2022 и 2024 гг.

Год	2022 / 2024	2022	2022
Тип, название судна	НИС «Зодиак»	НИС «Владимир Сафонов»	НИС «Дмитрий Песков»
Тип орудий лова	конусные ловушки	донный трал	донный трал
Количество учетных станций	170 / 88	46	61
Диапазон глубин, м	13-202 / 23-180	26-611	24-319
Период работ	апрель-июнь / декабрь	апрель-май	апрель-июнь
Выполнено биоанализов	3124 / 653	0	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 на НИС. 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 м<sup>2</sup> [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 судов-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 2026 г. ОДУ.

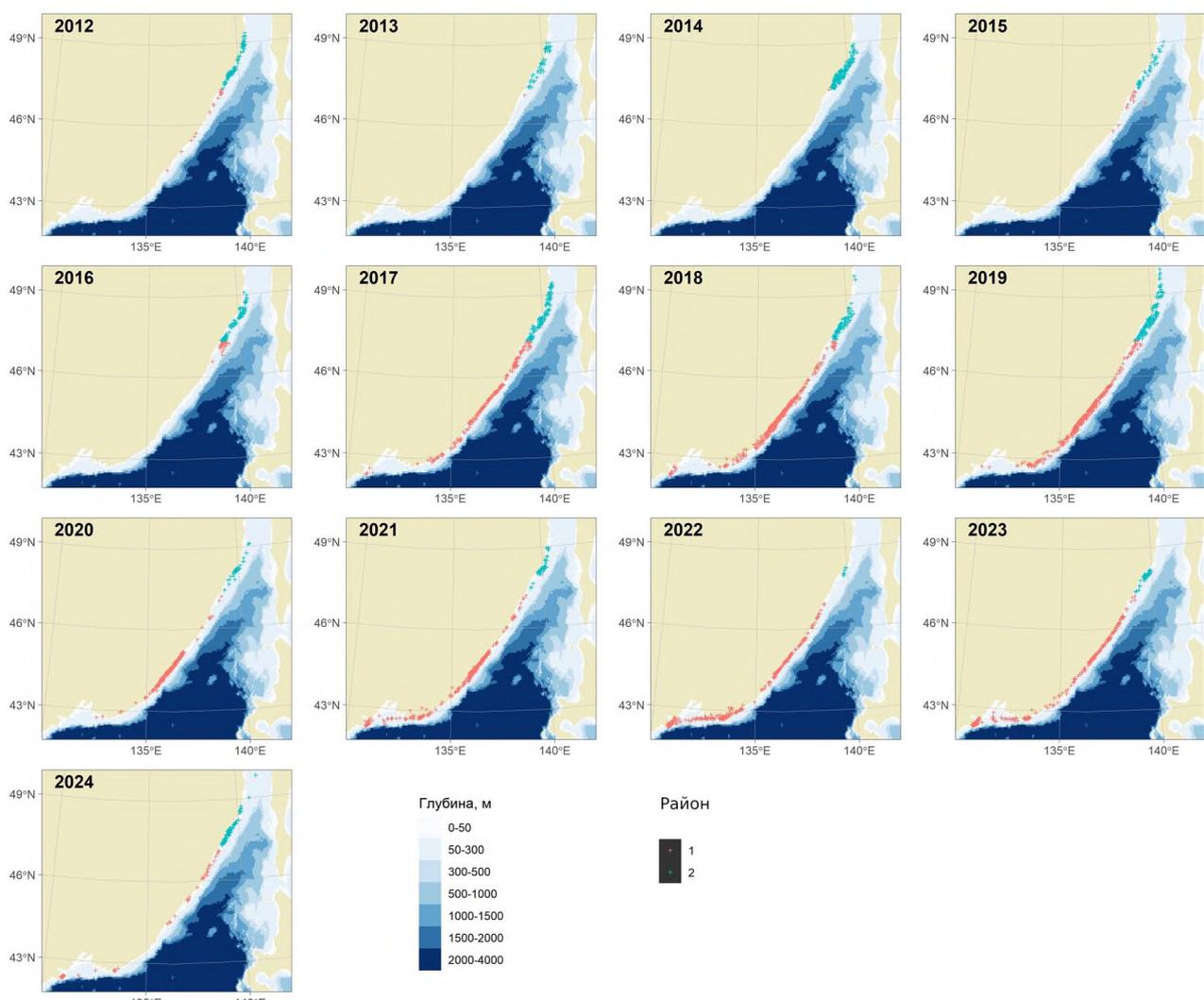


Рис. 3. Распределение промысловых усилий в 2012-2024 гг. в районе южнее (1) и севернее (2) 47°20' с.ш.

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. Проведение в 2018 г. в апреле-июне траловой и сентябре-октябре ловушечной съёмок показало кратное сокращение промысловых ресурсов основных видов крабов, по сравнению с данными 2015 и 2016 гг., в том числе, четырехугольного волосатого краба, почти в 2 раза. Наблюдающееся снижение численности промысловых особей в 2015-2017 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.

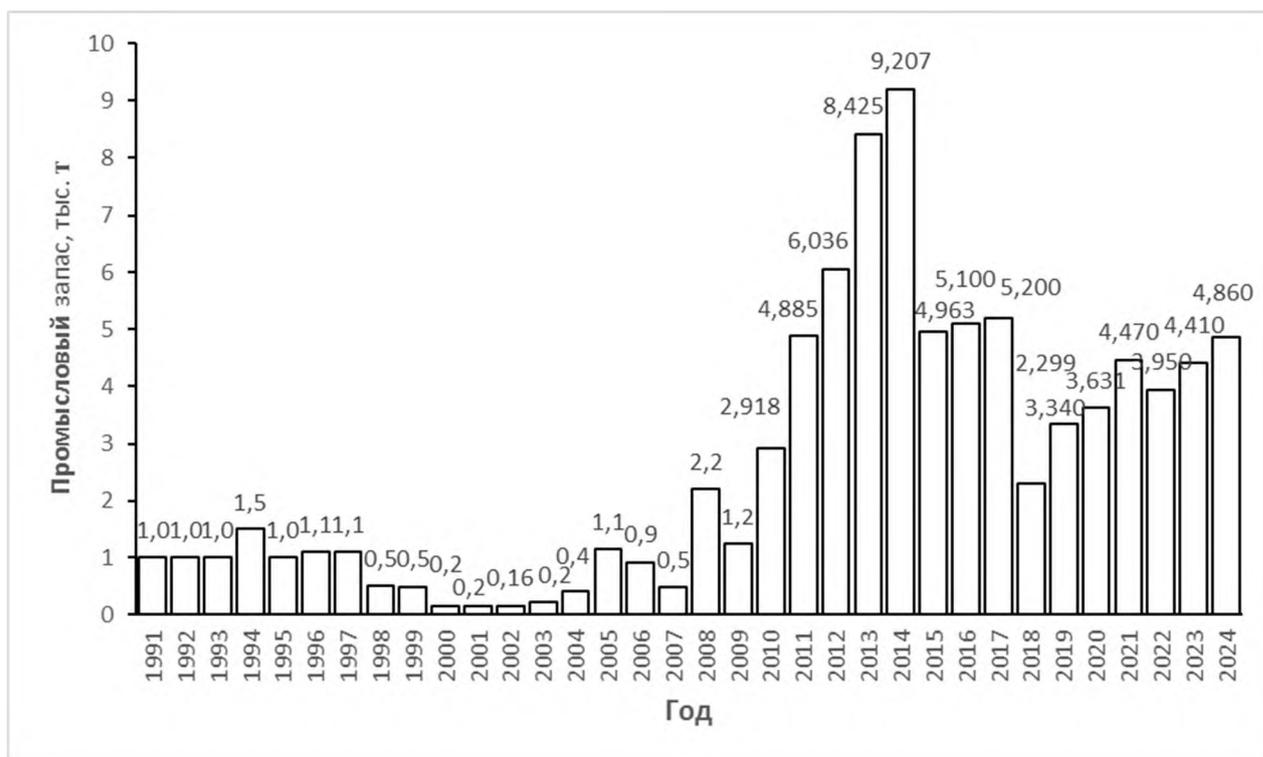


Рис. 4. Динамика промыслового запаса волосатого четырехугольного краба в подзоне Приморье в 1991-2024 гг.

В 2024 г. промысел, в подавляющем большинстве, был сосредоточен в районах, прилегающих с северо-востока к мысу Поворотному (133°00' в.д.), а также с запада и северо-запада от мыса Золотого (47°20' с.ш.) и в зал. Петра Великого, от границ российской рыболовной зоны с КНДР. Незначительная часть судов вела промысел южнее мыса Золотого (рис. 5).

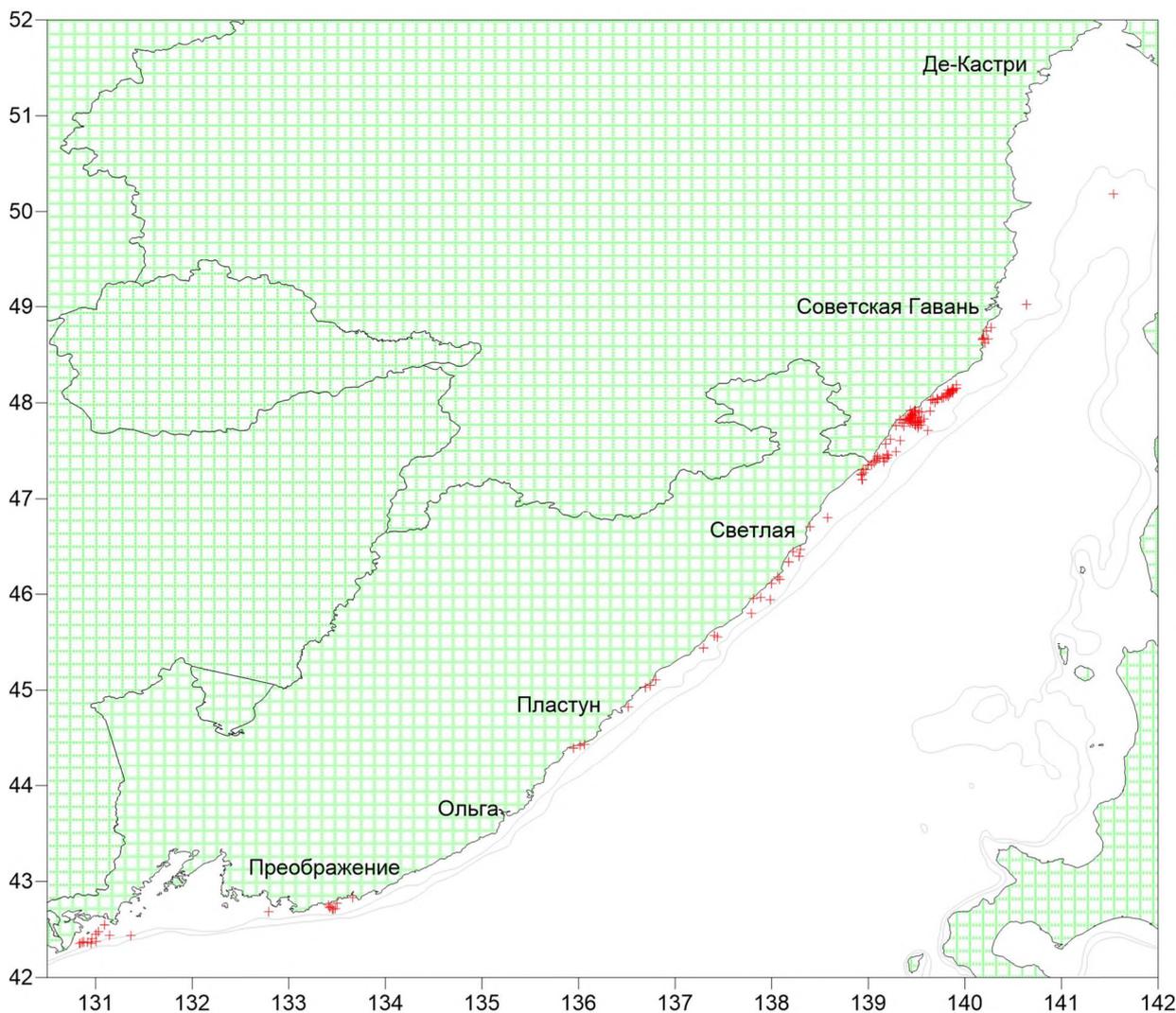


Рис. 5. Распределение промысловых усилий на промысле краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье с 1 января по 18 декабря 2024 г.

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 осваивается 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 (табл. 2).

Таблица 2

Динамика промысла краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье севернее мыса Золотой в 2011-2024 гг. (по данным ОСМ «Рыболовство»)

Год	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Кол-во компаний	2	5	2	2	4	3	2
Кол-во судов	2	13	3	4	5	6	4
Судо-суток	32	195	97	183	41	110	135
Вылов, т	21,49	39,456	37,385	37,556	14,114	23,544	65,461
Вылов на судо-сутки, т	0,672	0,202	0,385	0,205	0,344	0,214	0,485
Год	2018	2019*	2020	2021	2022	2023	2024**
Кол-во компаний	4	3	4	3	2	5	4
Кол-во судов	6	4	5	3	2	5	6
Судо-суток	96	120	48	49	7	40	108
Вылов, т	54,223	22,753	58,891	34,28	11,725	60,77	250,439
Вылов на судо-сутки, т	0,565	0,190	1,227	0,700	1,675	1,519	2,319

\* – на 24.09.2019 г. \*\* – на 20.11.2024 г.

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).

Таблица 3

Динамика ОДУ и официального вылова (тыс. т) краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье за период 2004-2022 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			
ОДУ южнее мыса Золотой	0,403	0,313	0,316	0,286	0,290			
ОДУ севернее мыса Золотой	0,076	0,056	0,054	0,088	0,100			
Суммарный ОДУ в подзоне	0,479	0,369	0,370	0,374	0,390			
Суммарный вылов	0,263	0,334	0,335	0,229	0,274			

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  $48^{\circ}30'$  с.ш. и глубинами 38-100 м (рис. 6).

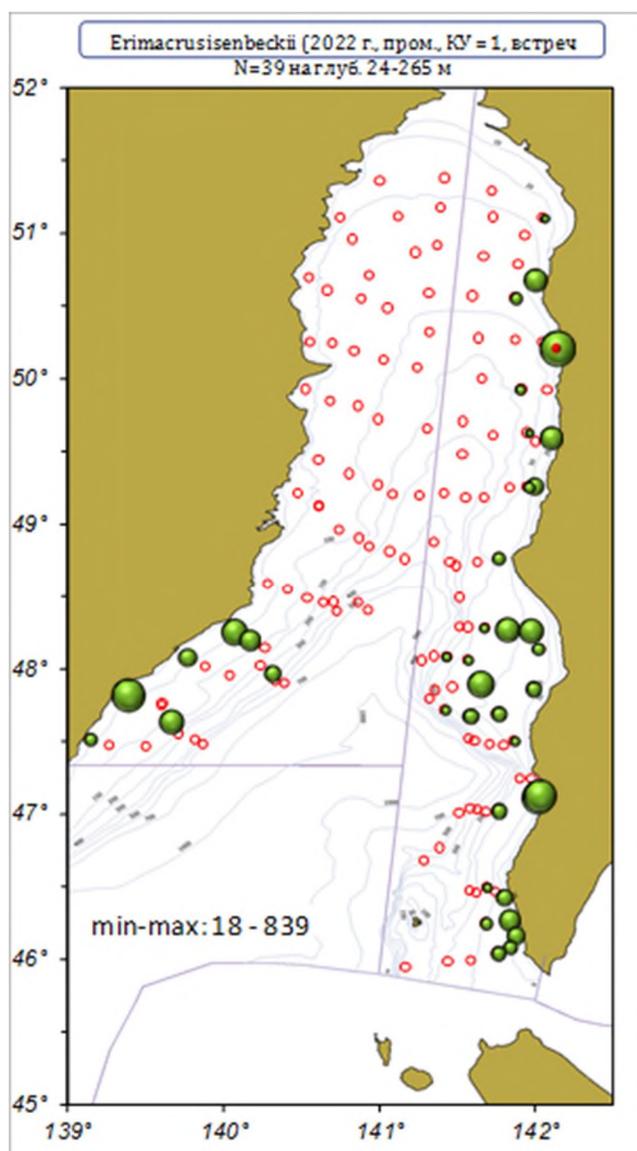


Рис. 6. Распределение промысловых самцов (экз./км<sup>2</sup>) краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье к северу от мыса Золотой ( $47^{\circ}20'$  с.ш.), по данным траловой съемки НИС «Владимир Сафонов» в апреле-мае 2022 г.

Максимальное обилие крабов (5400 экз./км<sup>2</sup>) было отмечено севернее б. Соколовской (Преображение), на глубине 47 м. Отмечено увеличение в 2 раза численности и биомассы промысловых особей волосатого четырехугольного краба – с 0,88 до 1,80 млн. экз. и с 0,71 до 1,4 тыс. т, соответственно (рис. 7). По данным ловушечной съемки 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 залива Петра Великого, и незначительные поселения были отмечены к северу от м. Золотой (рис. 8).

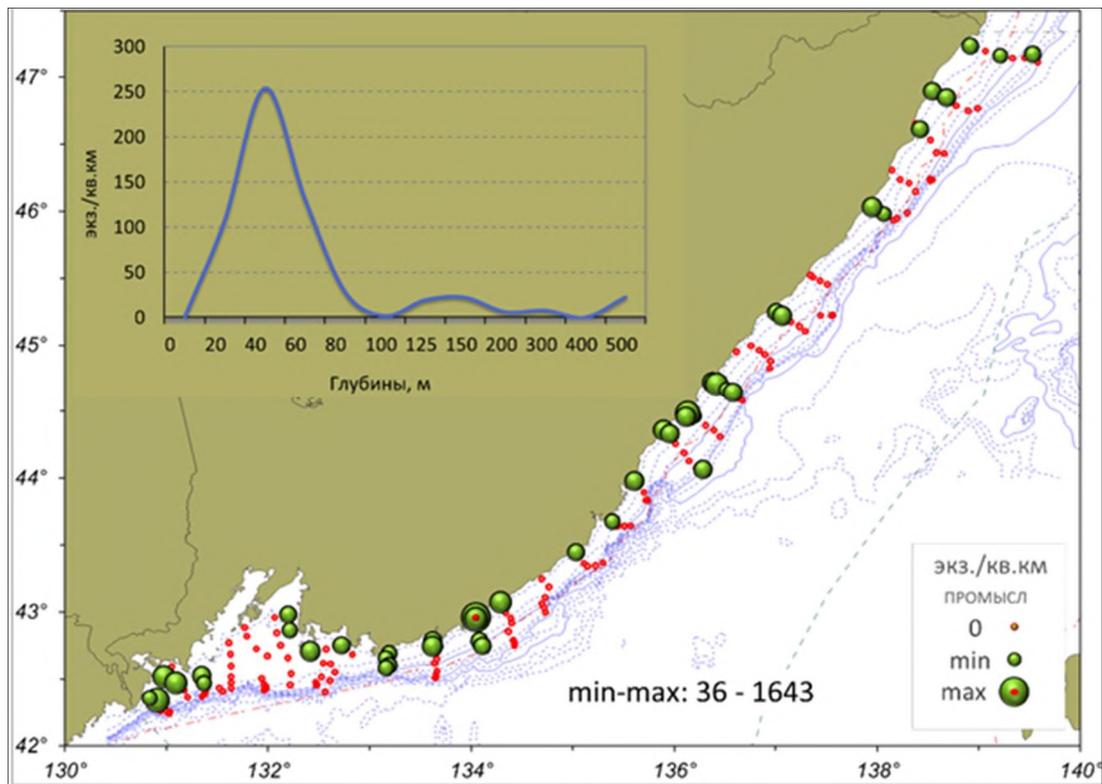


Рис. 7. Распределение промысловых самцов (экз./км<sup>2</sup>) краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье к югу от мыса Золотой (47°20' с.ш.), по данным траловой съемки НИС «Дмитрий Песков» в мае-июне 2022 г.

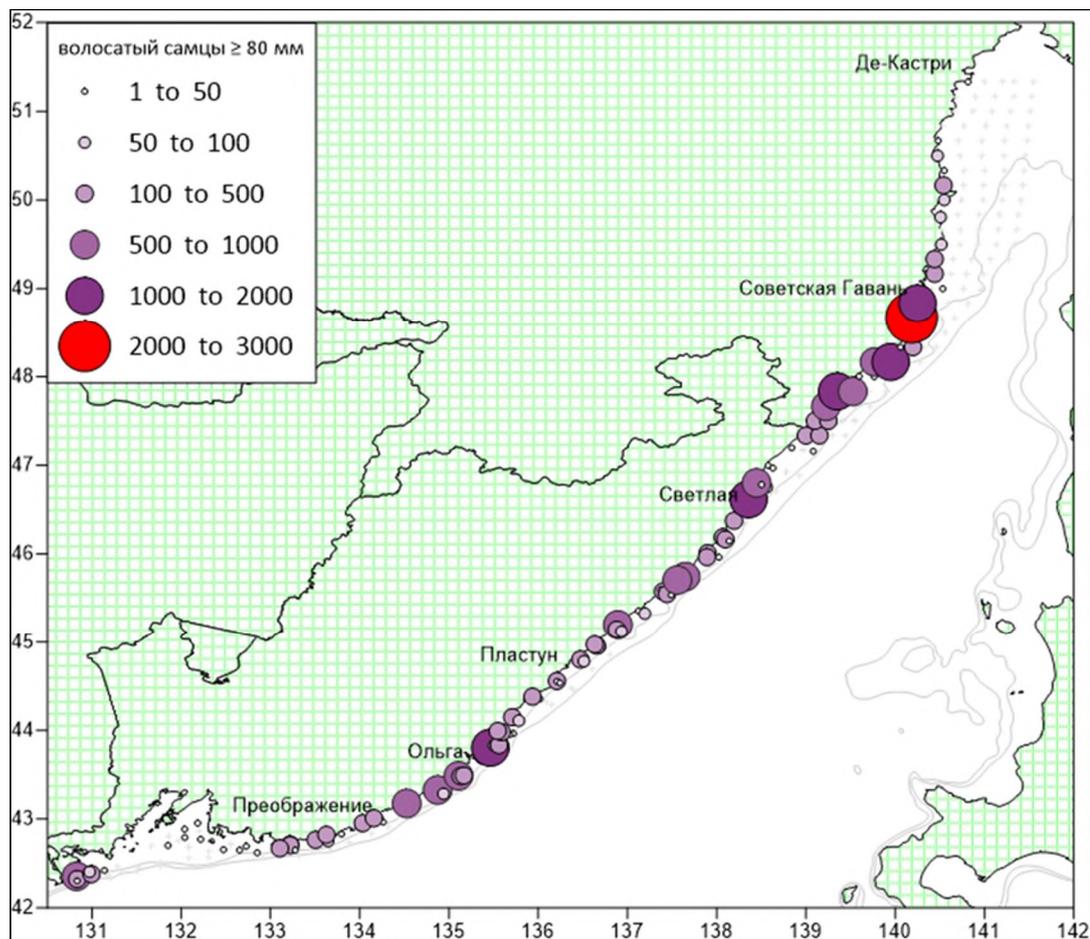


Рис. 8. Распределение (экз./км<sup>2</sup>) промысловых самцов краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье по данным ловушечной съемки в апреле-июне 2022 г.

Краб волосатый четырехугольный показывает стабильное состояние ресурсов в северной части Японского моря. При этом, в северной части подзоны Приморье произошло увеличение численности и биомассы, а в Западно-Сахалинской подзоне – снижение. Основу траловых уловов волосатого четырехугольного краба составляют промысловые самцы с ШК более 80 мм.

Максимальное обилие крабов (5400 экз./км<sup>2</sup>) было отмечено севернее б. Соколовской (Преображение), на глубине 47 м. Площадь скоплений с удельной плотностью более 411 экз./км<sup>2</sup> составила около 1,52 тыс. км<sup>2</sup>. Наибольшее обилие крабов по всей исследованной подзоне отмечено от 20 до 60 м. Максимальные уловы промысловых самцов (1643 экз./км<sup>2</sup>), непромысловых самцов (2817 экз./км<sup>2</sup>) и самок (939 экз./км<sup>2</sup>) были отмечены одним и тем же районом – севернее б. Соколовской (см. *рис. 7*).

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 усилие составляли до 10 экз./лов., плотность промысловых самцов на скоплении достигала 3000 экз./км<sup>2</sup>. 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./км<sup>2</sup>. Относительно небольшие скопления наблюдались в юго-западной части зал. Петра Великого, на глубинах 25-40 м. Максимальная плотность поселений там составила 500 экз./км<sup>2</sup> (см. *рис. 8*).

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./км<sup>2</sup> (максимум – 800 экз./км<sup>2</sup>), в центральном и восточном районах (м. Поворотный и о. Русский) она была значительно ниже – 40 экз./км<sup>2</sup> (*рис. 9*).

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./км<sup>2</sup>. Уловы промысловых самцов на коническую ловушку составляли до 3 экз./лов. (*рис. 9*). Менее 7% составили непромысловые самцы и самки.

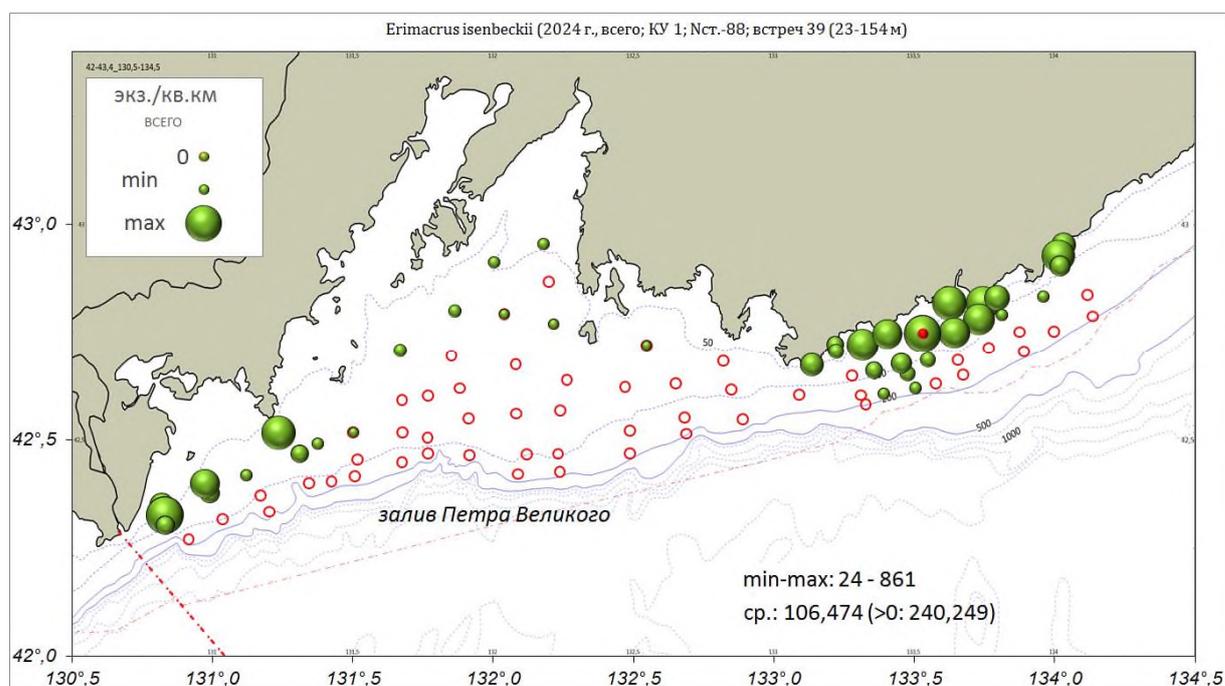


Рис. 9. Распределение промысловых самцов (экз./км<sup>2</sup>) краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье по данным ловушечной съемки НИС «Зодиак» в декабре 2024 г.

Краб волосатый четырехугольный, встречаясь в уловах в узком диапазоне глубин – от 15 до 50 м, наиболее плотные скопления образовывал на изобатах 15-40 м, где средние уловы промысловых, непромысловых самцов и самок достигали максимума к югу от мыса Золотого – до 455,15 и 5 экз./км<sup>2</sup> и к северу от мыса Золотого – до 1180,13 и 13 экз./км<sup>2</sup>, соответственно. Большая часть улова приходилась на промысловых самцов (93-99%). Отмечено, что непромысловые самцы и самки волосатого краба группировались совместно, придерживаясь одних районов и глубин. В свою очередь, промысловые особи, в большинстве, держались обособленно.

В результате анализа размерного состава, как из траловых (рис. 10-11), так и из ловушечных (рис. 12-14) 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. 10-11).

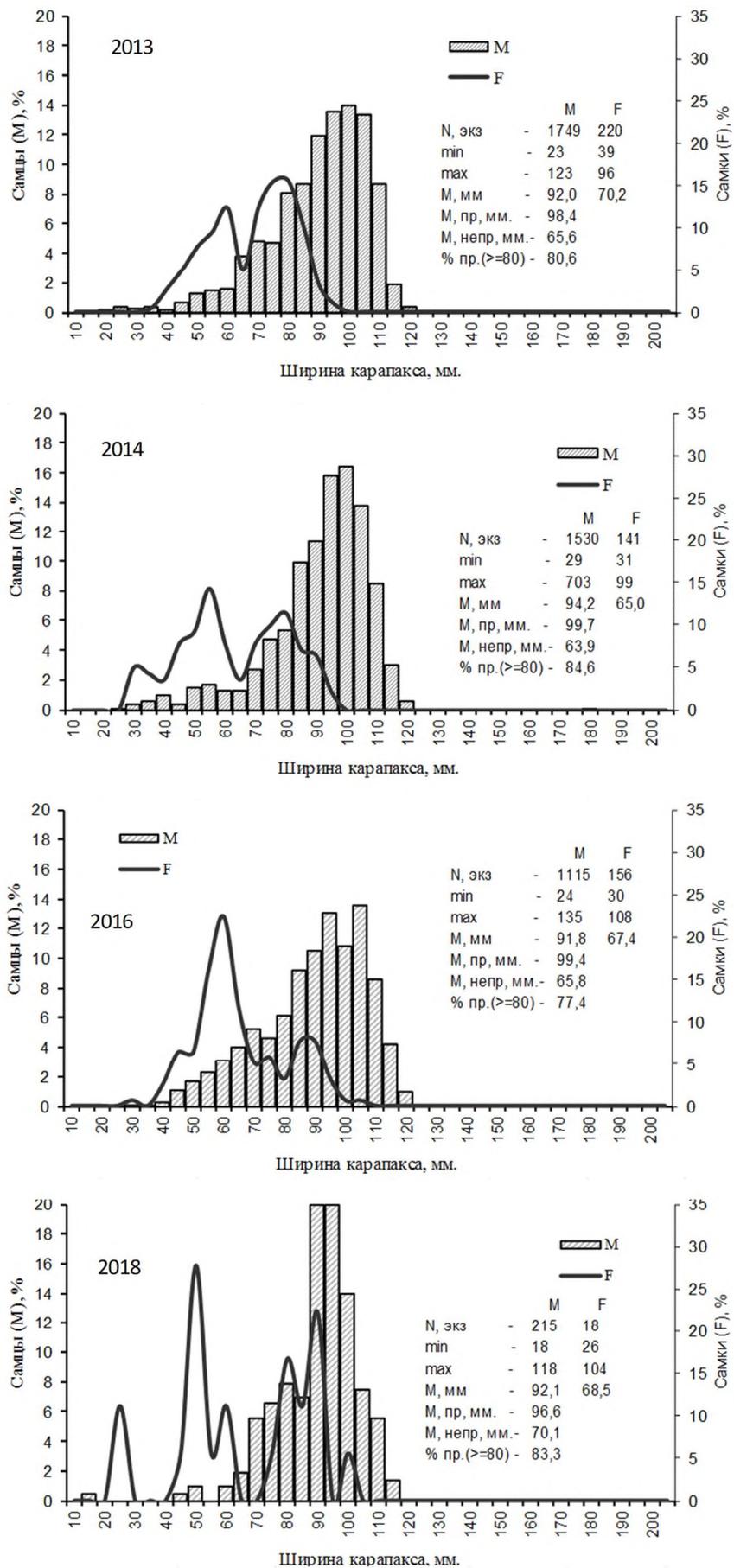


Рис. 10. Размерный состав краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье, по материалам траловых сборов в 2013-2018 гг. (M – самцы, F – самки).

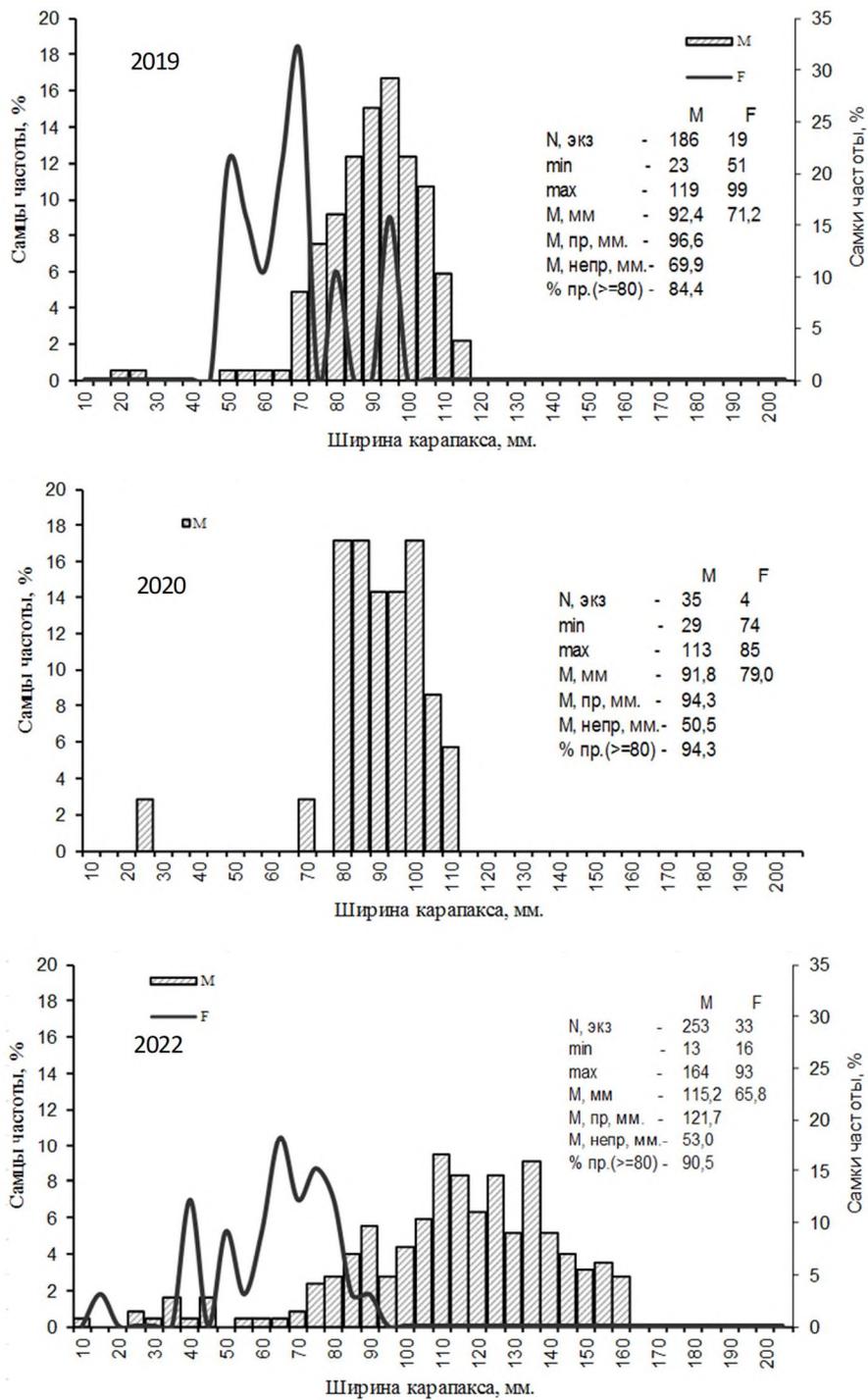


Рис. 11. Размерный состав краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье, по материалам траловых сборов в 2019-2022 гг. (M – самцы, F – самки).

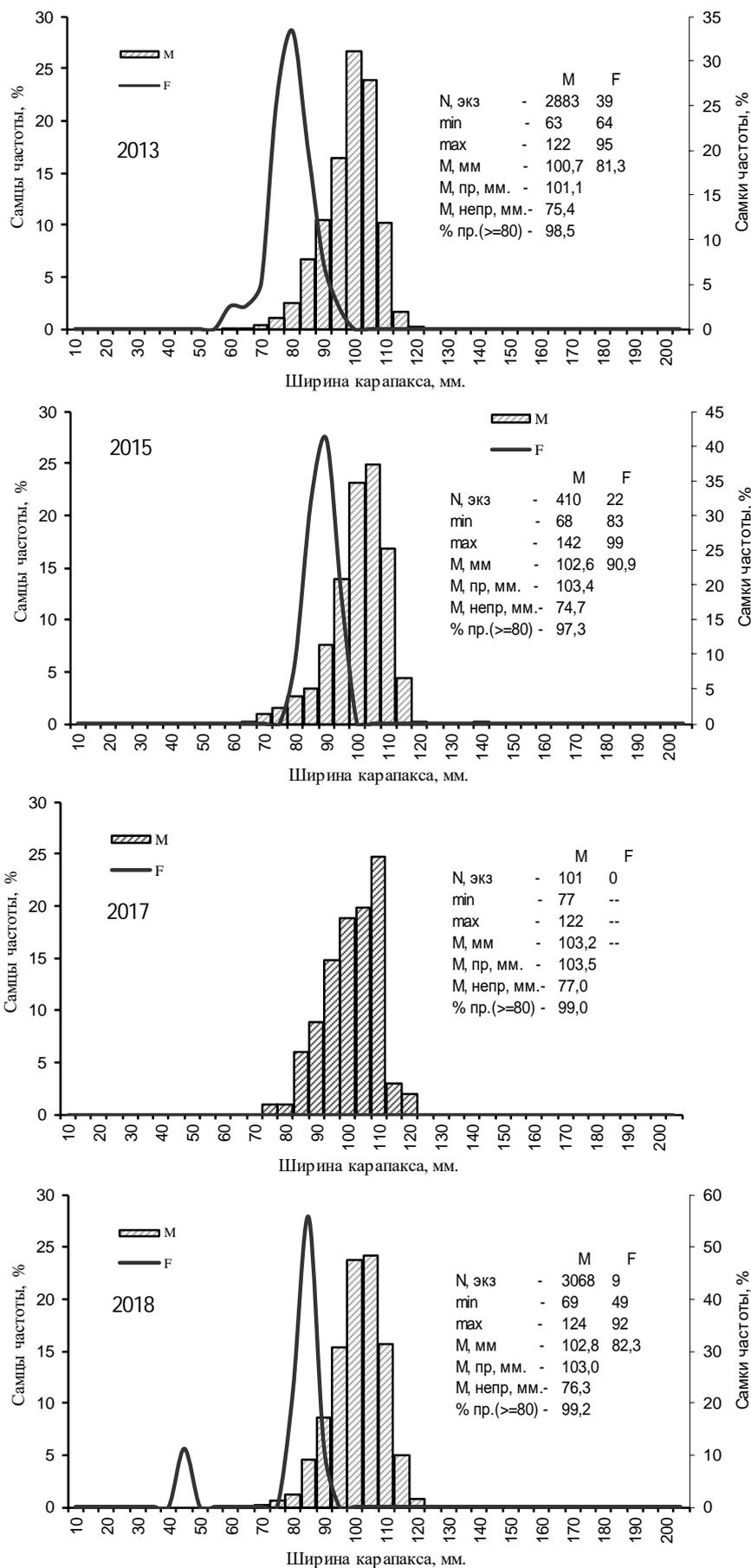


Рис. 12. Размерный состав краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье, по материалам ловушечных сборов 2013-2015, 2017-2018 гг. (M – самцы, F – самки).

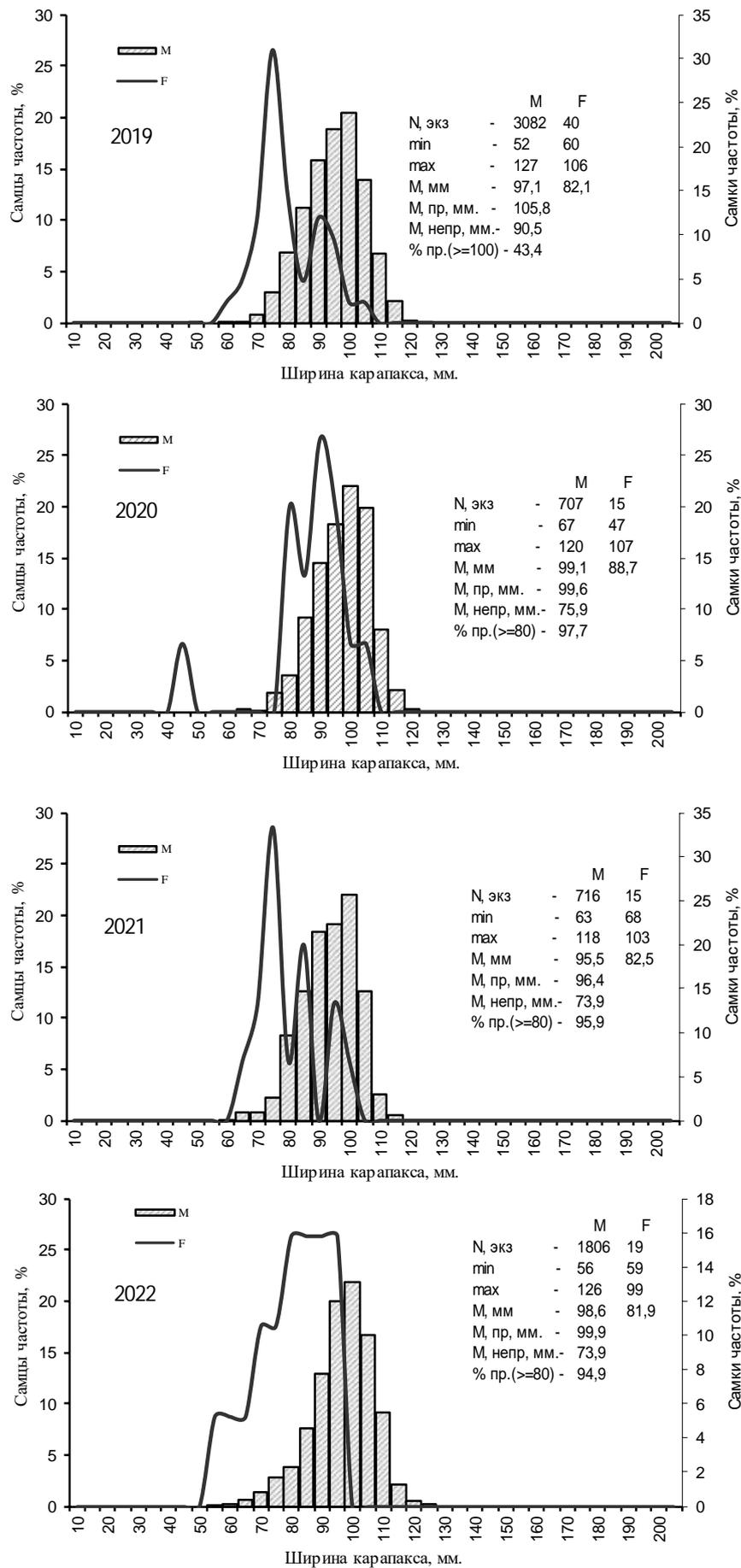


Рис. 13. Размерный состав краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье, по материалам ловушечных сборов в 2019-2022 гг. (M – самцы, F – самки).

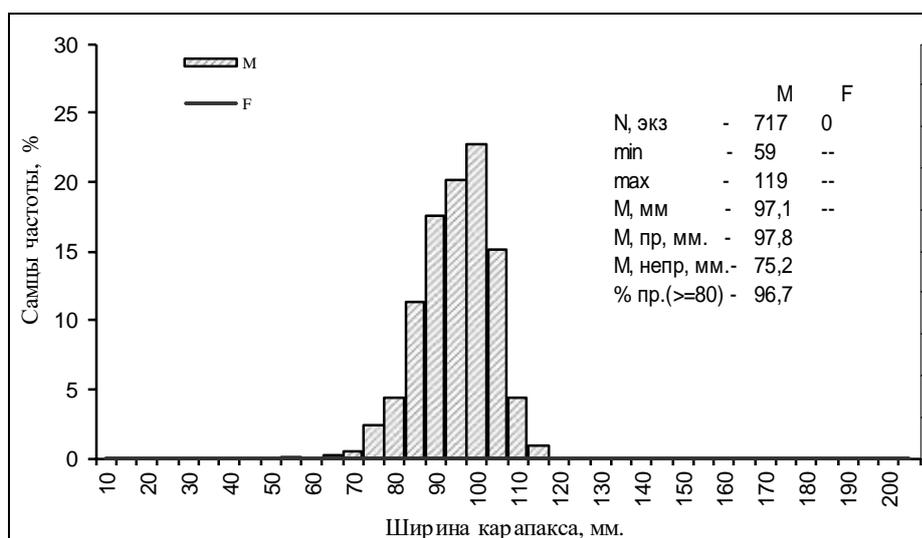


Рис. 14. Размерный состав краба волосатого четырехугольного на участке от мыса Поворотного до мыса Туманного в зимний период 2024 г.

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 заливе 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 (см. *рис. 12-14*).

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 (см. *рис. 10-14*).

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.

Биологическое состояние животных в весенний период указывало, что около 62% обследованных самцов волосатого краба имели панцирь 3-ей межлиночной стадии. Доля крабов, находившихся в предлиночном состоянии, составляла 14%. Вместе с этим, встречались и недавно отлинявшие особи – 24%, т.е. линька в этот период еще продолжалась.

У самок в целом преобладали крабы 3 ранней (19%) и 3 (81%) линочных стадий. Самки с выпущенными личинками (ЛВ) составляли 69%, особи с внутренним оплодотворением (виден секрет скорлуповой железы) составляли 27%, что свидетельствовало о продолжающем нересте и откладке икры в апреле-мае. Остальная часть самок была представлена ювенильными особями (юв), их доля достигала 4%.

Наблюдаемая в период действующего с 2002 г. запрета промысла устойчивая тенденция естественного восстановления промысловой численности четырехугольного волосатого краба, 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. В целом, состояние популяции краба волосатого четырехугольного в этом районе можно оценить как удовлетворительное.

Оценка текущей величины запаса. Оценка запаса в 2024 г., полученная по результатам моделирования, в районе южнее 47°20' с.ш., находится в 95% доверительном интервале 0,3-6,08 тыс. т (0,33-6,69 млн экз.), в среднем – 3,19 тыс. т (3,51 млн экз.). Оценка ожидаемой в 2026 г. величины запаса находится в 95% доверительном интервале 0-7,08 тыс. т (0-7,79 млн экз.), в среднем – 3,46 тыс. т (3,81 млн экз.) (рис. 15).

Оценка запаса в 2024 г., полученная по результатам моделирования, в районе севернее 47°20' с.ш., находится в 95% доверительном интервале 1,17-2,17 тыс. т (1,29-2,39 млн экз.), в среднем – 1,67 тыс. т (1,84 млн экз.). Оценка ожидаемой в 2026 г. величины запаса находится в 95% доверительном интервале 0,63-2,04 тыс. т (0,69-2,25 млн экз.), в среднем – 1,33 тыс. т (1,47 млн экз.) (рис. 16).

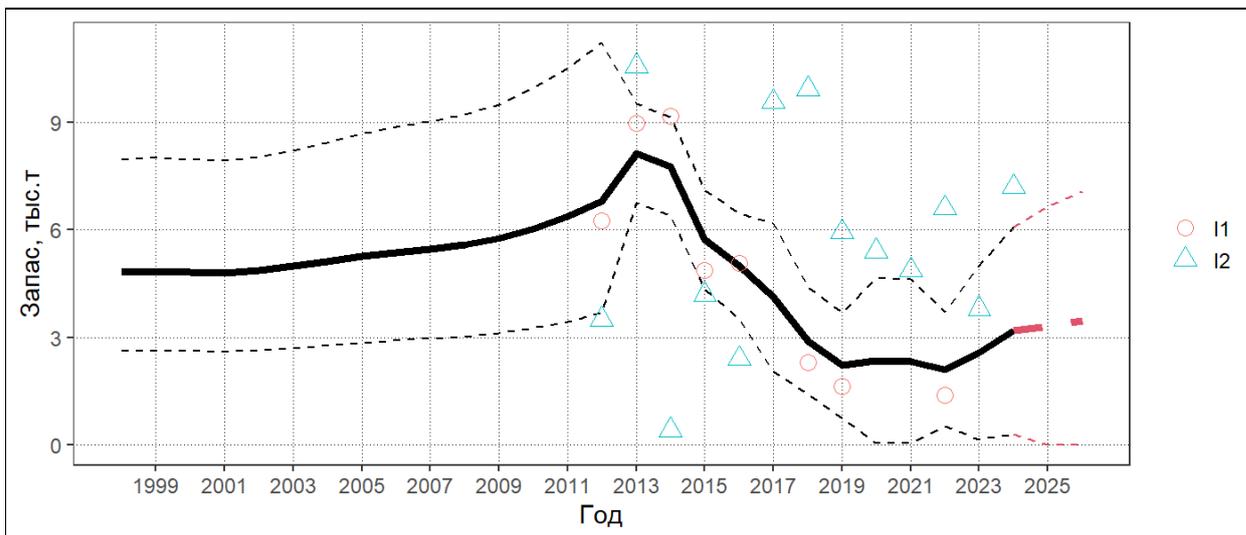


Рис. 15. Динамика промысловой биомассы в районе южнее  $47^{\circ}20'$  с.ш. I1 – оценки запаса, I2 – интенсивность промысла.

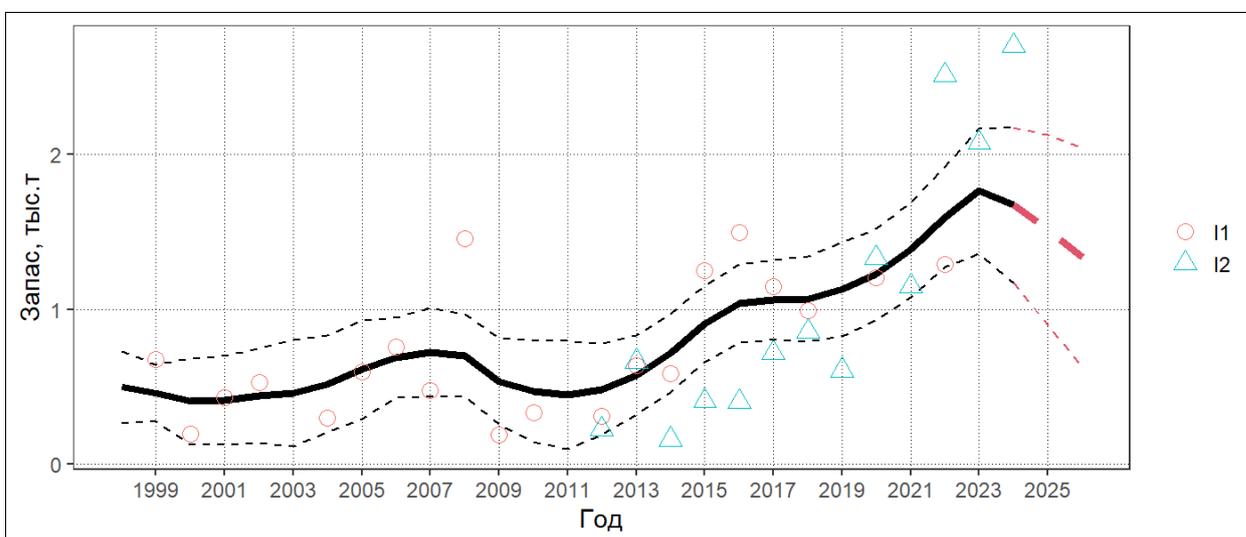


Рис. 16. Динамика промысловой биомассы в районе севернее  $47^{\circ}20'$  с.ш. I1 – оценки запаса, I2 – интенсивность промысла.

**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 ориентир 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 4*.

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. При использовании ориентиров можно утверждать, что запас, пройдя этап роста, стабилизировался, дойдя до исторического максимума, даже не смотря на падение численности в последние годы. Поскольку прогнозируемая биомасса запаса находится выше целевого ориентира, можно заключить, что запас находится в стабильном состоянии (рис. 17А).

Рост запаса в последние годы во многом связан с увеличением обследованной площади, с преобладанием крупноразмерных особей и максимальной долей самцов промыслового размера (рис. 17Б, Г). Плотность, при этом, также увеличивалась вплоть до 2014 г. (рис. 17В), но в последние годы она снизилась в разы – до 340 экз./км<sup>2</sup>.

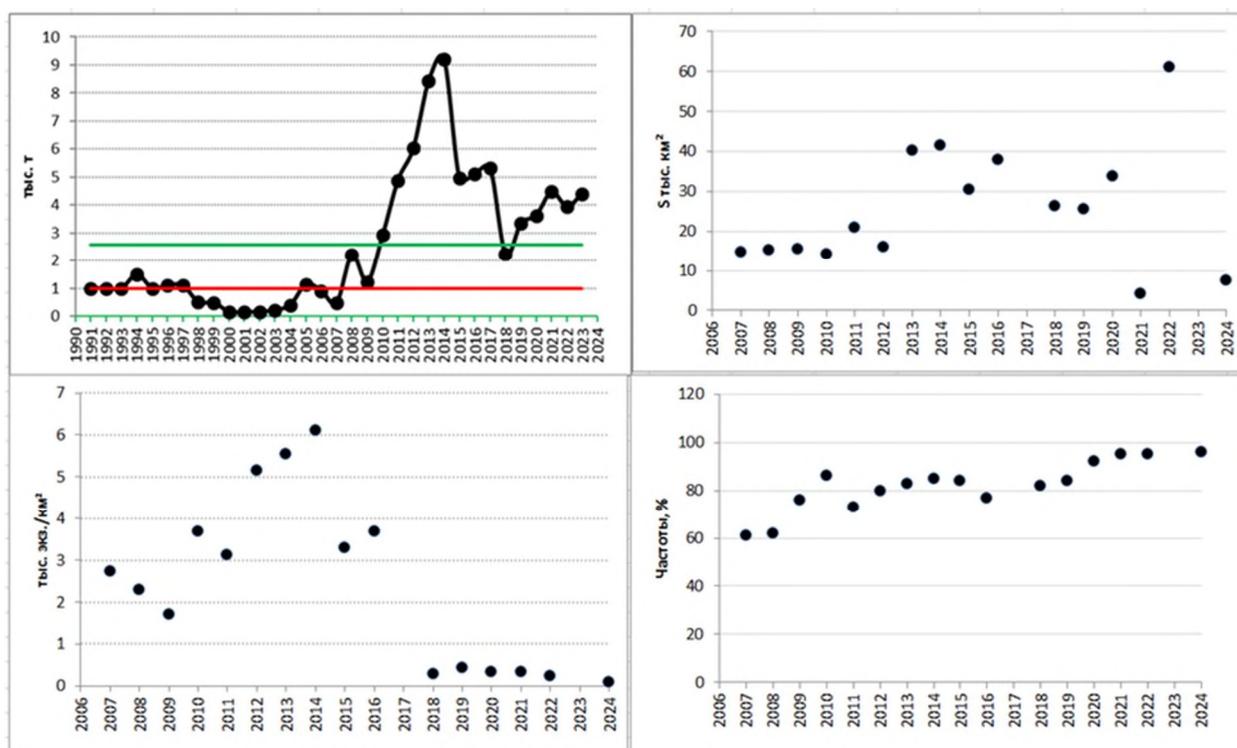


Рис. 17. Динамика численности краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье. А – численность промысловых самцов; горизонтальные линии – ориентиры управления; линия тренда построена для значений, по которым определяли среднегодовой прирост; Б – обследованная площадь; В – средняя промысловая плотность; Г – доли самцов промыслового размера.

#### Индикаторы состояния запаса:

1. Численность промыслового запаса – в 2013-2014 гг. максимально высокая, в 2015 г. – резкое снижение, в 2016 г. – наблюдается некоторый подъем, в 2017 г. съемка не состоялась, в 2018 г. – резкое снижение, в 2019 г.

– наблюдается некоторый подъем, оценка нейтральная; в 2020 г. – на уровне 2015 г., для северной группировки отмечаем некоторое увеличение, в 2021 г. – снижение, в связи сокращением сетки ловушечных станций, что предопределило уменьшение обследованной площади, в сравнении с предыдущими годами, оценка отрицательная, в 2022 г. – снижение, для северной группировки отмечается некоторое увеличение, оценка нейтральная, в 2023 г. съемка не состоялась, оценка отрицательная, в 2024 г. – в связи сокращением сетки ловушечных станций, уменьшение обследованной площади, в сравнении с предыдущими годами, оценка отрицательная;

2. Ежегодное пополнение – увеличение до 2017 г., повышение расчетное в 2018 и 2019 гг., в 2020 г. – падение численности; в 2021 г. – повышение расчетное, оценка нейтральная; в 2022 г. – повышение расчетное, оценка нейтральная; в 2023 г. – повышение расчетное, оценка нейтральная; в 2024 г. – некоторое снижение, оценка отрицательная, в 2025 г. – повышение расчетное, оценка нейтральная; в 2026 г. – повышение расчетное, оценка нейтральная.

3. Соотношение самки/самцы – данных недостаточно, оценка нейтральная;

4. Средний размер промысловых самцов – стабильный, оценка положительная;

5. Доля промысловых самцов – стабильная, оценка положительная;

6. Доля яловых самок в популяции – практически отсутствует, оценка положительная;

7. Признаки превышения оптимальной численности – нет.

Общая оценка: из 6 индикаторов: 3 оценки положительные, 2 – нейтральные, 1 – отрицательная. Сопоставление всех этих данных указывает, что в южной части подзоны Приморье запас, после бурного роста в 2008-2014 гг., стабилизировался выше исторического максимума. Ежегодно отмечаемая стабильность состояния запаса свидетельствует о том, что количество пререкрутов достаточно для восполнения естественной и промысловой убыли. Но поскольку произошло падение численности в 2018 г., количество пререкрутов должно быть больше, чем рекрутов (80-89 мм). Из этого следует, что численность маломерных крабов находится на достаточно низком уровне или, при этом, стандартными орудиями лова (ловушки, трал) не облавливаются.

В связи с падением промысловой численности краба волосатого четырехугольного, существенных увеличений в величине запаса в пределах обследованных акваторий не предвидится.

Цель и план эксплуатации. С учетом средней численности и недостатка информационного обеспечения, связанного с недавним открытием промысла, цель эксплуатации на данном этапе должна заключаться в поддержании постоянного вылова на уровне, когда промысел можно считать безопасным. Изменение ОДУ после ввода в промысел допустимо только в пределах уровней, установленных для стабильного запаса.

Предельные уровни изменения ОДУ. Для установления границ изменения ОДУ, при стабильном запасе, можно использовать данные 2010-2024 гг., располагающиеся выше целевого ориентира. Среднее значение составляет 5,041 тыс. т, ширина 95% доверительного интервала – 1,531 тыс. т или 30% 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. По результатам предшествующих исследований, промысловый запас краба волосатого четырехугольного в 2010 г. был оценен в 3007 т (3789 тыс. экз.), в 2011 г. – 4800 т (5747 тыс. экз.), в 2012 г. – 6280 т (6542 тыс. экз.), в 2013 г. – 9029 т (9706 тыс. экз.), в 2014 г. – 9207 т (10744 тыс. экз.), в 2015 г. – 4963 т (5640 тыс. экз.), в 2016 г. – 5103 т (5866 тыс. экз.), в 2017 г. – на уровне 2016 г., в 2018 г. – 2299 т (2574 тыс. экз.), в 2019 г. – 3340 т (3906 тыс. экз.), в 2020 г. – 3976 т, в 2021 г. – 4470 т, в 2022 г. – 3950 т, в 2023 г. – 4,260 тыс. т (4680 тыс. экз.).

Оценка запаса в 2024 г., полученная по результатам моделирования, в районе южнее 47°20' с.ш., находится в 95% доверительном интервале 0,3-6,08 тыс. т (0,33-6,69 млн экз.), в среднем – 3,19 тыс. т (3,51 млн экз.). Оценка ожидаемой в 2026 г. величины запаса находится в 95% доверительном интервале 0-7,08 тыс. т (0-7,79 млн экз.), в среднем – 3,46 тыс. т (3,81 млн экз.) (рис. 18).

Оценка запаса в 2024 г., полученная по результатам моделирования, в районе севернее 47°20' с.ш., находится в 95% доверительном интервале 1,17-2,17 тыс. т (1,29-2,39 млн экз.), в среднем – 1,67 тыс. т (1,84 млн экз.). Оценка ожидаемой в 2026 г. величины запаса находится в 95% доверительном интервале 0,63-2,04 тыс. т (0,69-2,25 млн экз.), в среднем – 1,33 тыс. т (1,47 млн экз.) (рис. 19).

Обоснование объема ОДУ. Согласно построенного ПРП, оптимальная доля изъятия краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье, в районе южнее 47°20' с.ш., составит 10%, в 2026 г. здесь может быть рекомендовано к изъятию 0,346 тыс. т (0,381 млн экз.).

Оптимальная доля изъятия в подзоне Приморье, в районе севернее 47°20' с.ш., составит 10%, в 2026 г. здесь может быть рекомендовано к изъятию 0,133 тыс. т (0,147 млн экз.).

Всего к изъятию в подзоне Приморье в 2026 г. можно рекомендовать 0,479 тыс. т (0,528 млн экз.) краба волосатого четырехугольного.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье на 2026 г. в объеме 0,479 тыс. т.**

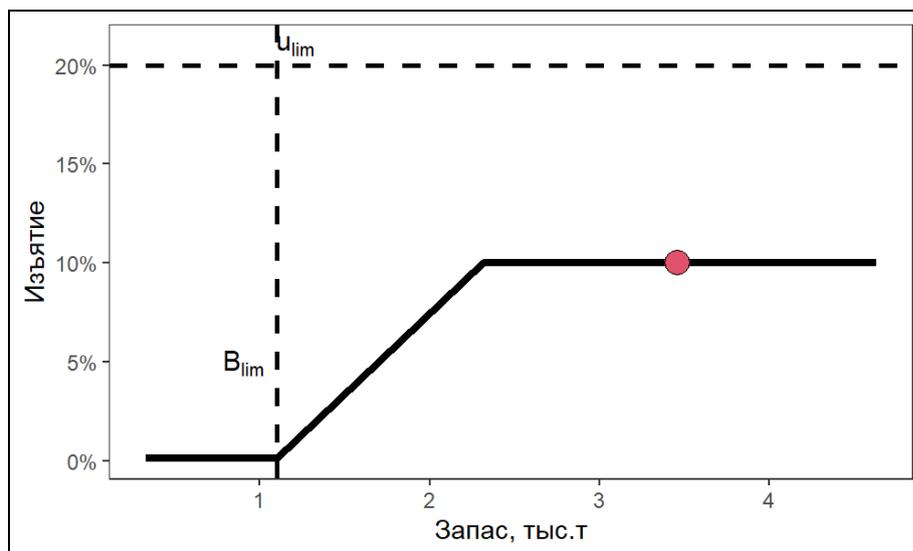


Рис. 18. Графическое представление ПРП в районе южнее  $47^{\circ}20'$  с.ш.

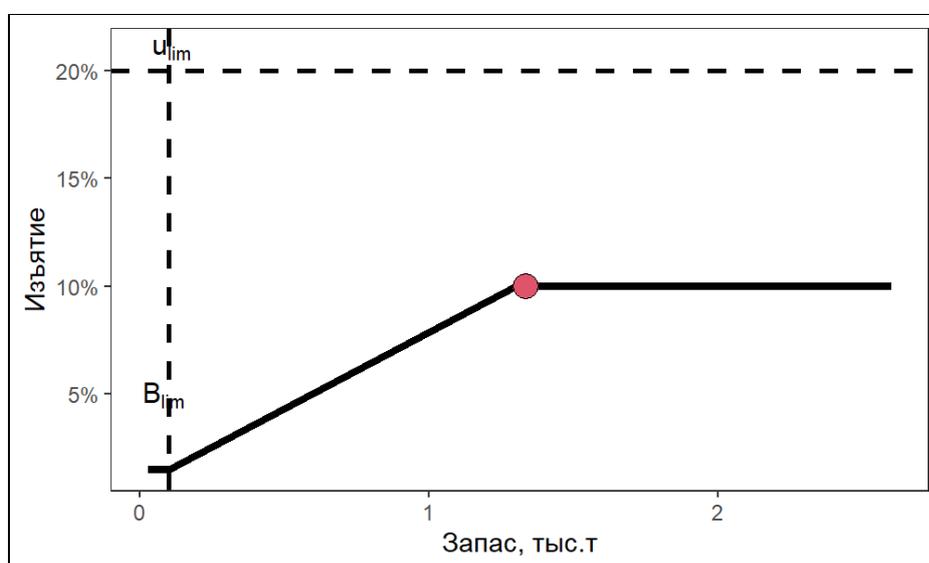


Рис. 19. Графическое представление ПРП в районе севернее  $47^{\circ}20'$  с.ш.

Анализ и диагностика полученных результатов. Оценка запаса в районе южнее  $47^{\circ}20'$  с.ш. демонстрирует значительную неопределенность. Тем не менее, риск пересечения граничного ориентира невелик, его вероятность оценивается величиной 2,37% (рис. 20). Вероятность пересечения граничного ориентира в районе севернее  $47^{\circ}20'$  с.ш. отсутствует (рис. 21).

В целом, состояние системы запас-промысел в районе южнее  $47^{\circ}20'$  с.ш. можно считать благоприятным. Благоприятное состояние в 2024 г. было связано с тем, что, вместо рекомендованных 0,290 тыс. т, было добыто 0,041 тыс. т краба (рис. 22).

В районе севернее  $47^{\circ}20'$  с.ш. в 2024 г. наблюдалось превышение граничного ориентира по промысловой смертности. Это связано с тем, что, вместо рекомендованных для данного района 0,100 тыс. т, было изъято 0,284 тыс. т, что может отразиться на состоянии запаса в 2026 г. (рис. 23).

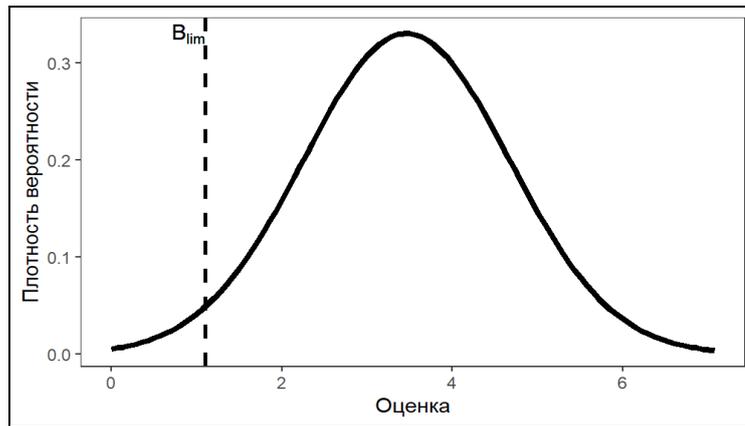


Рис. 20. Распределение вероятности для ожидаемой биомассы запаса в 2026 г. в районе южнее 47°20' с.ш.

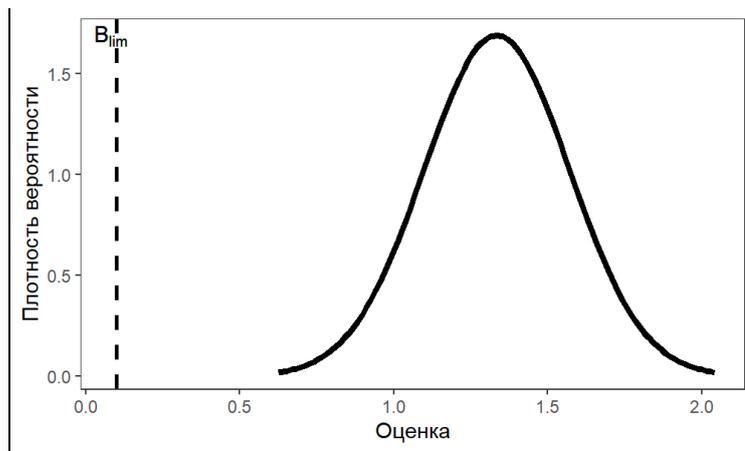


Рис. 21. Распределение вероятности для ожидаемой биомассы запаса в 2026 г. в районе южнее 47°20' с.ш.

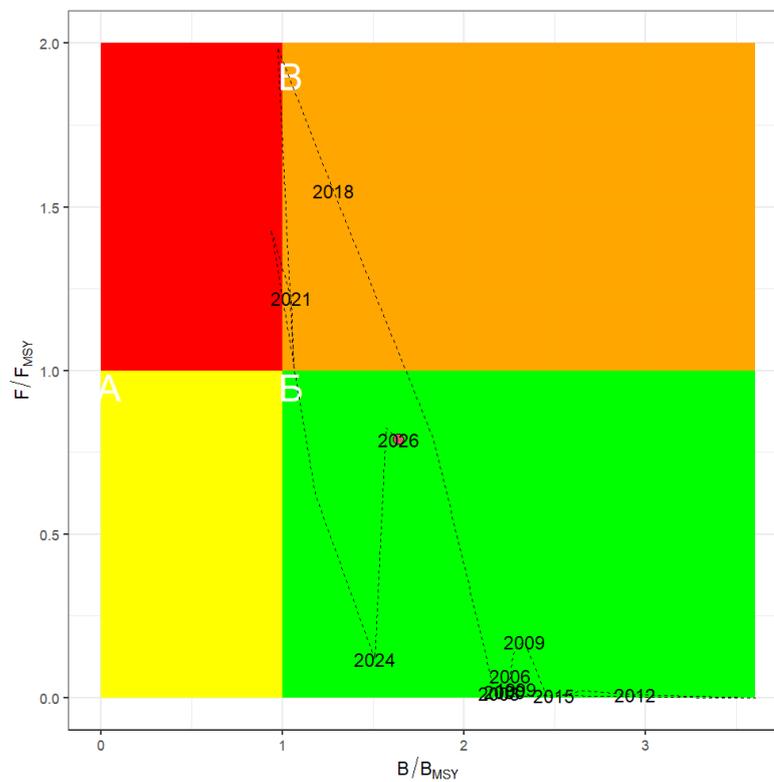


Рис. 22. Диаграмма Кобе для района южнее 47°20' с.ш.

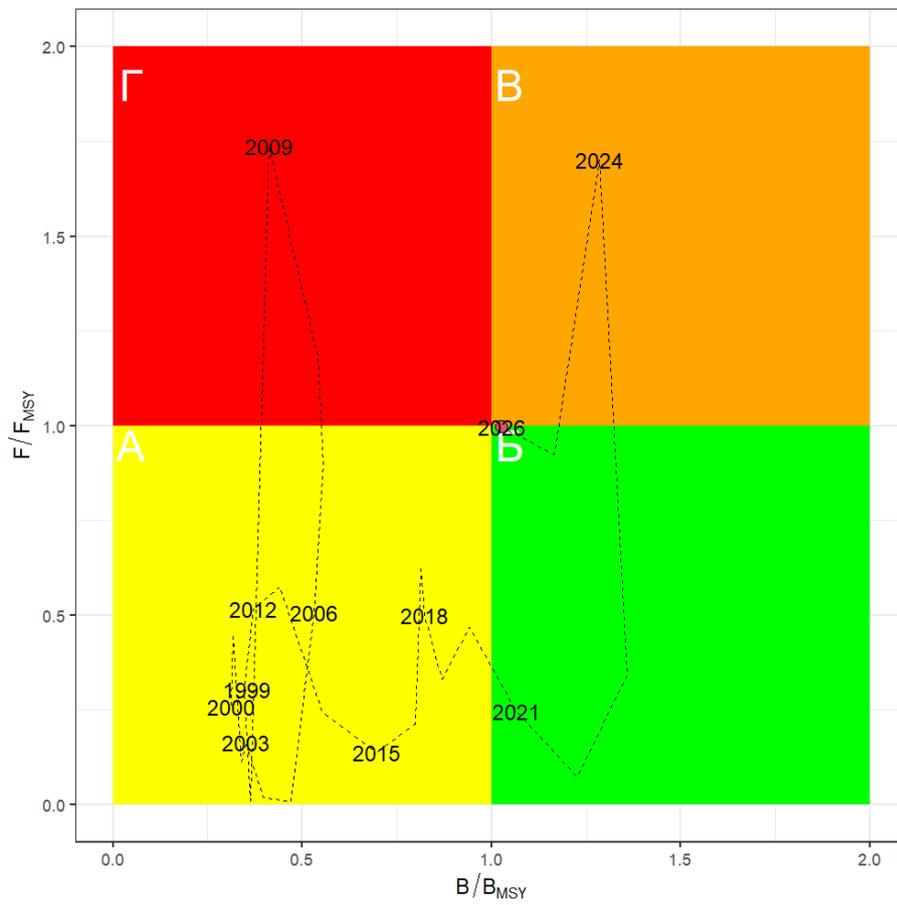


Рис. 23. Диаграмма Кобе для района севернее 47°20' с.ш.

## 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 2026 г. были использованы материалы траловых учетных съемок, выполненных в 1991, 1993, 1995, 2000, 2007-2009, 2015, 2018, 2020, 2022 и 2024 гг. на НПС «Одиссей», «Гидронавт», «Вера Белик», «Дм. Песков», «Бухоро» и «Вл. 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 (рис. 1).

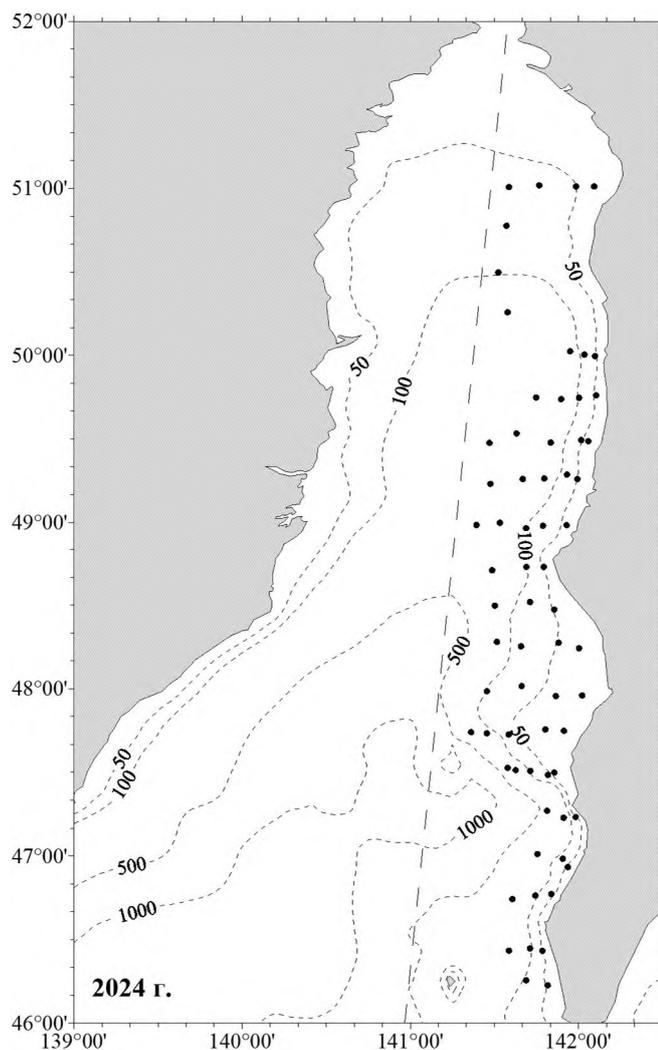


Рис. 1. Карта-схема учетных тралений, выполненных на НИС «Владимир Сафонов» у западного Сахалина в 2024 г.

Информация о величине промышленного освоения данной единицы запаса 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 [Аксютин, 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%), 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
ОДУ, тыс. т	80	80	80	100	100
Вылов/сут., т	1,1	1,7	1,3	1,6	1,2
Общий вылов	61,5	78,6	78,1	99	16,3
Освоение ОДУ, %	76,9	98,3	97,6	99,0	16,3

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*).

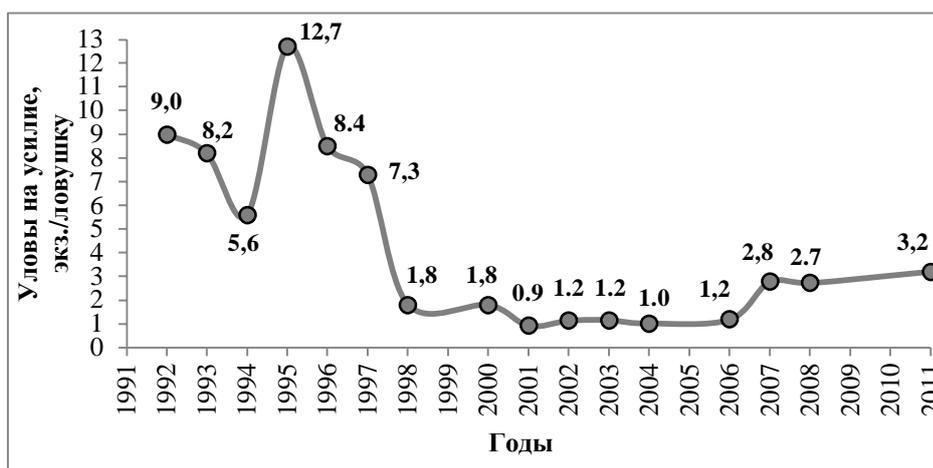


Рис. 2. Динамика уловов на усилие промысловых самцов краба волосатого четырехугольного у западного побережья о. Сахалин, по данным наблюдений на промысле и контрольного лова.

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. шт. 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. шт.	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

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 (см. *табл. 2*). Отмечалось несколько участков с максимальными скоплениями промысловых самцов (*рис. 4*).

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. 5*). Непромысловые самцы в траловых уловах не встречались. Данная съемка показала, что численность промысловых самцов на шельфе западного Сахалина в 2024 г. составляет 1845 тыс. шт., биомасса – 1587 т.

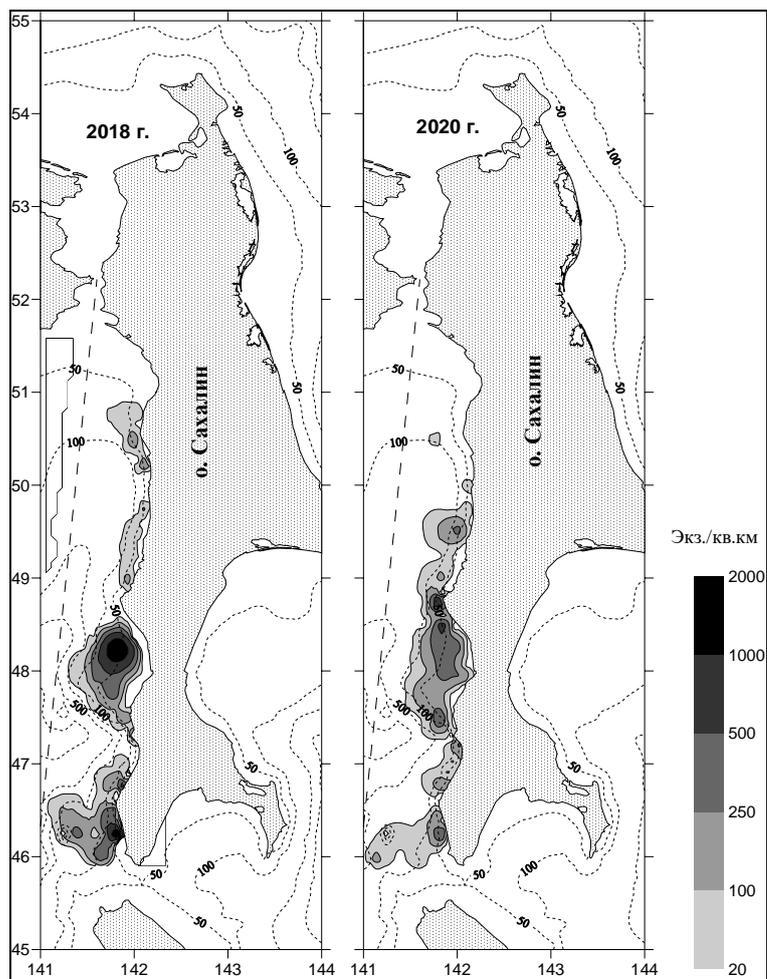


Рис. 3. Пространственное распределение промысловых самцов краба волосатого четырехугольного у западного Сахалина, по данным траловых съемок 2018 и 2020 гг.

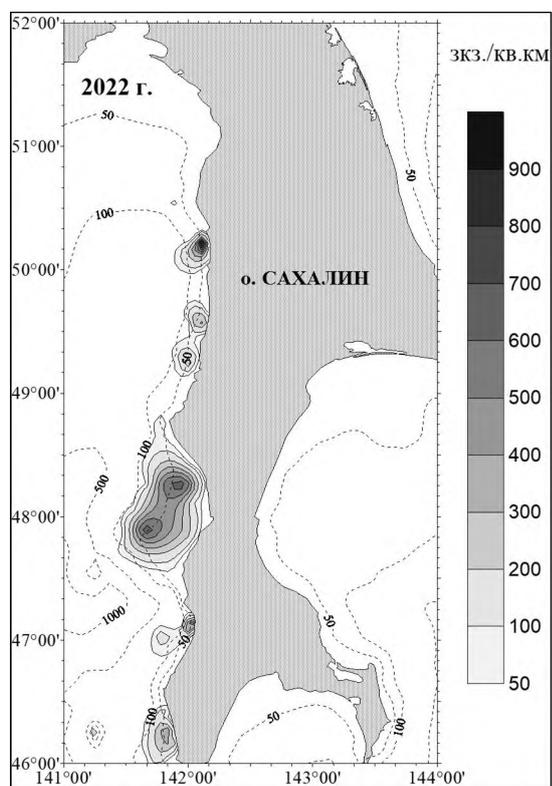


Рис. 4. Пространственное распределение промысловых самцов краба волосатого четырехугольного у западного Сахалина в 2022 г., по данным траловой учетной съемки.

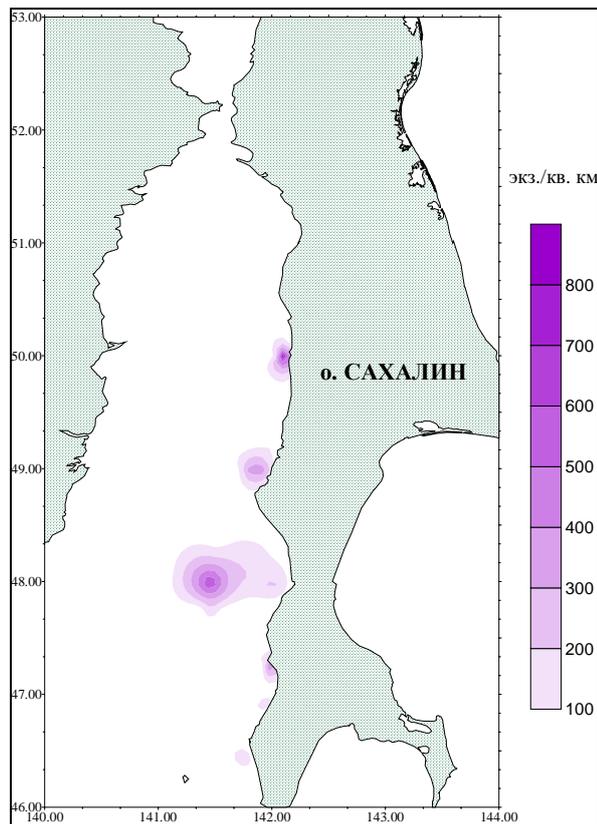


Рис. 5. Пространственное распределение промысловых самцов краба волосатого четырехугольного у западного Сахалина в 2024 г., по данным траловой учетной съемки.

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 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. 6). Средняя масса тела промысловых самцов краба – 0,7 кг.

В 2022 г. в уловах отмечались самцы четырехугольного волосатого краба 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 массы – 859,4 г.

В 2024 г. на шельфе 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.

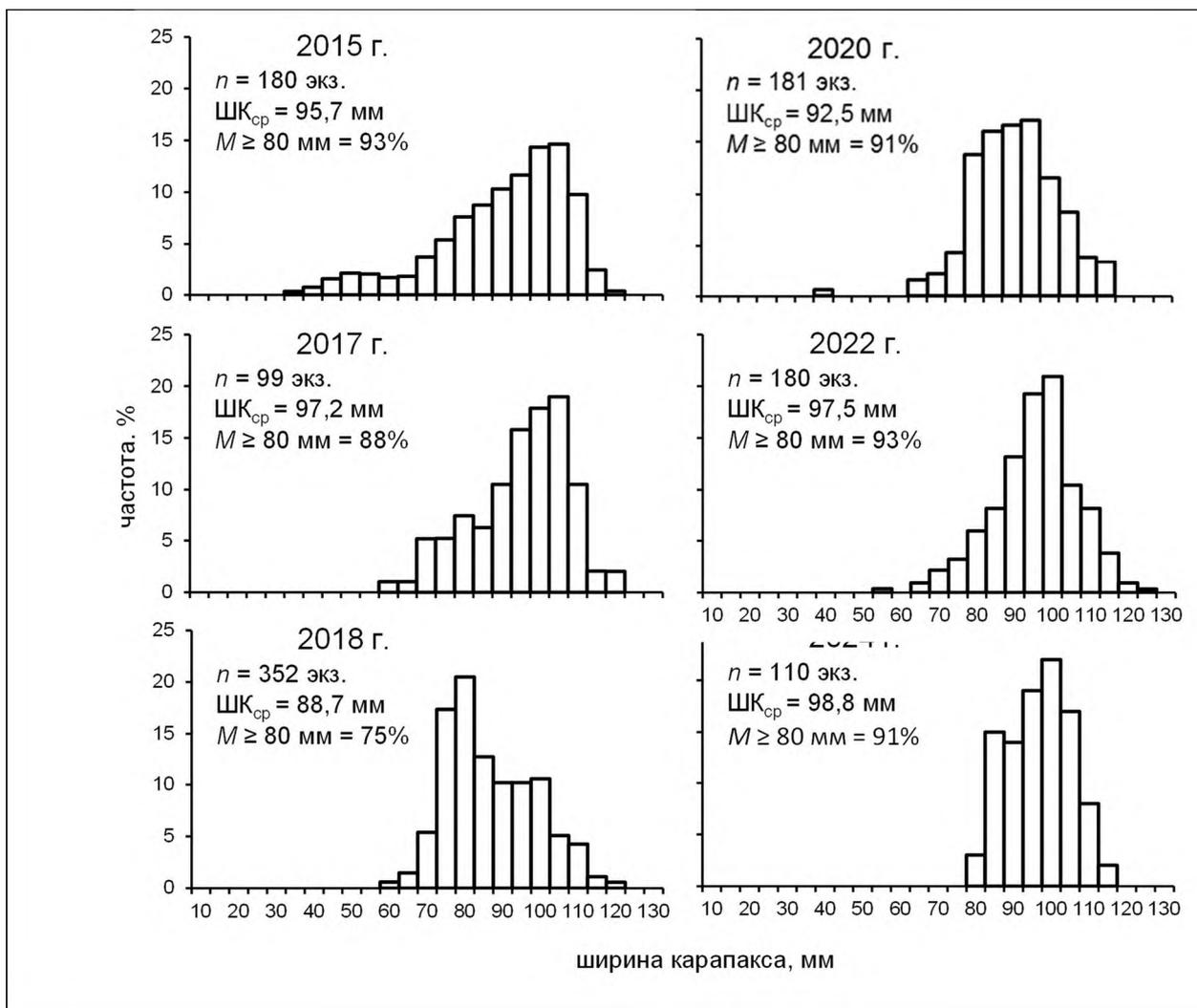


Рис. 6. Размерный состав уловов самцов краба волосатого четырехугольного в траловых уловах у западного побережья о. Сахалин в 2015-2020 гг. Обозначения легенды:  $n$  – объем выборки,  $ШК_{ср}$  – средняя ширина карапакса,  $M \geq 80$  мм – промысловые самцы.

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. 7) 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,  $B_t > B_{tr}$ :  $u_{rec} = const = u_{tr}$ .

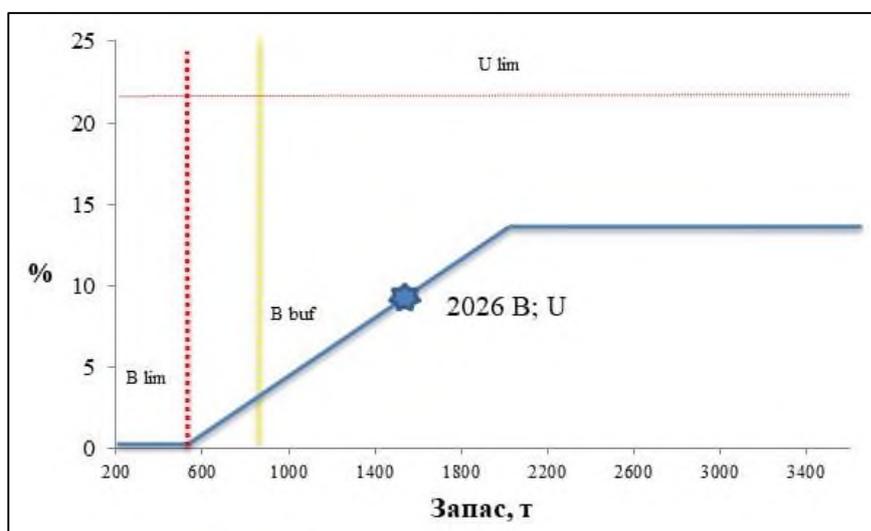


Рис. 7. Графическое представление ПРП для краба волосатого четырехугольного в Западно-Сахалинской подзоне в 2025 г.

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. шт. 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. составляет 1845 тыс. шт., биомасса – 1587 тыс. т.

Учитывая положительную динамику в состоянии запаса можно считать, что уровень биомассы четырехугольного волосатого краба в 2026 г. окажется не ниже уровня прошлых лет и составит 1587 т, то есть, останется на уровне 2024 г.

Обоснование объема ОДУ. Поскольку прогнозная величина запаса в 2026 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 коэффициент эксплуатации составит 9%. При таком подходе, возможное изъятие краба волосатого четырехугольного в Западно-Сахалинской подзоне в 2026 г. может составить 0,143 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба волосатого четырехугольного в Западно-Сахалинской подзоне на 2026 г. в объеме 0,143 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. 2000. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ): Анализ и рекомендации по применению // М. Изд-во ВНИРО. – 192 с.

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.

Базара М., Шетти К. 1982. Нелинейное программирование. Теория и алгоритмы. М.: Мир. 583 с.

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

Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. 2006. Новая географическая информационная система "КАРТМАСТЕР" для обработки данных биоресурсных съемок. VII Всероссийская конференция по промысловым беспозвоночным (памяти Б.Г. Иванова): Тезисы докладов. - М.: Изд-во ВНИРО, 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.

Борисовец Е.Э., Надточий В.А. 2003. Диаграммы Вороного — как один из методов оценки состояния ресурсов // Роль климата и промысла в изменении структуры зообентоса шельфа. Камчатский краб, исландский гребешок, северная креветка и др.: тез. докл. Междунар. семинара. Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, С. 17-18.

Буяновский А.И. 2012. Прогноз потенциального вылова прибрежных беспозвоночных при затруднении с оценкой запаса. Методические рекомендации. М: ВНИРО. 222 с.

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., Алексеев Д.О., Сологуб Д.О., Бизиков В.А. 2023. Динамика запасов и регулирование промысла крабов в морях России. М.: Изд-во ВНИРО, 324 с.

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.

Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. 2006. Генетические алгоритмы: Учебное пособие. 2-е изд. М: Физматлит. С. 320.

Иванов Б.Г. 2001а. Потери ног у крабов (Crustacea, Decapoda: Brachyura Majidae, Anomura Lithodidae) в западной части Берингова моря // Исследование биологии промысловых ракообразных и водорослей морей России. М.: ВНИРО. С. 180-205.

Иванов Б.Г. 2001б. Проблемы промыслового использования крабов-стригунов *Chionoecetes* spp. в дальневосточных морях России // Сборник материалов II научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей» (Петропавловск-Камчатский, 9-10 апреля 2001 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчат. С. 170.

Иванов Б.Г., Соколов В.И. 1997. К раб-стригун *Chionoecetes opilio* (Crustacea Decapoda, Brachyura Majidae) в Охотском и Беринговом морях // *Arthropoda Selecta*. 1997. Т. 6, Вып. 3-4. С. 63-86.

Иванов П.Ю. 2010. К вопросу оценки численности пополнения и прогнозирования запаса краба-стригуна Бэрда (*Chionoecetes bairdi* Rathbun) по данным учетных ловушечных съемок // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Сб. науч. тр. КамчатНИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 18. С. 18-21.

Ильин О.И., Иванов П.Ю. 2018. К оценке состояния запасов краба-стригуна бэрди Камчатско-Курильской подзоны // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Сб. науч. тр. КамчатНИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 50. С. 27-33.

Карасев А.Н. 2004. Проблемы прогнозирования величины запасов краба-стригуна *Chionoecetes opilio* (o. 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. 2009. Краб-стригун *Chionoecetes opilio* северной части Охотского моря: особенности биологии, запасы, промысел. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Магадан: МПО СВНЦ ДВО РАН. 25 с.

Карасёв А.Н. 2014. Краб-стригун опилио северной части Охотского моря. Магадан: МагаданНИРО. 194 с.

Кобликов В.Н. 2011. Крабы Приморья: ретро и перспективы промысла. Рыб. Хоз-во. №5. С. 47-51.

Кулик В.В., Варкентин А.И., Ильин О.И. 2020. Стандартизация уловов

на усилии минтая в северной части Охотского моря с учетом некоторых факторов среды // Известия ТИНРО. Т. 200. № 4. С. 819-836.

Лысенко В.Н. 2001. Особенности линьки камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) на западнокамчатском шельфе // Исследования биологии промысловых ракообразных и водорослей морей России: Сборник научных трудов. М.: ВНИРО. С. 111–119.

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.

Метелёв Е.А., Абаев А.Д., Клинушкин С.В., Васильев А.Г. 2017. Распределение и численность промысловых видов крабов в центральной части Охотского моря // Труды ВНИРО. Т. 165. С. 3-12.

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.

Метелёв 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. № 1. С. 39-44.

Мирошников В.В., Буяновский А.И. 2015. Исследование краба-стригуна красного *Chionoecetes japonicus* (Decapoda, Majidae) в Японском море 3. Состояние и перспективы промысла. Вопросы рыболовства. Том 16, №2; С. 207-219.

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.

Михайлова О.Г. 2019. Современное состояние запаса краба-стригуна Бэрда *Chionoecetes bairdi* Rathbun, 1924 (Crustacea, Decapoda) у юго-восточного побережья Камчатки // Изв. ТИНРО. Т. 197. С. 127-142.

Михайлова О.Г., Иванов П.Ю. 2021. Возможное влияние добычи краба-стригуна Бэрда (*Chionoecetes bairdi*) на состояние его промыслового запаса у побережья Камчатки // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 201. Вып. 1. С. 112-123.

Михеев А.А. 2016. Применение фильтра Калмана в когортной модели для корректировки оценок запаса при наличии неучтенного вылова // Вопросы рыболовства. Т. 17. № 1. С. 20-41.

Низяев С.А., Букин С.Д., Клитин А.К., Первеева Е.Р., Абрамова Е. В., Крутченко А. А. 2006. Пособие по изучению промысловых ракообразных дальневосточных морей России // Южно-Сахалинск. СахНИРО. – 114 с.

Островский В.И., Ткачева О.Б., Харитонов А.В., Шаленко В.Н. 2014. Эффективная площадь облова крабов ловушками в северо-западной части Татарского пролива // Известия ТИНРО. Т. 178. С. 261-270.

Покровский Б.И., Слизкин А.Г., Малахов И.В., Кайзер К.А. 2015. Разработка программного обеспечения для разделения данных научно-исследовательских съемок крабов-стригунов на массивы, на основании критерия широкопалости // Рыбное хозяйство. № 4. С. 82-85.

Препарата Ф., Шеймос М. 1989. Вычислительная геометрия: Введение. М.: Мир, 487 с.

Пырков В. Н., Солодилов А. В., Дегай А. Ю. 2015. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. М.: Институт космических исследований, С. 251-262.

Родин В.Е., Слизкин А.Г. 1977. Изменение распределения и численности промысловых крабов в Бристольском заливе в 1965-1974 гг. // Биология моря. №5. С. 84-89.

Родин В.Е., Слизкин А.Г., Мясоедов В.И., Барсуков В.Н., Мирошников В.В., Згуровский К.А., Канарская О.А., Федосеев В.Я. 1979. Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей//ТИНРО. 59 с.

Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей. 1979. Владивосток: ТИНРО, 59 с.

Слизкин А.Г. 2008. Некоторые черты биологии и проблемы рационального использования глубоководного краба-стригуна *Chionoecetes japonicus*. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО-Центр. 25 с.

Слизкин А.Г. 2015а. Краб-стригун *Chionoecetes opilio* в водах Приморья: динамика размерного состава, прогнозирование промыслового запаса и пополнения на основе критерия морфометрической зрелости самцов // Промысловые беспозвоночные: VIII Всероссийская научная конференция по промысловым беспозвоночным: материалы докладов. Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ». С. 95-98.

Слизкин А.Г. 2015б. Современное состояние запаса и пополнения восточносахалинской популяции краба-стригуна ангулятуса *Chionoecetes angulatus* // Промысловые беспозвоночные: VIII Всероссийская научная конференция по промысловым беспозвоночным: материалы докладов. Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ». С. 98-101.

Слизкин А.Г., Деминов А.Н. 2012. Результаты исследований японского краба-стригуна *Chionoecetes japonicus* в батиали центральной части Японского моря. Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 80-летию юбилею ФГУП «КамчатНИРО». С. 114 – 121.

Слизкин А.Г., Кобликов В.Н. 2009. Биологические предпосылки к оценке промысловых запасов и доли изъятия глубоководных крабов-стригунов в водах Западной Камчатки и Приморья // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы X международной научной конференции, посвященной 300-летию со дня рождения Г.В. Стеллера, 17-18 ноября 2009 г. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 251-254.

Слизкин А.Г., Кобликов В.Н. 2010. Некоторые черты биологии и особенности промысла японского краба-стригуна (*Chionoecetes japonicus*): обоснование промысловой меры // Вопросы рыболовства. Т. 11. №3(43). С. 428-441.

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, прогнозирование запасов и пополнения краба-стригуна опилио *Chionoecetes opilio* в южной части подзоны Приморье // Известия ТИНРО. Т. 178. С. 124-134.

Слизкин А.Г., Кобликов В.Н. 2019. Практика исследований и прогнозирования запасов краба-стригуна опилио *Chionoecetes opilio* южной части подзоны Приморье. Вопросы рыболовства, том 18 №1 21-41.

Слизкин А.Г., Кобликов В.Н., Федотов П.А. 2010. К методике оценки запасов и доли изъятия глубоководных крабов рода *Chionoecetes* по данным ловушечных съемок // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 160. С. 23-43.

Слизкин А.Г., Кобликов В.Н., Шагинян Э.Р. 2001. Краб-стригун Бэрда *Chionoecetes bairdi* Rathbun северо-западной части Тихого океана: динамика численности, размерный состав и особенности воспроизводства // Исследования биологии промысловых ракообразных и водорослей морей России. Сборник научных трудов. Под ред. Б.Г. Иванова. М.: ВНИРО. С. 75-91.

Слизкин А.Г., Сафронов С.Г. 2000. Промысловые крабы прикамчатских вод. Петропавловск-Камчатский: Северная Пацифика. 180 с.

Сологуб Д.О., Алексеев Д.О., Горянина С.В. 2018. Пространственное распределение функциональных групп баренцевоморской популяции краба-стригуна опилио в районе его промысла в 2013-2017 гг. Труды ВНИРО. Т. 172. С. 49-69.

Столяренко Д.А., Иванов Б.Г. 1988. 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. С. 45-70.

Тарвердиева М.И. 1976. Питание камчатского краба *Paralithodes camtschatica*, крабов-стригунов *Ch. opilio* и *Ch. bairdi* в юго-восточной части Берингова моря // Биология моря. №1. С.41-48.

Тарвердиева М.И. 1979. О пищевых взаимоотношениях массовых видов крабов Берингова моря // XIV Тихоокеан. науч. конгресс. Хабаровск. Тез. докл. М.:Производственн-издат. Камбинат ВИНТИ. С. 238-240.

Фигуркин А.Л. 2006. Ледовитость как индикатор термического состояния придонных вод северной части Охотского моря. Известия ТИНРО. Т. 145. с.259-270.

Хен Г.В., Устинова Е.И., Сорокин Ю.Д. 2019. Основные климатические индексы для северной части Тихого океана: природа и история (литературный обзор) // Изв. ТИНРО. Т. 197. С. 166-181.

Хен Г.В., Устинова Е.И., Сорокин Ю.Д. 2022. Многолетние изменения термических условий на поверхности дальневосточных морей и СЗТО и их

связь с крупномасштабными климатическими процессами // Изв. ТИНРО. Т. 202. № 1. С. 187-207.

Черниенко И.С. 2021. Стандартизация производительности промысла краба-стригуна опилио западной части Берингова моря с использованием аддитивных линейных моделей // Известия ТИНРО. Т. 201. № 2. С. 359-370.

Burnham K.P., Anderson D.R. 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. New York, NY: Springer, 2. ed., 488 p.

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.

Collie J.S., Kruse G.H. 1998. Estimating king crab (*Paralithodes camtschaticus*) abundance from commercial catch and research survey data. In: Jamieson, G.S., Campbell, A. (Eds.), Proceedings of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stock Assessment and Management. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. V. 125. P. 73-83.

Collie J.S., Sissenwine M.P. 1983. Estimating population size from relative abundance data measured with error. Can. J. Fish. Aquat. Sci. V. 40. P. 1871-1879.

Deriso R.B. 1980. Harvesting Strategies and Parameter Estimation for an Age-Structured Model // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – V. 37. – P. 268-282.

Dick E.J., MacCall A.D. 2011. Depletion-Based Stock Reduction Analysis: A catch-based method for determining sustainable yields for data-poor fish stocks // Fisheries Research. V. 110. № 2. P. 331-341.

FAO. 1993. Reference points for fisheries management: their potential application to straddling and highly migratory resources. FAO Fish. Circ. 864. 52 p.

Froese R., Demirel N., Coro G., Kleisner K.M., Winker, H. 2017. Estimating fisheries reference points from catch and resilience. Fish and Fisheries, 18(3). 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. 1986. Generalized Additive Models // Statist. Sci. V. 1. № 3.

ICES. 2012. ICES Implementation of Advice for Data-limited Stocks in 2012 in its 2012 Advice. ICES CM 2012/ACOM 68. 42 pp.

Jardim E., Azevedo M., Brite N.M. 2015. Harvest control rules for data limited stocks using length-based reference points and survey biomass indices // Fisheries Research. Vol. 171. P. 12-19. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.11.013>

Jorgensen B. 1997. The Theory of Dispersion Models. London ; New York: Chapman and Hall/CRC, 1st edition. 256 p.

Merwe R. van der, Wan E., Julier S. 2004. Sigma-Point Kalman Filters for Nonlinear Estimation and Sensor-Fusion: Applications to Integrated Navigation //

AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference and Exhibit. Providence, Rhode Island: American Institute of Aeronautics and Astronautics.

Meyer R., Millar R.B. 1998. Bayesian Stock Assessment using a State-Space Implementation of the Delay Difference Model // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. V. 56. P. 37-52.

Miller R.J. 1975. 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. P. 761-768.

Müller A.C., Guido S. 2016. Introduction to machine learning with Python: a guide for data scientists. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc, 376 p.

Nelson G.A. Fishery Science Methods and Models. R package version 1.11-0. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=fishmethods>.

R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing [Электронный ресурс]. URL: <https://www.R-project.org/>.

Sainte-Marie B., Raymond S., Brêthes J.-C. 1995. Growth and maturation of the benthic stages of male snow crab, *Chionoecetes opilio* (Brachyura: Majidae) // Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 52. P. 903-924.

Särkkä S. 2013. Bayesian filtering and smoothing // Cambridge: Cambridge Univ. Press – 232 p.

Schaefer M. B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries // Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. V. 1 (2). P. 25-56.

Schnute J.T. 1987. A General Fishery Model for a Size-Structured Fish Population // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – V. 44. – № 1980. – P. 924-940.

Stolyarenko D.A. 1986. Data analysis of trawl shrimp survey with spline approximation of stock density // Internat. Coun. Explor. Sea (I.C.E.S.), Doc. No. 1986/K: 25, 16 pp.

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. 1987/K:29, 24 pp.

Szuwalski C.S. et. al. 2023. The collapse of eastern Bering Sea snow crab // Science. T. 382. № 6668. C. 306-310.

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. 2000. The unscented Kalman filter for nonlinear estimation // Proceedings of the IEEE 2000 Adaptive Systems for Signal Processing, Communications, and Control Symposium. Lake Louise: IEEE, P. 153-158.

Wood S.N. 2003. Thin plate regression splines // Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology). V. 65. № 1. P. 95-114.

Wood S.N. 2004. Stable and Efficient Multiple Smoothing Parameter Estimation for Generalized Additive Models // Journal of the American Statistical Association. V. 99. № 467. P. 673-686.

Wood S.N. 2011. Fast stable restricted maximum likelihood and marginal

likelihood estimation of semiparametric generalized linear models: Estimation of Semiparametric Generalized Linear Models // Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology). V. 73. № 1. P. 3-36.

Wood S.N. 2017. Generalized Additive Models: An Introduction with R. : Chapman and Hall/CRC, №. 2.