

**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 I. КРАБОИДЫ

**Разработаны:
ФГБНУ «ВНИРО»**

Директор ФГБНУ «ВНИРО»

К.В. Колончин

2025 г.

**«УТВЕРЖДАЮ»
Федеральное агентство
по рыболовству**

Заместитель руководителя

В.И. Соколов

2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Краб камчатский (<i>Paralithodes camtschaticus</i>)	3
Баренцево море.....	3
61.02 – зона Восточно-Камчатская.....	18
61.02.2 – подзона Петропавловско-Командорская.....	18
61.04 – зона Южно-Курильская.....	23
61.05 – зона Охотское море	32
61.05.1 – подзона Северо-Охотоморская.....	32
61.05.2 – подзона Западно-Камчатская.....	45
61.05.4 – подзона Камчатско-Курильская	45
61.05.3 – подзона Восточно-Сахалинская	67
61.06. – зона Японское море	76
61.06.1 – подзона Приморье.....	76
61.06.2 – подзона Западно-Сахалинская.....	98
Краб синий (<i>Paralithodes platypus</i>)	107
61.01 – зона Западно-Беринговоморская.....	107
61.02 – зона Восточно-Камчатская.....	126
61.02.1 – подзона Карагинская.....	126
61.05 – зона Охотское море	132
61.05.1 – подзона Северо-Охотоморская.....	132
61.05.2 – подзона Западно-Камчатская.....	143
61.05.3. – подзона Восточно-Сахалинская	158
61.06. – зона Японское море	169
61.06.1 – подзона Приморье.....	169
Краб колючий (<i>Paralithodes brevipes</i>)	189
61.02 – зона Восточно-Камчатская.....	189
61.02.1 – подзона Карагинская.....	189
61.04 – зона Южно-Курильская.....	192
61.05 – зона Охотское море	202
61.05.1 – подзона Северо-Охотоморская.....	202
61.05.2 – подзона Западно-Камчатская.....	213
61.05.3 – подзона Восточно-Сахалинская	216
61.06. – зона Японское море	229
61.06.1 – подзона Приморье.....	229
Краб равношипый (<i>Lithodes aequispinus</i>)	239
61.03 – зона Северо-Курильская.....	239
61.04 – зона Южно-Курильская.....	258
61.05 – зона Охотское море	265
61.05.1 – подзона Северо-Охотоморская.....	265
61.05.2 – подзона Западно-Камчатская.....	275
61.05.3 – подзона Восточно-Сахалинская	288
61.52 – подрайон Центральная Часть Охотского моря.....	293
Список литературы	301

Северный рыбохозяйственный бассейн

Краб камчатский (*Paralithodes camtschaticus*)

Баренцево море

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

Куратор: С.В. Горянина (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Оценка состояния запаса камчатского краба в Баренцевом море в 2024 г. и обоснование его ОДУ на 2026 г. выполнены с помощью стохастической продукционной модели, а также вспомогательных трендовых методов, основанных на анализе промысловой статистики и данных исследовательских съемок. В 2024 г. в качестве входных данных использовали данные специализированных траловых съемок 2017-2024 гг., стандартизированные уловы на усилие в промысловые сезоны 2007-2024 гг., а также результаты прибрежных ловушечных съемок 2008-2024 гг. (в 2023 г. прибрежная съемка не выполнялась). Величину вылова вычисляли по судовым суточным донесениям (ССД), поступающим через отраслевую систему мониторинга ВБР от ФГБУ «Центр системы мониторинга рыболовства и связи».

Кроме того, для анализа промыслово-биологических показателей запаса, производительности и селективности промысла использовали данные наблюдателей на промысловых судах за 2017-2024 гг., а также данные летней и зимней российско-норвежских экосистемных съемок (далее – летняя и зимняя экосистемные съемки, соответственно) как трендовые индикаторы.

Специализированная траловая съемка камчатского краба проводилась в августе-сентябре 2017-2024 гг. на НИС «Профессор Бойко» в ИЭЗ Российской Федерации в Баренцевом море (табл. 1), главным образом, в пределах четырех промысловых районов (рис. 1): Канинская банка, Мурманское мелководье, Восточный Прибрежный район и Канино-Колгуевское мелководье.

Таблица 1

Характеристика первичного материала, собранного в специализированных траловых съемках камчатского краба в ИЭЗ Российской Федерации в Баренцевом море в августе-сентябре 2017-2024 гг. на НИС «Профессор Бойко»

Год	Обследованная площадь, кв. км	Количество			
		тралений		массового промера, экз.	биологического анализа, экз.
		всего	на 1 тыс. кв. км		
2017	20548	113	5,5	2918	2918
2018	36770	130	3,5	5806	4205
2019	32520	98	3,0	6003	4794
2020	52917	137	2,6	3730	3730
2021	42370	98	2,3	2126	1810
2022	45958	114	2,5	945	945
2023	50900	132	2,6	1209	1149
2024	56969	150	2,6	1336	1042

Помимо основных районов обитания камчатского краба, перечисленных выше, исследованиями были охвачены дополнительные районы, включавшие Северо-Канинскую банку, Северный склон Канино-Колгуевского мелководья, Западно-Центральный район.

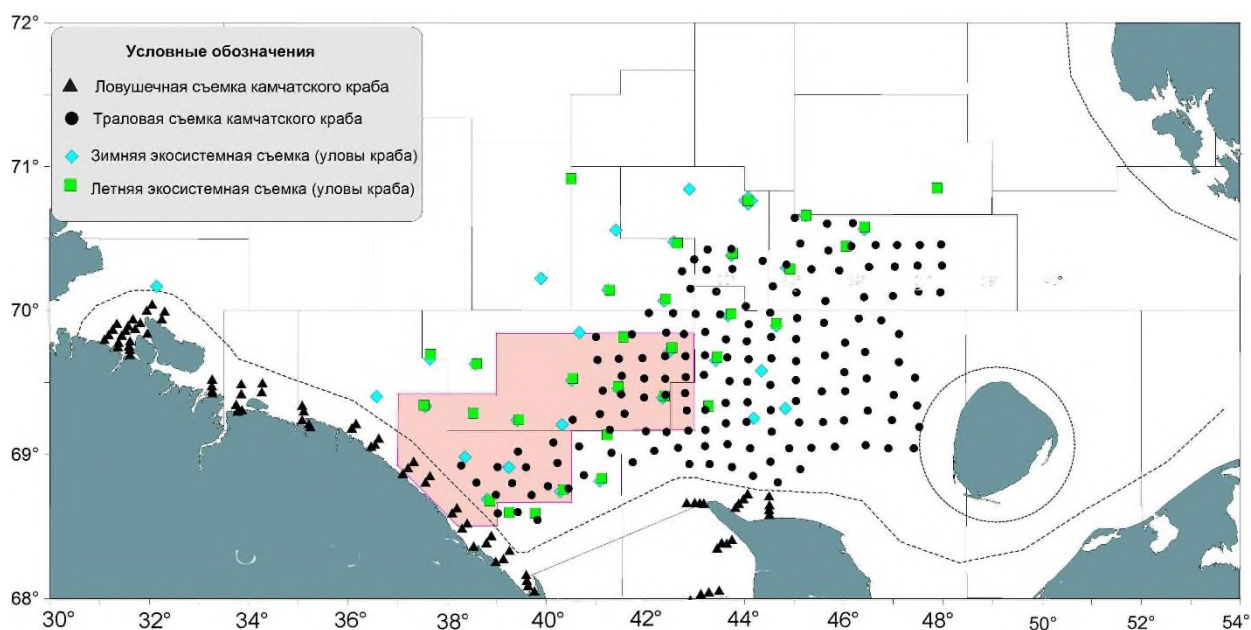


Рис. 1. Положение станций исследовательских съемок, использованных для оценки запаса камчатского краба, выполненных «ПИНРО» им. Н.М. Книповича в ИЭЗ Российской Федерации в Баренцевом море в 2024 г. (для экосистемных летней и зимней съемок приведены только позиции тралений с уловами камчатского краба, розовая область – район запрета тралового промысла).

Траления в съемке выполняли донным тралом (чертеж 22М), горизонтальное раскрытие которого составляло 12 м, вертикальное – 2 м, ячея кутка – 45 мм, ячея рубашки – 16 мм. Использовали грунтроп типа «Rockhopper» длиной 12 м с дисками диаметром 400 мм. Длительность тралений составляла 15 мин., средняя скорость хода с тралом – 2,5 узла. Обработку данных производили в ГИС «Картмастер 4.1» (ФГБНУ «ВНИРО», Россия). Расчеты выполняли методом 2D-сплайна (без учета глубины).

Оценку индексов численности и биомассы камчатского краба выполняли на стандартной единой расчетной площади 36770 км². Коэффициент уловистости трала принимали равным 1. При пересчете индексов 2017 г. дополнительно использовали данные 2018 г. из районов восточнее 45° в.д., поскольку эта область не была охвачена исследованиями в 2017 г.

Средний улов промысловых самцов на ловушку вблизи Кольского п-ова и п-ова Канин оценивался в ходе *прибрежных ловушечных съемок* в летние периоды 2008-2024 гг. Сбор материала производился при помощи донных конусных ловушек, время застоя которых составляло 12 часов. В 2023 г. эта съемка не проводилась (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика первичного материала, собранного в ходе ловушечных съемок в территориальном море и внутренних морских водах Российской Федерации в Баренцевом море и сопредельных водах Белого моря в 2008-2024 гг.

Время сбора		Количество			Средний улов на одну ловушку, экз.		
год	месяц	постановок ловушек, шт.	массовых промеров, экз.	биологических анализов, экз.	промысловых самцов	пререкрутов	молоди самцов
2008	VII	189	1185	1185	1,2	2,0	0,6
2009	VII-VIII	129	2358	2358	2,1	5,1	2,4
2010	VII	207	3286	3286	1,0	5,0	2,9
2011	VII-VIII	228	3100	3100	1,8	5,8	1,5
2012*	VII	183	885	885	0,7	1,5	0,1
2013	VII	200	2098	2098	2,7	2,9	0,5
2014	VII	237	2032	2032	2,2	2,2	0,6
2015	VII	267	2593	2593	3,1	2,2	0,6
2016	VII	237	3941	3941	4,5	2,9	0,5
2017	VII-VIII	234	2495	2495	2,5	2,2	0,9
2018	VII	235	3252	3252	4,2	3,1	0,2
2019	VII-VIII	167	1920	1920	3,5	2,6	0,4
2020	VII-VIII	217	5698	5698	7,6	2,3	1,1
2021	VII-VIII	166	3295	3295	6,7	3,7	0,8
2022	VII	35	1501	1501	5,3	3,2	1,4
2023	исследования не проводились						
2024	VII	82	1177	1177	2,0	0,8	0,3

*2012 г. ловушечная съемка была выполнена не в полном объеме

Стандартизированный улов на усилие в ходе промысловых сезонов, а также величины промыслового запаса на акватории промысла в 2007-2024 гг., оценивали на основе данных ССД и наблюдателей на промысле (табл. 3).

Таблица 3

Характеристика промысловых усилий и объем первичного материала, собранного в ходе промысла камчатского краба в Баренцевом море в 2008-2024 гг.

Время сбора		Количество				Информация наблюдателей, проанализировано экз. краба	
год	месяц	судов	судосудок лова	промысловых операций	постановок ловушек, тыс. шт.	ВНИРО (Полярный филиал)	ВНИРО (Центральный аппарат)
2008	I-II, IX-XII	30	2389	7609	312	10404	14475
2009	IX-XII	29	1935	6526	285	2042	19979
2010	VIII-XII	22	1059	3338	134	1817	15301
2011	VIII-XI	15	468	1678	69	11214	9717
2012	VIII-X	13	484	1721	67	8152	9249
2013	VIII-X	10	318	1130	38	-	9942
2014	IX-X	9	305	820	31	9654	6532
2015	IX-X	9	297	862	29	20199	10267
2016	IX-XI	10	420	1369	55	3280	14600
2017	IX-XI	10	501	1858	134	5457	17164
2018	IX-XI	11	480	1658	38	11098	12155
2019	IX-XI	13	494	2116	45	7621	-
2020	IX-XI	15	608	3294	129	7486	15308
2021	VIII-XII	17	629	3309	134	5508	17638
2022	VIII-XII	22	922	6370	375	3663	8986
2023	VIII-XII	22	860	7078	551	1788*	16655
2024	I-II, VI-XII	16	1400	10242	895	1899*	15427

*наблюдения выполнялись на судне, специализирующемся на доставке живого краба

Экосистемные летняя и зимняя съемки выполнялись в августе-октябре и январе-феврале 1994-2024 гг., соответственно. Данные этих съемок не использовали для настройки продукционной модели, так как из-за малого количества станций с уловом камчатского краба на фоне мозаичного распределения его промысловых скоплений, межгодовая вариативность индекса запаса, рассчитанного по этим съемкам, имеет малодостоверный характер. Данные экосистемных съемок, таким образом, были использованы только для анализа распространения камчатского краба в Баренцевом море, в том числе анализа распределения крупных скоплений краба. Экосистемные съемки выполняются тралом «Campelen-1800» на НИС МК-0102 «Вильнюс», отличным от трала 22М, который применяется в специализированной съемке камчатского краба (см. выше). Горизонтальное раскрытие этого трала составляет 18 м, скорость тралений – 3,2-3,3 узла.

Информационная обеспеченность отнесена ко II уровню и позволяет разработать научно обоснованную оценку ОДУ камчатского краба в Баренцевом море на 2026 г.

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

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

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Согласно результатам *ловушечной съемки*, в территориальном море и внутренних морских водах Российской Федерации в Баренцевом море в 2008-2020 гг. наблюдали тенденцию к увеличению уловов на усилие промысловых самцов, пререкрутов и молоди камчатского краба. В 2017-2019 гг. отмечали колебания ловушечных уловов промысловых самцов в пределах 2,5-4,2 экз./ловушку, а в 2020 г. их средний улов достиг 7,6 экз./ловушку, превысив аналогичные показатели за весь период исследований с 2008 г. (см. *табл. 2 и рис. 2*). В 2024 г. были отмечены минимальные показатели уловов на ловушку, сравнимые с уровнем 2012 г.

В 2024 г. на всей акватории ловушечных исследований в уловах доминировали самки и непромысловые особи. На акватории Западного Мурмана уловы самок камчатского краба с наружной икрой колебались от 0 до 5,0 экз./ловушку, составляя в среднем 0,4 экз./ловушку, а плотность не превышала 0,1 тыс. экз./км². Уловы самок с наружной икрой в районах Восточного Мурмана составляли от 0 до 6,3 экз./ловушку, в среднем – 0,5 экз./ловушку.

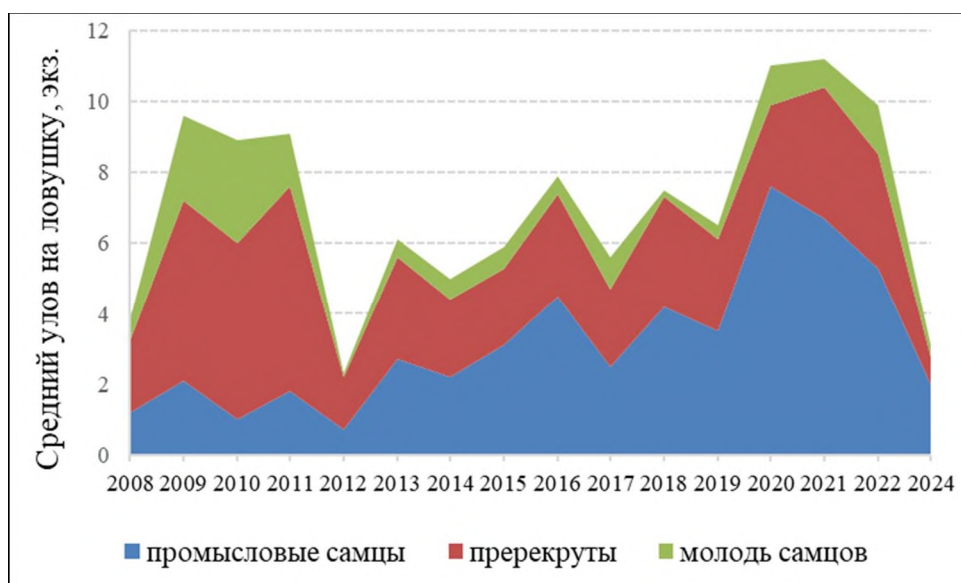


Рис. 2. Динамика средних уловов на ловушку камчатского краба по данным прибрежной съемки в 2008-2024 гг.

Средняя суммарная доля самок, молоди и пререкрутов камчатского краба в уловах в ходе съемки в прибрежной зоне составила 60,8%, а число ловушек, в которых доля таких особей превышала 25% (сверхдопустимый прилов) – 60,3% (табл. 4).

Таблица 4

Показатели количества ловушек со сверхдопустимым приловом непромысловых особей камчатского краба и уловы промысловых самцов в июле-августе 2008-2024 гг. в территориальном море и внутренних морских водах Российской Федерации в Баренцевом море

Год	Количество ловушек, шт.				Доля ловушек, %	
	всего выставлено	с уловом	без улова	со сверхдопустимым приловом	без улова (% от общего количества ловушек)	со сверхдопустимым приловом (% от ловушек с уловом)
2008	189	108	81	103	42,8	95,3
2009	129	81	48	68	37,2	83,9
2010	208	149	59	138	28,4	92,6
2011	228	210	18	206	7,8	98,0
2012	175	124	51	109	29,1	87,9
2013	200	167	33	136	16,5	81,4
2014	237	215	22	185	9,3	86,0
2015	265	235	30	175	11,3	75,0
2016	241	238	9	180	3,7	75,6
2017	234	212	22	149	9,4	70,1
2018	235	231	4	190	1,7	82,3
2019	167	162	5	132	3,0	81,4
2020	217	217	0	182	0,0	83,9
2021	166	157	9	129	5,4	77,7
2022	99	88	11	76	11,1	86,4
2023	исследования не проводились					
2024	233	156	77	94	33,0	60,3

В целом, количество ловушек, в уловах которых доминируют непромысловые особи, на протяжении всей истории этой съемки, начиная с 2008 г., составляет более 70% от общего количества выставленных ловушек.

Лишь на отдельных участках побережья могут быть получены уловы, состоящие преимущественно из промысловых самцов. Основная доля уловов представлена самками, молодь и пререкрутами камчатского краба.

Результаты *траловой съемки* в ИЭЗ Российской Федерации в 2024 г. показали распределение уловов промысловых самцов на юге Баренцева моря, аналогичное распределениям прошлых лет (*рис. 3*). Максимальные уловы промысловых самцов в августе-сентябре 2024 г. отмечены в юго-западной части Северо-Канинской банки (более 1000 экз./ч траления), на Северном склоне Канино-Колгуевского мелководья (104-172 экз./ч траления) и в южной части Канинской банки (176 экз./ч траления). На остальной акватории исследований в 2024 г. промысловые самцы плотных скоплений не образовывали.

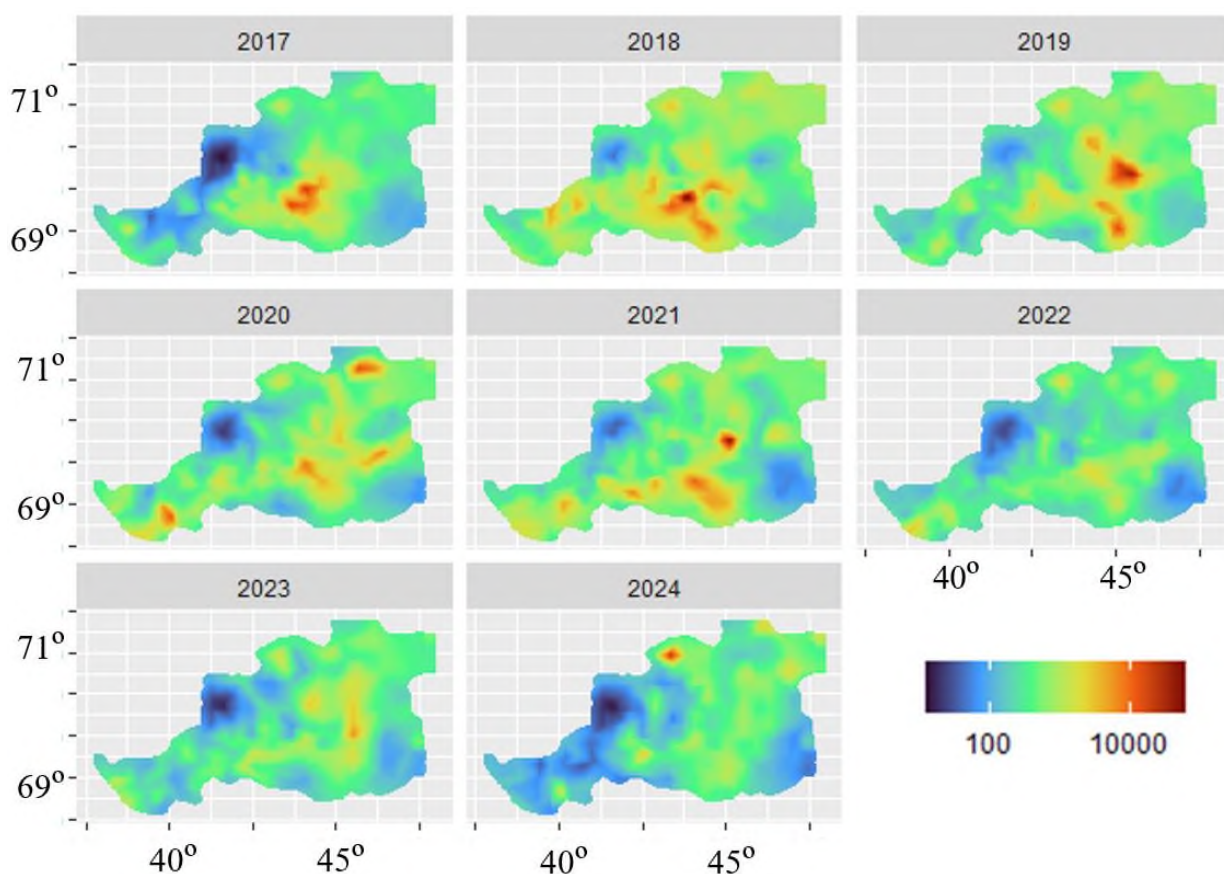


Рис. 3. Распределение уловов промысловых самцов камчатского краба (экз./км²) на юге Баренцева моря в 2017-2024 гг., по данным траловых съемок.

В 2024 г. в восточной части акватории исследований наблюдалось аномально низкое, в сравнении с прошлыми годами, теплосодержание придонного слоя воды, что могло значительно повлиять на распределение и результаты исследований краба. При этом следует подчеркнуть, что снижение уловов краба наблюдается с 2021 г., когда колебания температуры были не столь существенны, а в западной части района исследований траловой съемки, в наиболее глубоководной его части, придонная температура оставалась в целом на среднемноголетнем уровне.

Индексы промысловой биомассы и численности камчатского краба в ИЭЗ Российской Федерации в Баренцевом море в 2024 г. на расчетной площади 36770 км² составили 46,7 тыс. т, или 10,9 млн экз. (табл. 5). Согласно данным специализированной траловой съемки, с учетом данных экосистемных исследований, на юго-востоке Баренцева моря в 2022-2024 гг. наблюдается снижение индексов запаса камчатского краба.

Таблица 5

Индексы численности и биомассы камчатского краба разных категорий по данным специализированных траловых съемок, выполненных в 2017-2024 гг. на расчетной площади 36770 км²

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

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

Промышленный вылов камчатского краба в Баренцевом море ведется с 2004 г. Среднегодовой вылов в ИЭЗ Российской Федерации в последние 5 лет составляет около 11 тыс. т. В 2024 г. в промысле участвовало 16 судов, что ниже показателей предыдущих двух лет. В 2023-2024 гг. акватория промысла расширилась как в традиционном районе промысла, так и за счет прибрежных районов: в связи с изменением Правил рыболовства на Северном рыбохозяйственном бассейне – в соответствии с Приказом Минсельхоза № 603 от 04.07.2023 г., промышленное рыболовство камчатского краба стало возможно в пределах территориального моря Российской Федерации к западу от 31° 55' в. д. (рис. 4).

Стандартизированные с помощью GLM данные ССД показали, что средняя производительность вылова (CPUE) в 2024 г. (88 кг на стандартизированную ловушку) была ниже среднеегодового показателя за последние 10 лет на 35% (136 кг/ловушку). Среднесуточные уловы (8,9 т на судно-сутки лова) в 2024 г. были минимальными за последние 10 лет (табл. б). Следует отметить, что в последние годы состав крабодобывающего флота и тип ловушек, используемый при промысле камчатского краба, существенно поменялся. С 2019 г. в промысле начали участвовать суда ООО «Антей Север», которые использовали конические ловушки, в то время как ГК «СЗРК» продолжали работу трапециевидными и прямоугольными ловушками. В последние два промысловых сезона часть судов, входящих в ГК «СЗРК», перешла на лов живого краба коническими ловушками, а процессоры в 2023 г. продолжали работать трапециевидными ловушками. В 2024 г. почти все процессоры перешли на работу одновременно и коническими, и трапециевидными ловушками, причем в ССД информация об

использовании различных типов ловушек не отражалась. Использование такого рода информации при процедуре стандартизации уловов на ловушку могло несколько занижить оценку CPUE в 2024 г.

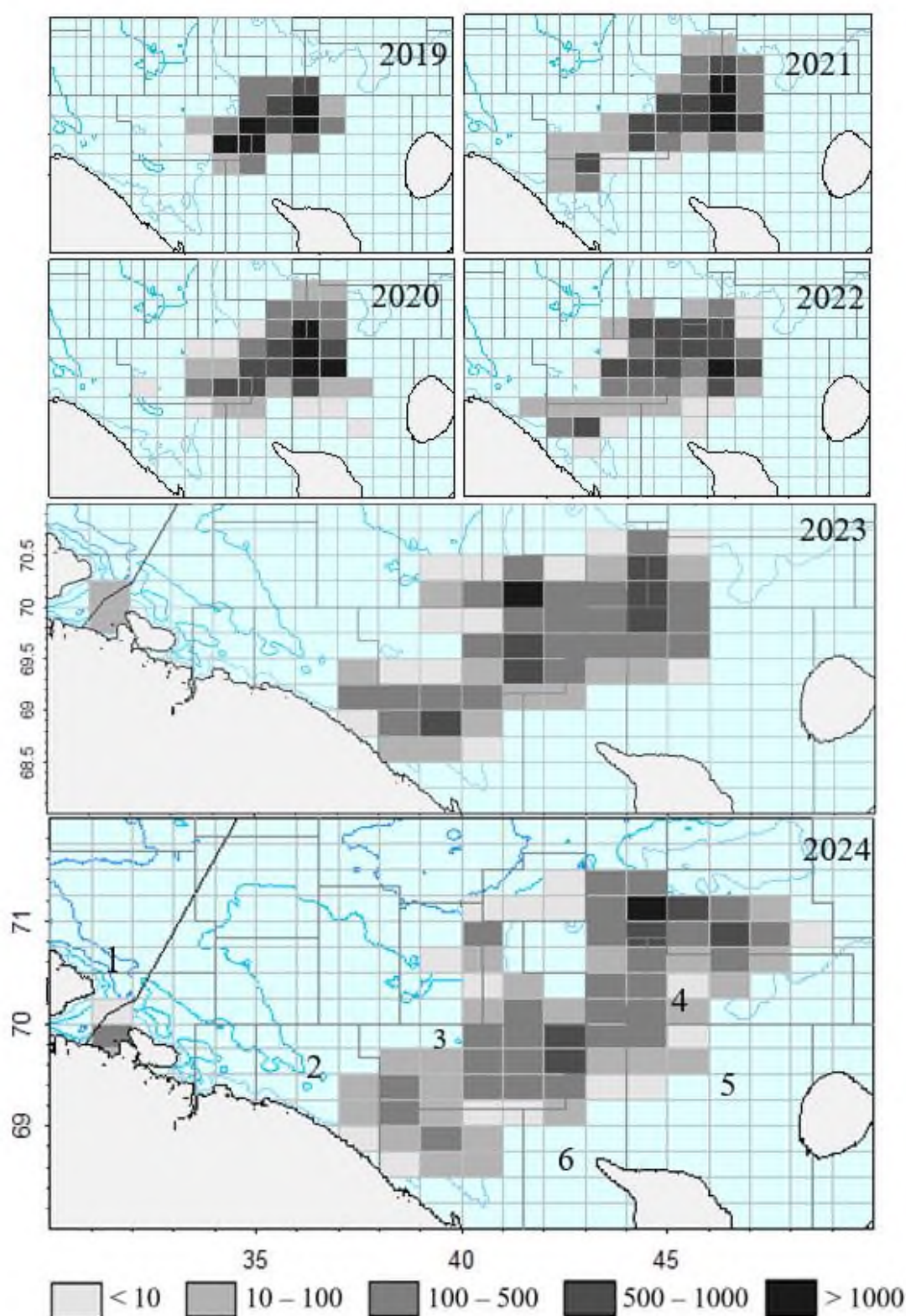


Рис. 4. Картограмма распределения вылова (т) краба камчатского в ИЭЗ Российской Федерации в 2019-2024 гг. (1 – Варангер-фьорд; 2 – Восточный Прибрежный район; 3 – Мурманское мелководье; 4 – Северный склон Канино-Колгуевского мелководья; 5 – Канино-Колгуевское мелководье; 6 – Канинская банка).

Таблица 6

Общий допустимый улов и основные показатели промысла камчатского краба в ИЭЗ
Российской Федерации в Баренцевом море в 2008-2024 гг.
(по данным ИС «Росрыболовство»)

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

*Стандартизированный показатель к улову трапецевидной ловушки

Промысел в 2024 году был начат с 1 января, то есть добавился период (с января до середины августа), в который суда добывали только живого краба. При этом показатели уловов в этот новый период промысла были значительно ниже, чем в традиционный, осенний период промысла. Этот фактор так же привел к снижению показателей среднегодового улова на ловушку и на сутки промысла.

Кроме того, в 2024 году доля судов-живовозов, с более низкими показателями суточного вылова, выросла – на промысле работало 10 судов-живовозов и 6 процессоров. Если сравнить средние за промысел суточные уловы судов-процессоров, входящих в ГК «СЗРК», за 2011-2024 гг., можно увидеть, что в сентябре 2024 г. средний улов на судосутки был заметно ниже, чем в последние 10 лет. Но начиная с октября, и в среднем за промысел 2024 г., суточный вылов превышал показатели 2022-2023 гг. (табл. 7). Низкая производительность промысла в сентябре 2024 г. может быть косвенным подтверждением того, что в ходе траловой съемки численность краба могла быть недоучтена.

Таблица 7

Величина средних уловов на судосутки промысла на судах-процессорах,
входящих в ГК «СЗРК», на промысле камчатского краба в Баренцевом море
в 2011-2024 гг. (по данным ССД)

Период промысла	Средний улов на судосутки по годам, т												
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2020	2021	2022	2023	2024
сентябрь	7,1	9,3	17,3	21,3	22,3	24,7	22,2	24,1	25,8	27,0	20,3	21,8	17,9
октябрь	1,5	8,04	16	22,4	24,8	20,8	22,1	24,2	23,2	25,5	19,3	22,8	23,5
ноябрь						24	21,9	23,8	25	19,3	18,6	17,1	23,6
декабрь													22,9
Всего	6,4	9,0	17,5	22	23,3	22,1	22,15	24,1	24,5	26,1	19,4	21,0	22,3

Снижение промысловых показателей объясняется как снижением плотности запаса на традиционных участках промысла, так и приходом в Баренцево море новых крабодобывающих компаний с маломощными судами, частично вооруженными конусными ловушками (которые менее эффективны на промысле камчатского краба в Баренцевом море), выпускающих другой тип продукции (живые крабы и отдельные конечности краба воздушной заморозки). Результаты сравнения показателей производительности лова для судов, которые много лет (с начала открытия промысла) ведут промысел в Баренцевом море и производят один тип продукции, показывают, что средний улов на ловушку для этих судов в 2024 г. снизился на 18% по сравнению с показателями 2023 г. Данные наблюдателя ПИНРО, работавшего на судах-живовозах с коническими ловушками в 2023-2024 гг., подтвердили снижение производительности лова на 10%.

Динамика производительности промысла в целом соответствует динамике индекса биомассы, полученного по результатам специализированной траловой съемки. Недолов ОДУ в 2023-2024 гг. связан не с падением запаса, а с ситуацией, сложившейся на рынке крабовой продукции, которая привела к трудностям со сбытом продукции из краба, добытого в морях России.

Согласно результатам траловой съемки, в ИЭЗ Российской Федерации в Баренцевом море в 2024 г. в составе уловов преобладали самцы с ШК 140-210 мм, среди которых существенная доля в уловах была представлена крупными особями с ШК 170-210 мм (*рис. 5*).

По данным наблюдателя ПИНРО, на промысле в уловах в 2023-2024 гг. доминировали крабы с ШК 170-210 мм. Судно-живовоз, на котором работал наблюдатель ПИНРО, как и все живовозы, придерживалось западных участков района промысла, где размерный состав уловов несколько отличается от восточных районов. На восточных участках района промысла в сентябре–октябре 2024 г. в уловах встречались самцы с ШК от 75 до 255 мм, модальную группу составили особи с ШК 200-219 мм. Средний размер самцов в биоанализах на промысле 2024 г. составил 184,4 мм, средний промысловый размер – 193,1 мм, и в целом они сохраняются на среднемноголетнем за 2016-2024 гг. уровне, с тенденцией постепенного роста.

По результатам моделирования динамики биомассы промыслового запаса, последние десять лет она варьирует в пределах 163-261 тыс. т. Промысловая биомасса на конец 2024 г. оценивается на уровне 163 тыс. т, что ниже среднего уровня за последние 10 лет (227 тыс. т) (*рис. 6*).

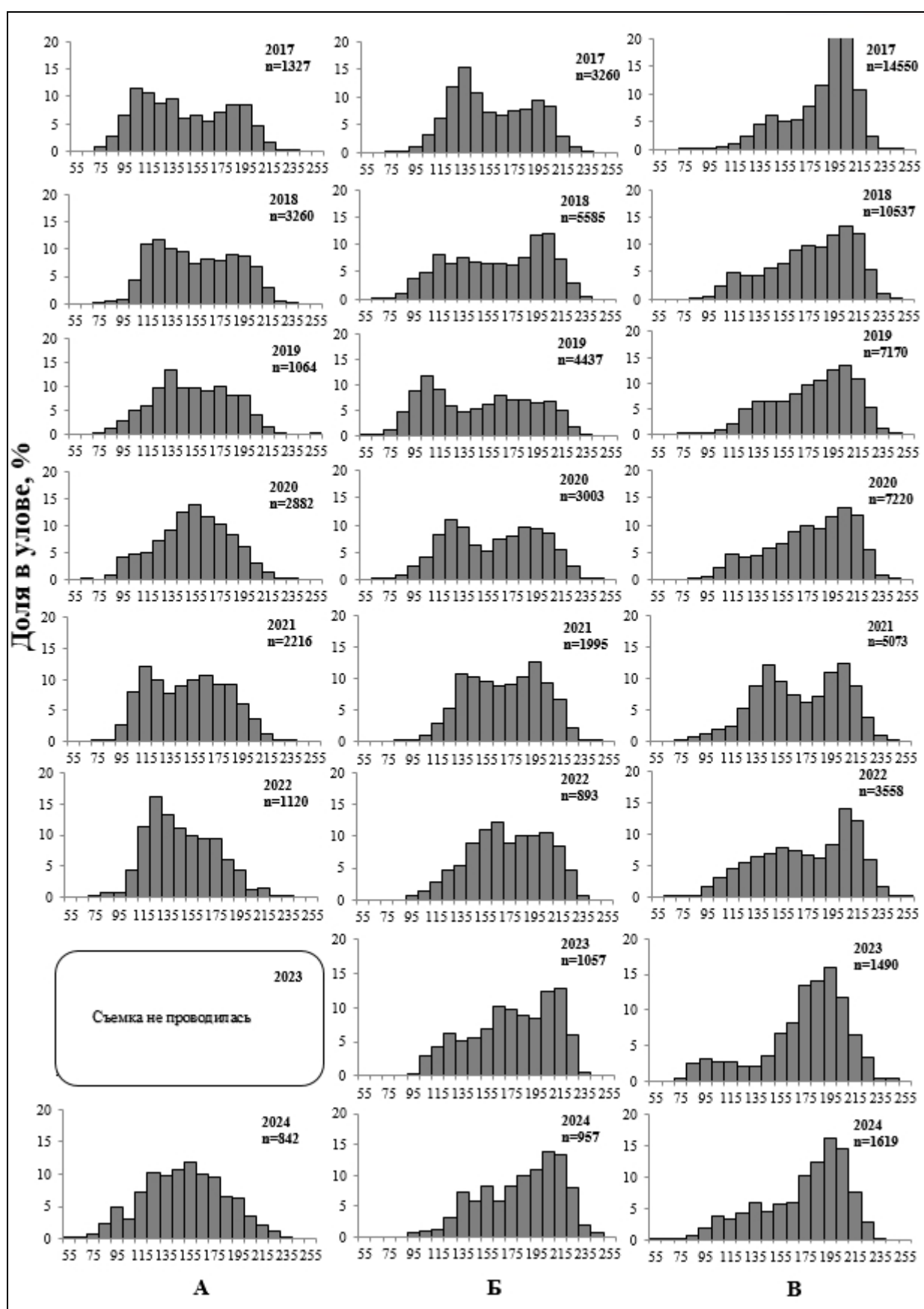


Рис. 5. Размерный состав уловов самцов краба камчатского в Баренцевом море в ходе прибрежных ловушечных исследований в пределах территориального моря России (А), траловой съемки в ИЭЗ России (Б), по результатам наблюдателей «ПИНРО» им. Н.М. Книповича на промысле в ИЭЗ России (В) в 2017-2024 гг.

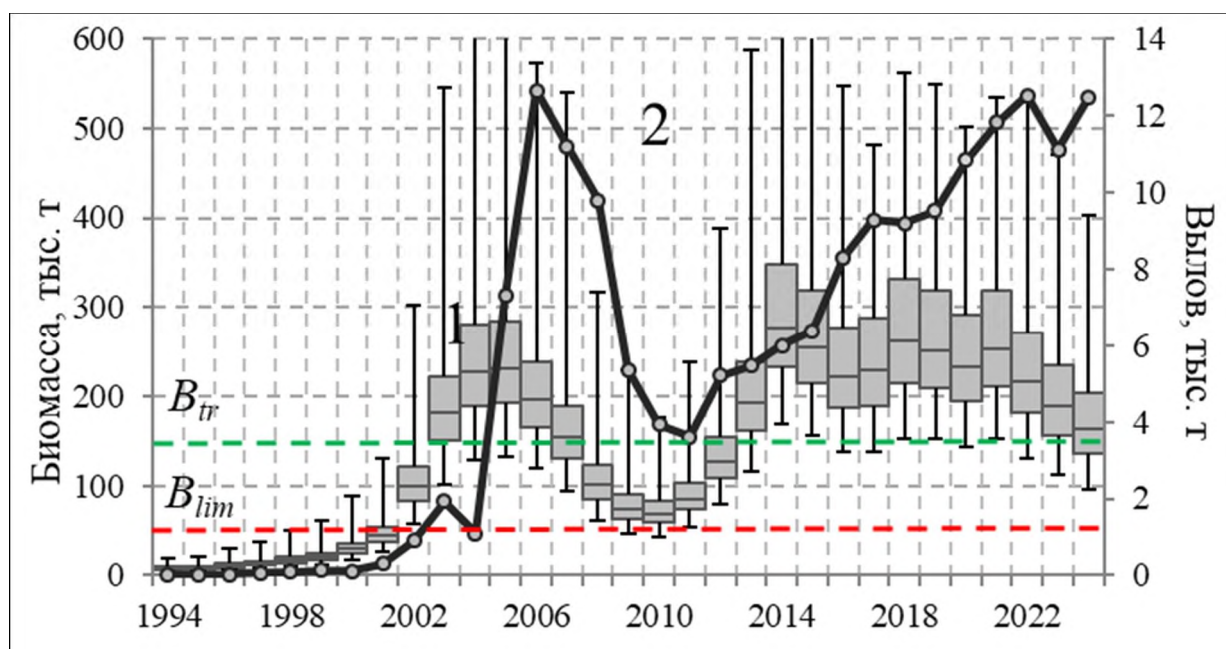


Рис. 6. Динамика биомассы промыслового запаса (1 – диапазон квартилей с медианой; планки погрешностей – 95%-ный доверительный интервал) и вылов (2) камчатского краба в ИЭЗ России в Баренцевом море в 1994-2024 гг.

Определение биологических ориентиров. На конец 2024 г. величина промыслового запаса камчатского краба оценивалась выше граничного (B_{lim}) и целевого (B_{tr}) ориентиров по биомассе, которые составляют 45 тыс. т и 149 тыс. т, соответственно. Целевой ориентир по коэффициенту эксплуатации (E_{tr}) не должен превышать 0,16, то есть ОДУ при B_{tr} может быть на уровне 30 тыс. т (рис. 7).

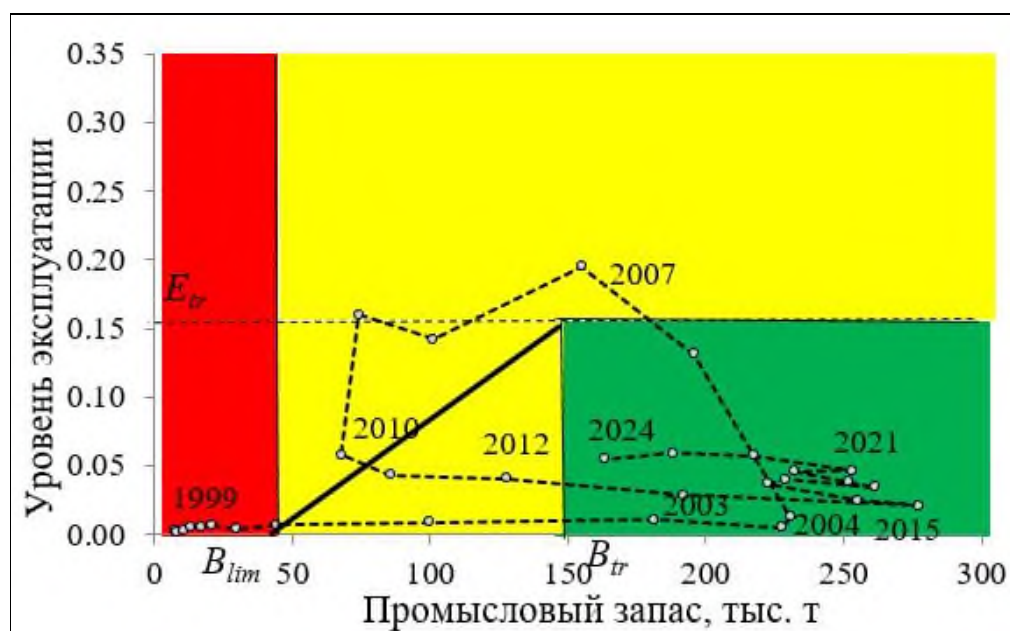


Рис. 7. Динамика промыслового запаса и уровня эксплуатации запаса камчатского краба, а также ориентиры управления его запасом (B_{lim} , B_{tr} и E_{tr}) в Баренцевом море в 1994-2024 гг., основанные на оценке по продукционной модели.

Обоснование Правила регулирования промысла. В 2016 г. на основе ретроспективных данных, с использованием стохастических версий

продукционной модели и модели CSA, были выполнены расчеты ориентиров управления и протестировано Правило регулирования промысла (ПРП), которое в концепции нового подхода к управлению запасами приоритетных видов крабов и крабоидов России было закреплено в «Правилах регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов». Для практического применения Правило может быть сформулировано в следующем виде:

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

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

Прогнозируемая биомасса промыслового запаса камчатского краба в Баренцевом море на 2026 г. была рассчитана при условии эксплуатации в 2025 г. на уровне ОДУ (12,69 тыс. т), при этом прогнозируемая величина промыслового запаса на конец 2026 г. составила 165 тыс. т (табл. 8).

Таблица 8

Прогнозируемая биомасса промыслового запаса краба камчатского в Баренцевом море (медианная оценка с 95% доверительными границами) на конец 2024-2026 гг.

Уровень эксплуатации	Год	Вылов, тыс. т	Промысловый запас, тыс. т		
			2,5%	Медиана	97,5%
ОДУ ₂₀₂₄	2024	12,690	66	163	1112
ОДУ ₂₀₂₅	2025	12,690	52	167	1196
ОДУ ₂₀₂₆	2026	12,690	40	165	1247

Обоснование объемов общего допустимого улова. По результатам специализированной донной траловой съемки, выполненной в 2024 г., промысловая биомасса камчатского краба в Баренцевом море на единой расчетной площади составила 46,7 тыс. т, что ниже показателя прошлого года (65,9 тыс. т) и существенно ниже оценки, полученной в 2021 г. (130 тыс.

т) (см. табл. 5). Производительность промысла в 2024 г. продолжила снижаться, однако это снижение было не столь резким, как в случае с расчетными индексами траловых съемок. Так, в 2023 г., в сравнении с предшествующим 2022 г., произошло снижение на 14%, а в 2024 г. производительность снизилась на 18%.

Результаты математического моделирования показывают стабилизацию запаса в прогнозируемые годы (2025-2026 гг.) на уровне 160 тыс. т. Общее состояние запаса баренцевоморского камчатского краба на акватории оценки в настоящий момент оценивается как благополучное, так как текущая величина запаса находится выше целевого ориентира по биомассе. В связи с этим, на 2026 г. рекомендуется сохранить величину ОДУ на уровне 2025 г. – в объеме 12,690 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба камчатского в Баренцевом море на 2026 г. в объеме 12,690 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов. Результаты расчетов 2024 г. показали, что продукционная модель удовлетворительно описывает исходные данные, однако не способна фиксировать краткосрочные изменения в пополнении запаса. С 2014 г. оцениваемая биомасса находится выше уровня B_{tr} (см. рис. 6 и 7). Современная промысловая смертность камчатского краба оценивается существенно ниже уровня E_{tr} с 2010 г. (см. рис. 7).

Результаты риск-анализа превышения ориентиров управления при эксплуатации на уровне рекомендованного ОДУ в 2025-2026 гг. показывают, что риск уменьшения биомассы запаса ниже уровня B_{lim} в конце 2026 г. незначителен (табл. 9). Смертность крабов при траловом промысле донных рыб в расчетах не учитывалась.

Таблица 9

Риск-анализ превышения ориентиров управления на конец 2026 г.

Уровень эксплуатации	ОДУ 2026 г.
Вылов, тыс. т	12,69
Параметр риск-анализа	Величина риска (%)
Уменьшение ниже B_{lim} ($0,3B_{MSY}$)	17,5
Уменьшение ниже B_{tr} (B_{MSY})	45,1

Ретроспективный анализ показывает существенную изменчивость оценок биомассы и смертности промыслового запаса при настройке модели на более коротких временных рядах данных (рис. 8). При удалении данных за последние годы, оценка биомассы на 2019-2024 гг. смещается в сторону больших значений, а коэффициента промысловой смертности – в сторону меньших.

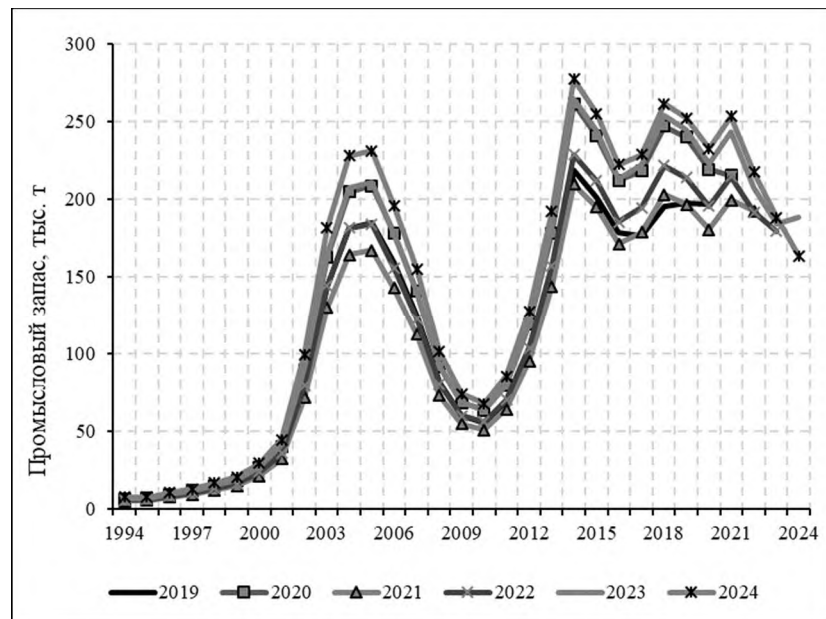


Рис. 8. Динамика биомассы промыслового запаса камчатского краба в Баренцевом море в 1994-2024 гг., оцененной в продукционной модели, при последовательном удалении данных за последний год (для последних шести лет).

Дальневосточный рыбохозяйственный бассейн

Краб камчатский (*Paralithodes camtschaticus*)

61.02 – зона Восточно-Камчатская

61.02.2 – подзона Петропавловско-Командорская

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

Куратор: С.И. Моисеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Основой для подготовки прогноза ОДУ камчатского краба в Петропавловско-Командорской подзоне на 2026 г. послужили данные научно-исследовательских работ, проведенных в 2017–2024 гг. В связи с тем, что исследования 2012 года являются на сегодняшний день наиболее полными и достоверными за последнее десятилетие, эти данные легли в основу оценки величины ОДУ на 2026 г.

В 2012 г. МРТК «Инженер Мартынов» (КамчатНИРО) выполнил две ловушечные съемки в Кроноцком и Авачинском заливах: в мае на глубинах 46–118 м и в июле на глубинах 7–55 м. В июле на МКРТМ «Акваресурс» (ООО «Акваресурс-ДВ») выполнена контрольная ловушечная съемка в Камчатском заливе, который не исследовался до этого в течение 10 лет. Общая площадь исследований в 2012 г. в подзоне составила около 6,6 тыс. км², выполнено 214 ловушечных станций на глубинах 7–232 м. Проанализировано 858 экз. камчатского краба.

Материалы дополнены данными, полученными во время учетных ловушечной и траловой съемок, проведенных в весенне-летний период 2024 г. на НИС «Инженер Мартынов» и НИС «МРТК-316» (КамчатНИРО).

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 км² (рис. 1). Биологическому анализу подвергнуто 263 экз. камчатского краба. Площадь облова одной конусной ловушки для камчатского краба принимается равной 4100 м². Такая величина эффективной площади облова традиционно используется КамчатНИРО при расчетах запасов крабов в исследуемом районе и практически идентична полученной для других районов промысла [Miller, 1975; Островский и др., 2014].

В ходе траловой съемки 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 км² (рис. 1). Биологическому анализу подвергнуто 19 экз. камчатского краба. Траления выполнялись донным тралом ДТ 18,8/28,5 м, горизонтальное раскрытие трала принималось равным 16 м, коэффициент уловистости для камчатского краба при расчете численности принят 0,75. Принимая во внимание количество учтенного в ходе учетных съемок камчатского краба, очевидно, что данные исследований

в отношении этого вида, выполненных в 2024 г., являются нерепрезентативными.

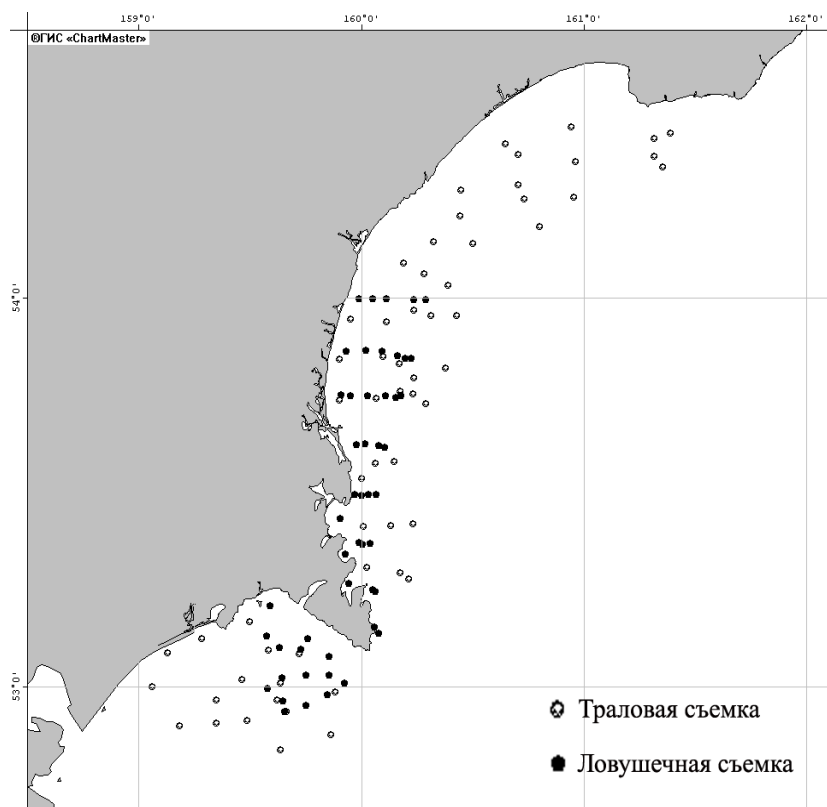


Рис. 1. Карта–схема расположения станций учетных донной траловой и ловушечной съемок в Петропавловско-Командорской подзоне в весенне-летний период 2024 г.

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 применялась программа «FMS analyst» [Vasilets, 2015].

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

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

Обоснование выбора методов оценки запаса. Основой оценки запаса камчатского краба являются данные учетных ловушечных и донных траловых съемок. В последние годы траловые съемки, по данным которых можно было бы судить о численности пополнения, проводятся нерегулярно, а результаты их носят противоречивый характер. Ловушечные съемки, несмотря на относительно регулярное их проведение, необъективны в

отношении оценки численности возможного пополнения промыслового запаса, таким образом, судить по ним о пополнении промысловой части популяции возможности нет. Рассчитывать возможную численность промысловых самцов на год или два вперед, не имея объективных данных о численности пополнения, невозможно. Таким образом, применение модельных подходов к оценке и прогнозу запаса камчатского краба в Петропавловско-Командорской подзоне в настоящее время не осуществимо.

Определение биологических ориентиров и обоснование ПРП не представляются возможным в связи с недостатком имеющихся данных. Промысел камчатского краба в подзоне в последнее десятилетие не ведется, адекватные данные о величине промыслового запаса имеются только за 2012 г., данные о численности возможного пополнения и самок, фактически, отсутствуют. Недостаточная полнота и качество доступной информации исключают использование моделей запаса.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Вплоть до 2012 г., исследования по крабам в Петропавловско-Командорской подзоне проводились на ограниченной площади, нерегулярно, в разные сезоны года. Кратковременными исследованиями были охвачены, главным образом, северная часть Авачинского и южная часть Кроноцкого заливов. В течение пяти лет, в 2005–2009 гг., камчатский краб в уловах фактически отсутствовал. В 2007 г. исследования проведены только в Кроноцком заливе. Начиная с 1998 г., адекватные оценки промысловой численности камчатского краба в Петропавловско-Командорской подзоне получены только в 1999, 2003, 2010 и 2012 гг.

С 2004 г. запас камчатского краба промыслом практически не используется в связи с незначительным объемом ОДУ. Рекомендуемый объем вылова осваивается исключительно в режиме НИР (рис. 2).

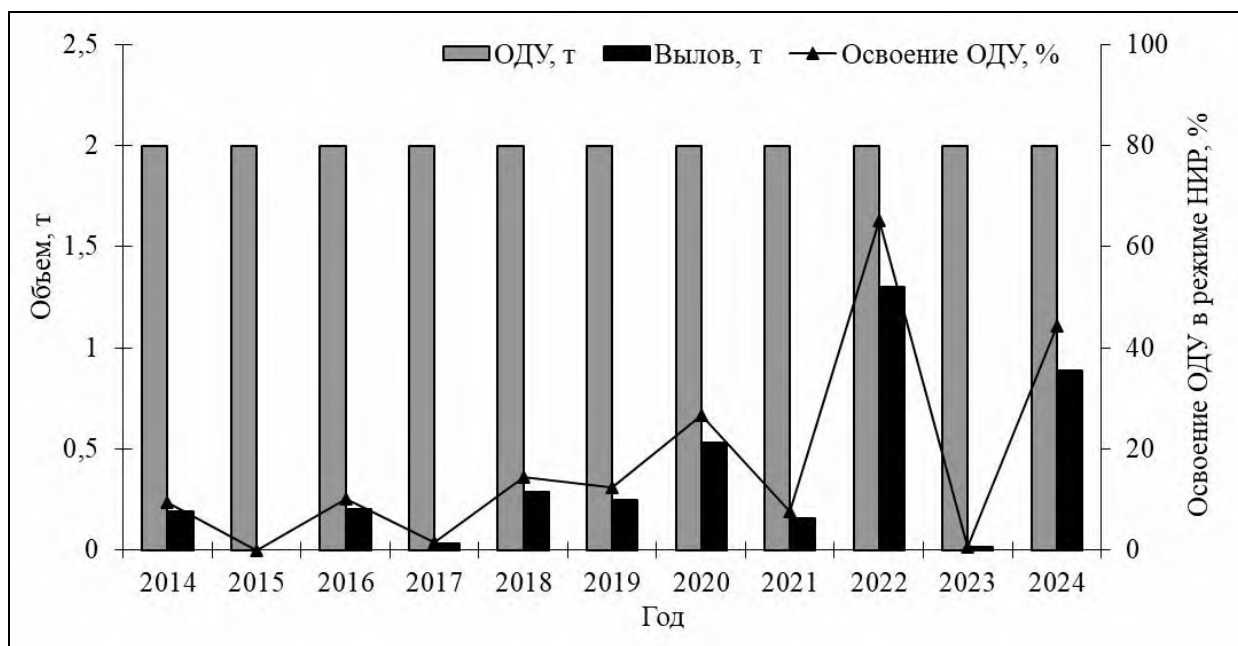


Рис. 2. Динамика ОДУ, вылова и степень освоения ОДУ камчатского краба в Петропавловско-Командорской подзоне в 2014–2024 гг.

В 2012 г. максимальные уловы промысловых самцов зафиксированы в Кроноцком заливе в бух. Моржовая на изобате 20 м — 9,6 экз./лов./сут., и в южном районе залива на глубине 12 м — 4,5 экз./лов./сут. Скопления промысловых самцов были обнаружены также в северной и центральной частях Авачинского залива, незначительные локальные скопления были отмечены в южной части залива и в бух. Березовая.

По данным учетной траловой съемки, в 2024 г. в уловах встречались самцы с шириной карапакса от 60 до 171 мм. Всего в уловах отмечены 2 промысловых самца со средней ШК, равной 165 мм. В 2023 и 2022 гг. средний размер промысловых самцов равнялся 157 и 155 мм, соответственно (рис. 3). Среди непромысловых самцов до 2021 г. отмечалось увеличение среднего размера: в 2014 г. средняя ШК равнялась 82,9 мм, в 2021 г. — 131 мм. В 2023 г. средняя ШК непромысловых самцов несколько снизилась и составила 117 мм, в 2024 г. она уменьшилась до 88 мм. Размер самок изменился незначительно и в 2024 г. был равен 90 мм.

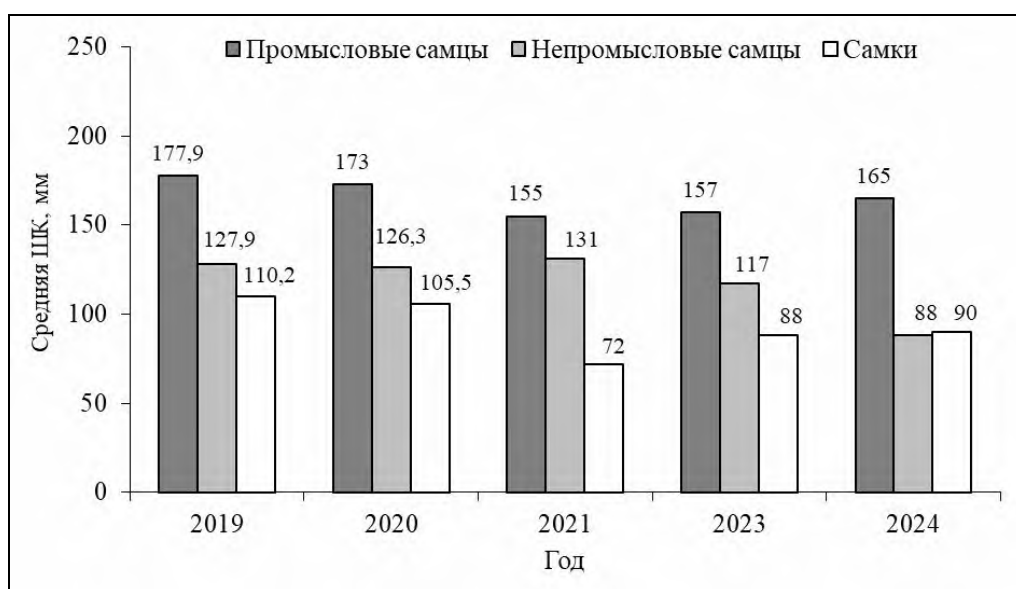


Рис. 3. Средние размеры самцов и самок камчатского краба по данным учетных работ в Петропавловско-Командорской подзоне в 2019-2024 гг.

Как показано выше, показатели уловов камчатского краба всех функциональных групп при проведении учетных ловушечных и траловых съемок оказались крайне незначительными. Очевидно, что результаты учетных работ в отношении именно количественного учета краба в последние годы являются нерепрезентативными, а объем собранного материала не позволяет достоверно судить об оценках его численности.

В 2012 г. численность промысловых самцов камчатского краба в Петропавловско-Командорской подзоне составила 581 тыс. экз. При средней массе промыслового самца 2,79 кг, промысловый запас составлял 1620 т. Данная оценка выше, чем в 2010 г. (121 тыс. экз., биомасса 0,314 тыс. т, при средней массе самца 2,6 кг). В значительной степени, это обусловлено как увеличением площади исследований (на 3,3 тыс. км² больше, чем в 2010 г.), так и увеличением средней массы промыслового самца.

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

Прогнозирование состояния запаса. Принимая во внимание отсутствие промысла камчатского краба в Петропавловско-Командорской подзоне, недостаточное информационное обеспечения прогноза, на основании экспертной оценки можно предположить, что к началу 2026 г. величина его промыслового запаса будет находиться на уровне 2012 г., т.е. не более 1,620 тыс. т.

Обоснование объема ОДУ. Несмотря на тенденцию увеличения численности промысловой части популяции в 2012 г. и устойчивую долю пополнения в уловах в последние годы, существующих данных и информации о современном состоянии восточно-камчатской популяции камчатского краба недостаточно для рекомендаций его промысла.

В связи с этим, в Петропавловско-Командорской подзоне предлагается ОДУ на 2026 г. установить в объеме, необходимом для проведения НИР — 0,002 тыс. т.

Таким образом, рекомендуется установить ОДУ краба камчатского в Петропавловско-Командорской подзоне на 2026 г. в объеме 0,002 тыс. т исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.

Краб камчатский (*Paralithodes camtschaticus*)

61.04 – зона Южно-Курильская

Исполнитель: Г.В. Жуковская (СахНИРО)

Куратор: С.И. Моисеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. При подготовке обоснования величины ОДУ на 2026 г. были использованы результаты траловых съемок у южных Курильских островов, выполненных в 2010, 2018 и 2020 гг. Последние данные получены при проведении траловой съемки в октябре 2020 г. на НИС «Дмитрий Песков». В ходе этой съемки в Южно-Курильском проливе, с океанической стороны о. Итуруп были выполнены 46 траловых станций, проведен биологический анализ 41 экз. камчатского краба.

Съемка, включавшая траления с охотоморской стороны о. Итуруп, была проведена на НИС «Бухоро» с 12 по 30 июля 2018 г. Всего было выполнено 95 станций, в том числе, 8 с охотоморской стороны о. Итуруп. Проведен биологический анализ 212 самцов камчатского краба. При подготовке обоснования также использовались материалы, полученные за период с 2000 по 2020 гг. в ходе ловушечных исследований.

В целом, информационную обеспеченность прогноза можно признать удовлетворительной. По характеру имеющейся первичной информации прогноз ОДУ камчатского краба Южных Курил можно отнести к III уровню информационной обеспеченности (прил. 1 к Приказу Росрыболовства №104 от 06.02.2015 г.).

Обоснование выбора методов оценки запаса. Для оценки численности облавливаемой части запаса камчатского краба, по данным траловых съемок, была применена прикладная компьютерная программа «Surface Mapping System» ver. 8.00. Данные интерполировались в узлы регулярной сетки с помощью метода «kriging» с однократным сглаживанием. Для расчета результата в узле сетки использовали данные пяти ближайших станций. Запас оценивался как величина объема, ограниченного сверху поверхностью плотностей, построенных программой, снизу – нулевым значением плотности.

Имеющаяся к настоящему времени информация (индексы запаса, промысловых усилий, вылова) не позволяет в полной мере провести ограниченное аналитическое оценивание состояния запаса и ОДУ с использованием продукционных моделей. Отсутствие с 2000 г. промысловых данных накладывает некоторые ограничения на их применение.

Для оценки промысловой биомассы предварительно использовалась конечно-разностная модель с запаздыванием Деризо-Шнютэ на основе анализа ретроспективных данных. Расчет промысловой биомассы проведен, исходя из аппроксимированных с помощью модели Деризо-Шнютэ значений промысловой биомассы за пятилетний период (2013–2017 гг.), полученных

по данным НИР. В качестве элемента «предосторожного подхода» взято математическое ожидание за этот период.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Камчатский краб Южных Курил находится под запретом на промысел после перелома в середине 1990-х годов. Основной промысловый пресс приходился на скопления в Южно-Курильском проливе, в то время как с охотоморской стороны, ввиду низких концентраций объекта, промысел был минимален. Обмен особями между охотоморскими скоплениями и скоплениями, обитающими в Южно-Курильском проливе, существенно затруднен в связи со строением дна пролива Екатерина, изобилующего высокоградиентными флексурами и тектоническими уступами [Клитин, Живоглядова, 2007]. В связи с этим, следует рассматривать обе группировки как самостоятельные и дифференцированно подходить к их квотированию.

В начале 1990-х годов Южно-Курильский пролив утратил свое прежнее значение основного района размножения камчатского краба в пределах Южных Курил. Снижение численности южно-курильской популяции привело к нарушению нерестовых миграций половозрелых самцов в район Южно-Курильского мелководья, многократному сокращению плотности преднерестовых скоплений камчатского краба. Следствием этого стало закономерное снижение репродуктивного потенциала, популяционной плодовитости камчатского краба и численности его личинок.

Из-за продолжающейся депрессии в состоянии запасов, с 1996 года был введен запрет на промысел камчатского краба в Южно-Курильском проливе, а с 2000 г., в связи с катастрофически низкой численностью камчатского краба – во всей Южно-Курильской зоне.

По данным ловушечных исследований, за период с 1991 по 2005 гг. наиболее высокие уловы камчатского краба (0,45 экз. на прямоугольную ловушку) наблюдали в 1996 г. (рис. 1).



Рис. 1. Ловушечные уловы на усиление самцов камчатского краба у южных Курильских островов в 1991-2011 гг.

В 1998 г. средний улов промысловых самцов при проведении контрольного лова составил 0,02 экз. на ловушку, в 1999 г. – 0,25 экз., в 2000 г. – 0,37 экз. Ощутимое снижение уловов (до 0,14 экз. на ловушку) отмечали в 2004-2005 гг. В 2006 г. произошло некоторое оживление промысловой обстановки, средние уловы промысловых самцов в Южно-Курильском проливе возросли до 0,241 экз. на ловушку, а в 2007 г. – до 0,67 экз. на ловушку.

С 2008 года стали поступать данные о наличии скоплений камчатского краба с охотоморской стороны о. Итуруп. В 2009 г., в ходе НИР, на ограниченных участках с охотоморской стороны о. Итуруп уловы промысловых самцов варьировали от 0,74 до 6,58 экз. на стандартную коническую ловушку, составив в среднем 4 экз. на ловушку. Это наиболее высокий показатель за весь период проведения НИР по изучению камчатского краба у южных Курильских островов начиная с 1991 г. В 2009 г., при промысле равношипового краба, уловы камчатского краба на прямоугольную ловушку в среднем составляли 3,03 экз./лов., при максимуме – 8,1 экз./лов. Необходимо отметить, что высокие уловы камчатского краба при его промысле ловушками с охотоморской стороны о. Итуруп нашли подтверждение при проведении донной траловой съемки в этом районе в 2009 г., когда в заливе Одесский за одно получасовое траление было поймано 186 самцов камчатского краба.

В 2010 году уловы самцов камчатского краба с охотоморской стороны о. Итуруп составили в среднем по всему району 3,2 экз. на прямоугольную ловушку. Исследования 2010 г. показали, что с охотоморской стороны о. Итуруп доля яловых самок возрастает с 6,7% на юго-западе (основной район размножения) до 53,6% на северо-востоке и составляет в среднем по всему району – 26,1% от числа половозрелых самок.

В 2011 г. уловы достигали 21,51 экз. на прямоугольную крабовую ловушку, составив в среднем по всему району 3,49 экз. В Южно-Курильском проливе в 2011 г. камчатский краб был встречен только на двух из 36 выполненных станций, его средний улов был равен 0,12 экз. на ловушку.

В ходе траловых съемок 2008 и 2009 гг. относительно высокие уловы камчатского краба (в 2009 г. – до 190 экз. за получасовое траление) были получены только в заливе Одесский, с охотоморской стороны о. Итуруп. В сентябре 2010 г. небольшое увеличение численности камчатского краба отметили в северо-восточной части Южно-Курильского пролива, где уловы самцов достигали 20 экз. за получасовое траление. При этом, в основном районе промысла 80-х гг. прошлого века (с океанской стороны о. Итуруп), увеличения численности камчатского краба до сих пор не произошло.

По данным траловой съемки 2010 г., общая площадь, занятая самцами камчатского краба у южных Курильских островов, составила 2178 миль², а средняя величина улова составила 0,9 экз. за траление. Соответствующая этому улову средняя плотность распределения самцов камчатского краба составила 100,3 экз./милю². Средняя численность самцов обловленной части запаса составила 218,5 тыс. экз., с 95%-ными доверительными границами от

158,6 до 278,4 тыс. экз. Доля промысловых самцов, от их общей численности, составила 85,4%. Численность промысловой части популяции, по результатам траловой съемки 2010 г., достигала 186,6 тыс. экз. или 614 т.

Оценка численности камчатского краба в Южно-Курильском проливе, с океанской стороны о. Итуруп, проведена по данным траловой съемки, выполненной в июне-июле 2018 г. Общая площадь, занятая промысловыми самцами камчатского краба в Южно-Курильском проливе, составила 2132 км², а их плотность распределения – 210,2 экз./км². Суммарная численность промысловой части популяции у Южных Курильских островов достигала 448,3 тыс. экз., а соответствующая ей биомасса – 1465 т. Однако, характер распределения уловов, по данным этой съемки, представляется крайне неравномерным. По сути, оценка запаса базируется на результатах всего одной станции с ультравысоким уловом (63 экз./за 10 мин. траления). Средняя плотность распределения промысловых самцов обловленной части запаса – 189,4 экз./км², с 95%-ным доверительным интервалом средней в 153,2 экз./км². Такой высокий доверительный интервал, ставящий под сомнение величину оценки запаса, обусловлен тем, что все остальные уловы были либо на порядок ниже, либо единичны. Поэтому оценка запаса может быть значительно завышена за счет экстраполяции ультравысокого улова на сопредельные площади в случае, если обнаруженное скопление узколокально. Уловы с охотоморской стороны были единичны.

Последняя траловая съемка была проведена на НИС «Дмитрий Песков» в октябре 2020 г. В ходе съемки в Южно-Курильском проливе, с океанской стороны о. Итуруп, были выполнены 46 траловых станций, проведен биологический анализ 119 особей камчатского краба. Скопления промысловых особей были отмечены с океанской стороны о-ва Итуруп. По уточненным данным, общая площадь, занятая промысловыми самцами камчатского краба в Южно-Курильском проливе, составила 3833 км², а их плотность распределения – 152,6 экз./км² (рис. 2).

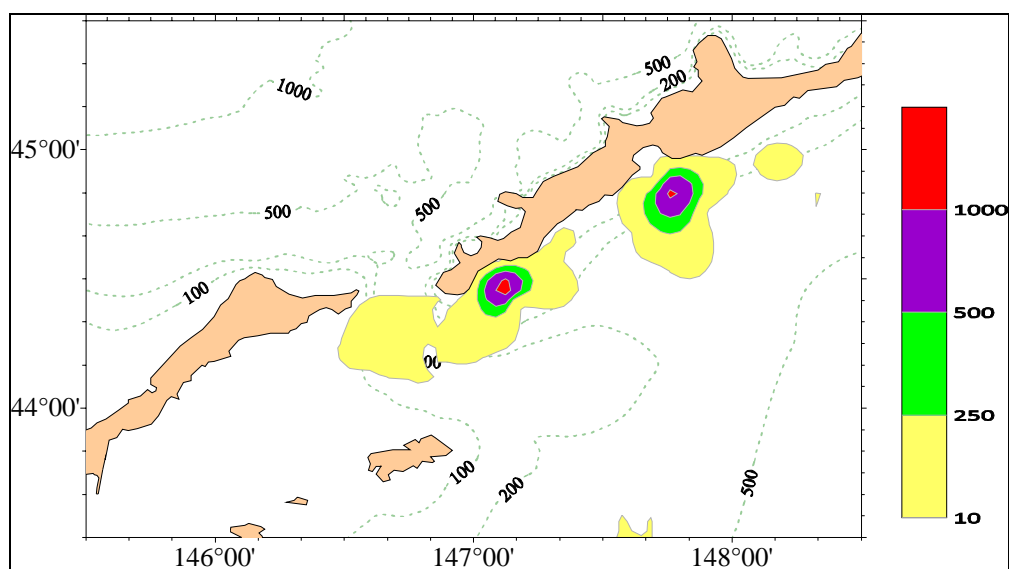


Рис. 2. Распределение промысловых самцов камчатского краба у Южных Курил в 2020 г. (экз./км²).

Суммарная численность промысловой части популяции у Южных Курильских островов достигала 584,8 тыс. экз., а соответствующая ей биомасса – 1742,8 т. Почти вся оцененная биомасса получена из уловов на двух станциях, которые могут иметь случайный характер.

Размерный состав камчатского краба с океанской стороны о-ва Итуруп по данным траловой съемки 2020 г. представлен на *рисунке 3*. Размерный состав уловов крабов имеет бимодальную структуру. Левая мода соответствует молоди 1-2 лет (20 мм по ШК), а правая расположена в зоне промысловых размеров (180 мм по ШК). Приведенный размерный состав не указывает на возможность какого-либо значительного пополнения промыслового стада в ближайшие годы.

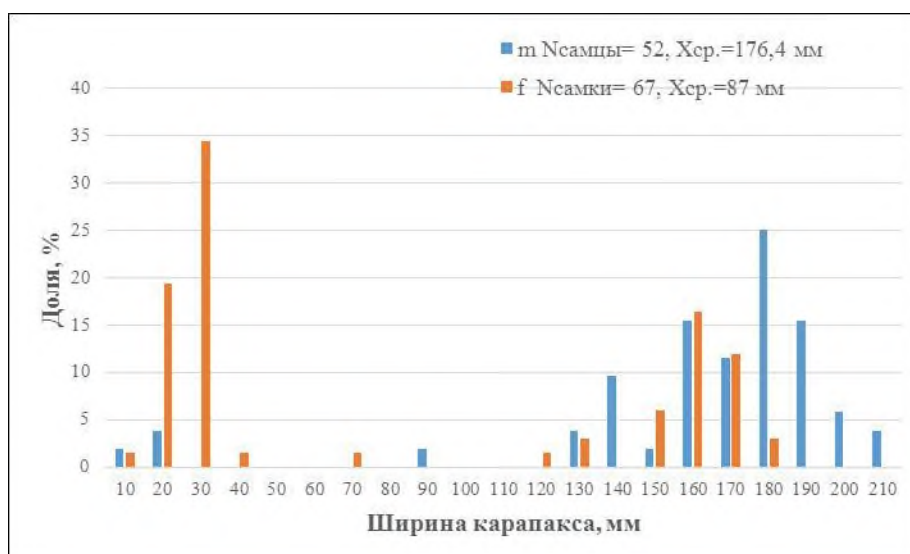


Рис. 3. Размерный состав популяции камчатского краба у Южных Курил, по данным траловой съемки 2020 г.

Статус запаса камчатского краба с океанской стороны Южных Курил – «депрессивный». Статус запаса камчатского краба с охотоморской стороны Южных Курил – «депрессивный».

Определение биологических ориентиров. Южно-Курильский пролив. Ориентиры управления для рассматриваемого запаса были установлены на основе ретроспективной динамики запаса (*табл. 1*). Целевой ориентир выбран как 5,7 тыс. т, что является максимальным историческим выловом в последний период благополучного состояния популяции (1964-1971 гг.). После этих лет популяция никогда не выходила из депрессивного состояния. Целевым ориентиром для оценки состояния запаса выбран именно вылов, а не биомасса, поскольку данные о численности и биомассе промыслового стада за тот период отсутствуют. Тем не менее, эта величина является максимальной как для вылова, так и для любой из зафиксированных оценок запаса в ближайшей ретроспективе. Граничный ориентир составляет 22% от максимальной промысловой биомассы. Буферный ориентир соответствует верхней границе доверительного интервала для средней промысловой биомассы в неблагоприятные для популяции годы.

Таблица 1

Ориентиры управления запасом камчатского краба тихоокеанской стороны Южных Курил

Биомасса, тыс. т		Коэффициент эксплуатации		Целевой вылов, Y_{tg} , тыс. т
Граничная, B_{lim}	Целевая, B_{tg}	Граничный, E_{lim}	Целевой, E_{tg}	
1,44	5,7	22%	17%	0,97

Охотоморская сторона о. Итуруп. Оценки ориентиров управления для рассматриваемого запаса были установлены на основе ретроспективной динамики запаса (табл. 2). Однако отсутствие достоверных ретроспективных данных не позволяет считать их окончательными. Целевой ориентир выбран как среднее значение промысловой биомассы в благополучные для популяции годы, по результатам моделирования методом Деризо-Шнютэ [Deriso, 1980; Schnute, 1987]. Граничный ориентир составляет 22% от максимальной промысловой биомассы. Буферный ориентир выбран как величина, превышающая граничный ориентир на 20%.

Таблица 2

Ориентиры управления запасом камчатского краба охотоморской стороны Южных Курил

Биомасса, тыс. т		Коэффициент эксплуатации		Целевой вылов, Y_{tg} , тыс. т
Граничная, B_{lim}	Целевая, B_{tg}	Граничный, E_{lim}	Целевой, E_{tg}	
0,76	1,6	22%	17%	0,27

Обоснование правила регулирования промысла. Правило регулирования промысла (ПРП) для запаса камчатского краба Южно-Курильской зоны конструировалось на основе модификации «предосторожного» подхода [Бабаян, 2000].

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

I – режим научного лова $0 < B_t \leq B_{lim}$. 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 $B_{lim} < B_t < B_{tr}$. Если прогнозируемая величина запаса больше B_{lim} , но меньше B_{tr} , то величина изъятия устанавливается в соответствии с величиной запаса

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

III – режим постоянной интенсивности промысла $B_t > B_{tr}$. Если прогнозируемая величина запаса больше B_{tr} , то величина изъятия постоянна $F_i = \text{const} = F_{tr}$. При этом, рекомендуемый уровень изъятия не превышает 17%. Графическое представление ПРП для запаса камчатского краба Южно-Курильской зоны представлено на рисунках 4 и 5.

Южно-Курильский пролив. Промысел камчатского краба Южных Курил находится под запретом после перелома в середине 1990-х годов.

Статус запаса рекомендовано оставить как «депрессивный». Диаграмма стратегии регулирования промысла представлена на *рисунке 4*. Открытие промысла с выловом не более 0,02 тыс. т возможно при смене статуса запаса на «восстанавливающийся» после превышения буферного ориентира по биомассе в 1,44 тыс. т. Применение целевого коэффициента эксплуатации 17%, с выловом 0,97 тыс. т, возможно после достижения целевого уровня промысловой биомассы 5,7 тыс. т.

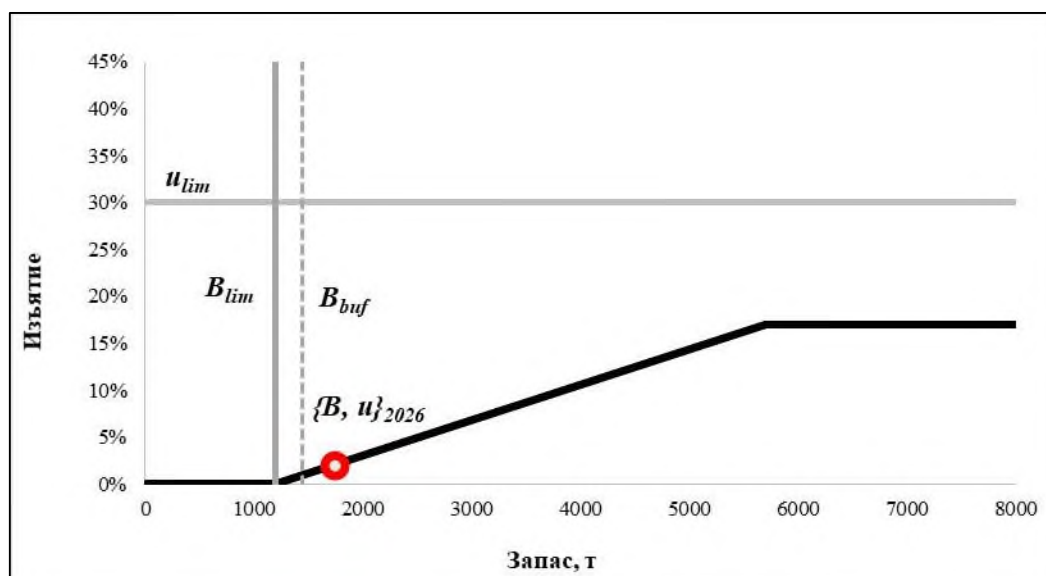


Рис. 4. Диаграмма стратегий управления запасом камчатского краба у Южных Курил (тихоокеанская сторона), в рамках «предосторожного» подхода.

Охотоморская сторона о. Итуруп. Промысел камчатского краба Южных Курил находится под запретом после перелома в середине 1990-х годов. Основной промысловый пресс приходился на скопления в Южно-Курильском проливе, в то время как с охотоморской стороны, ввиду низких концентраций объекта, промысел был минимален. В настоящее время происходит восстановление запаса. Траловые учетные работы не обнаруживают сколь-либо значительных скоплений, но отмечен стабильный прилов камчатского краба при промысле равношипового краба. Статус запаса остается без изменений, в связи с отсутствием корректных исчерпывающих данных по состоянию запаса. Диаграмма стратегии регулирования промысла представлена на *рисунке 5*. Открытие промысла, с выловом не более 0,02 тыс. т, возможно при смене статуса запаса на «восстанавливающийся» после достижения буферного ориентира по биомассе 0,76 тыс. т. Применение целевого коэффициента эксплуатации 17%, с выловом 0,27 тыс. т, возможно после достижения целевого уровня промысловой биомассы 1,6 тыс. т.

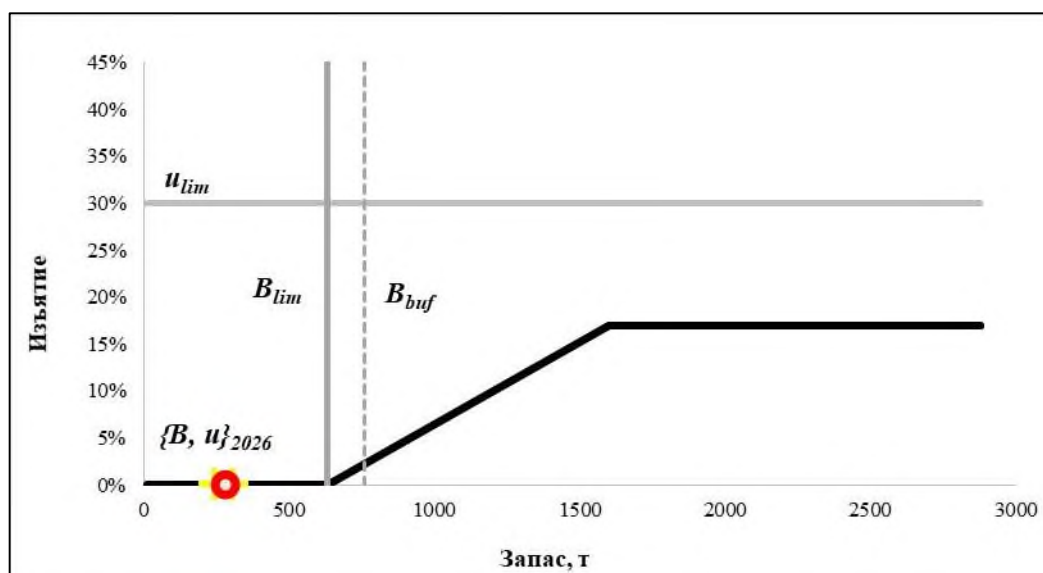


Рис. 5. Диаграмма стратегий управления запасом камчатского краба с охотоморской стороны Южных Курил, в рамках «предосторожного» подхода.

Прогнозирование состояния запаса. Южно-Курильский пролив. Отсутствие сравнимых и корректных данных по состоянию популяции в благополучные годы, и в настоящее время, не позволяет корректно прогнозировать состояние запаса. Прогнозные оценки даже приблизительно не совпадают с фактическими, а тренды прогнозных и фактических величин иногда разнонаправлены.

Имеется предварительная информация по распределению размерно-функциональных групп краба по сезонам. Так, весной, в апреле-мае, скопления локализуются в юго-западной части пролива. Летом, с конца июня, они продвигаются в транзитную зону, на траверзе пролива Екатерины, где остаются до сентября. Затем, к октябрю, их скопления обнаруживаются с океанской стороны о-ва Итуруп. На сегодня отмечается факт увеличения численности камчатского краба в Южно-Курильском проливе, в том числе, промысловых особей. Но их численность пока не так высока. Распределение носит очень агрегированный характер, что не позволяет корректно оценить численность при проведении траловой съемки. Периферийная зона не сформирована, функциональная структура популяции до сих пор не стабилизировалась. Поэтому, в нынешнем состоянии популяции, инициализация промысла остается преждевременной.

До открытия промысла и получения актуальных данных о влиянии промысла и ответа популяции на промысловое воздействие необходимо перейти на оценку запаса, соответствующую состоянию запаса по данным последней учетной съемки. Величина промысловой биомассы камчатского краба с океанской стороны Южных Курил на 2026 г. может составить более 1,742 тыс. т. Прогнозная оценка промысловой биомассы превышает значение буферного ориентира, но может иметь случайный характер и нуждается в подтверждении.

Охотоморская сторона о. Итуруп. Отсутствие данных по состоянию популяции за последние годы не позволяет корректно оценить тенденции

динамики промысловой биомассы. До открытия промысла и получения актуальных данных о влиянии промысла и ответа популяции на его воздействие необходимо перейти на оценку запаса, соответствующую состоянию запаса по данным последней учетной съемки. К сожалению, съемок, позволяющих корректно рассчитать запас, с 2009 года не проводилось. Расчет этой величины проведен исходя из аппроксимированных с помощью модели Деризо-Шнютэ значений биомассы за период 2009-2017 гг., полученных по данным прямого учета. Промысловая биомасса камчатского краба с охотоморской стороны Южных Курил на 2026 г. составит 0,368 тыс. т. Оценка промысловой биомассы не превышает значение буферного и граничного ориентиров.

Обоснование объема ОДУ. Южно-Курильский пролив. Прогнозируемая величина промысловой биомассы камчатского краба с океанской стороны Южных Курил в 2026 г. превышает значение буферного ориентира. Однако, учитывая возникающие сомнения по качеству оценки запаса, открытие данной единицы запаса для промысла представляется преждевременным.

Охотоморская сторона о. Итуруп. При проведении учетной съемки в 2009 г. имел место однократный высокий улов, но корректные данные по этому району с тех пор отсутствуют. Прогнозируемая величина промысловой биомассы камчатского краба с охотоморской стороны Южных Курил в 2026 г. не превысит граничный ориентир. В соответствии с разработанным для этого запаса правилом регулирования промысла, изъятие может осуществляться исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.

В целях мониторинга популяции камчатского краба, для оценки направленности тренда изменения численности и текущего состояния запаса, необходимо выполнение НИР с охотоморской и океанской стороны Южных Курильских островов. Для выполнения НИР, при проведении ловушечных и траловых съёмок, необходимо ресурсное обеспечение в объеме 2 тонн краба камчатского.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба камчатского в Южно-Курильской зоне на 2026 г. в объёме 0,002 тыс. т исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.**

Краб камчатский (*Paralithodes camtschaticus*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.1 – подзона Северо-Охотоморская

Исполнители: А.В. Харитонов (ХабаровскНИРО),

А.Д. Абаев (МагаданНИРО)

Кураторы: Д.В. Артеменков, С.И. Моисеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Для разработки прогноза состояния запаса и биологического обоснования величины ОДУ камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне на 2026 г. использованы материалы ловушечной съемки, выполненной в Северо-Охотоморской подзоне в 2024 г. сотрудниками ХабаровскНИРО, МагаданНИРО, совместно с ЦИ ВНИРО и ТИНРО. Для анализа промысловой обстановки, сезонной динамики уловов, пространственного распределения и биологии камчатского краба привлечены данные научно-поисковых и мониторинговых работ (табл. 1), а также данные промышленного лова за период 2004-2024 гг.

Таблица 1

Объем выполненных работ по камчатскому крабу в территориальном море и внутренних морских водах Российской Федерации в Северо-Охотоморской подзоне

Год	Район работ	Период работ	Количество станций, шт.	Расчетная площадь исследованных районов, тыс. км ²
ХабаровскНИРО (совместно с ТИНРО)				
2015	53°54' –59°25' с.ш. 140°21' –146°58' в.д.	июль-сентябрь	116	36,8
2018	54°14' –59°24' с.ш. 136°59' –146°58' в.д.	июль-август	105	31,1
МагаданНИРО и ХабаровскНИРО (совместно с ТИНРО)				
2020	53°33' –59°16' с.ш. 136°37' –153°30' в.д.	август–октябрь	171	60,0
ЦИ ВНИРО				
2023	55°09'–55°44' с.ш. 137°40'–138°34' в.д.	июль	45	2,6
МагаданНИРО и ХабаровскНИРО (совместно с ЦИ ВНИРО, ТИНРО)				
2024	54°12'8–59°06' с.ш. 139°26'5–153°26' в.д.	август-октябрь	186	60,3

В 2024 г. в Северо-Охотоморской подзоне была проведена ловушечная съемка с борта НИС СТР «Зодиак» от зал. Бабушкина (59°16' с.ш., 153°30' в.д.) до залива Александры (54°12'8 с.ш., 139°26'5 в.д.) в интервале глубин 12-104 м. Работы проводились с 13 августа по 10 октября 2024 г. За указанный период выполнено 186 ловушечных станций (рис. 1, 2). Из них 122 станции в пределах Хабаровского края (западнее 147° в.д.), 45 станций в пределах Магаданской области (восточнее 147° в.д.) и 6 станций на участке у о. Ионы северо-западной части Охотского моря.

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.

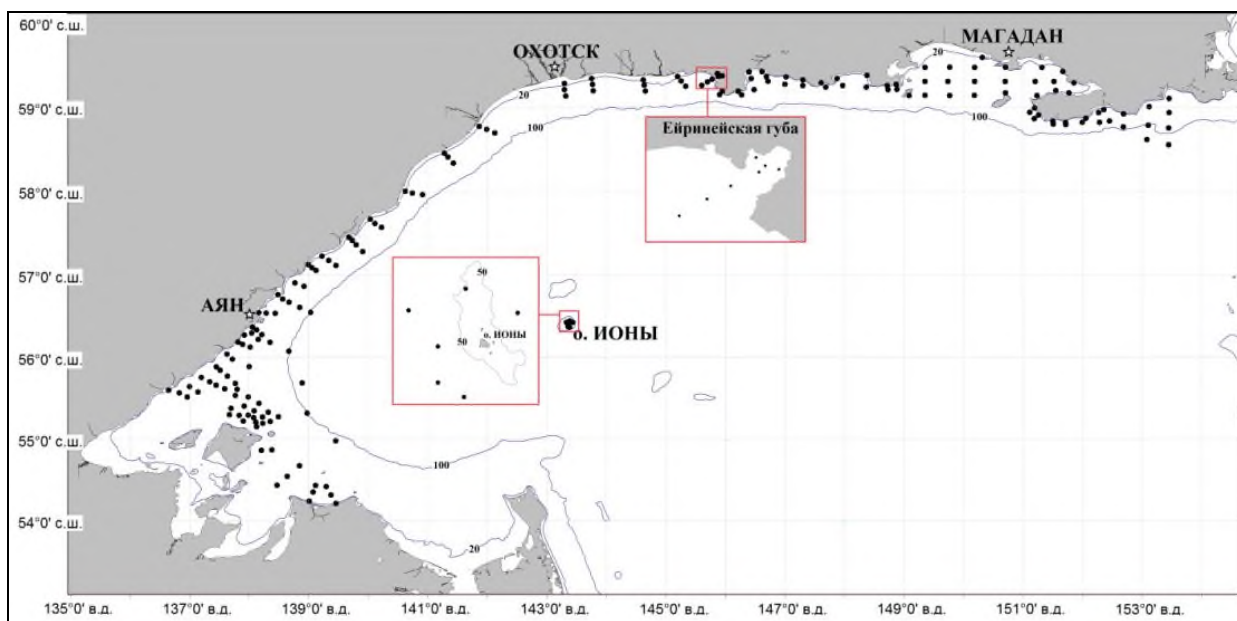


Рис. 1. Карта-схема ловушечных станций, выполненных в Северо-Охотоморской подзоне на НИС «Зодиак» в августе-октябре 2024 г.

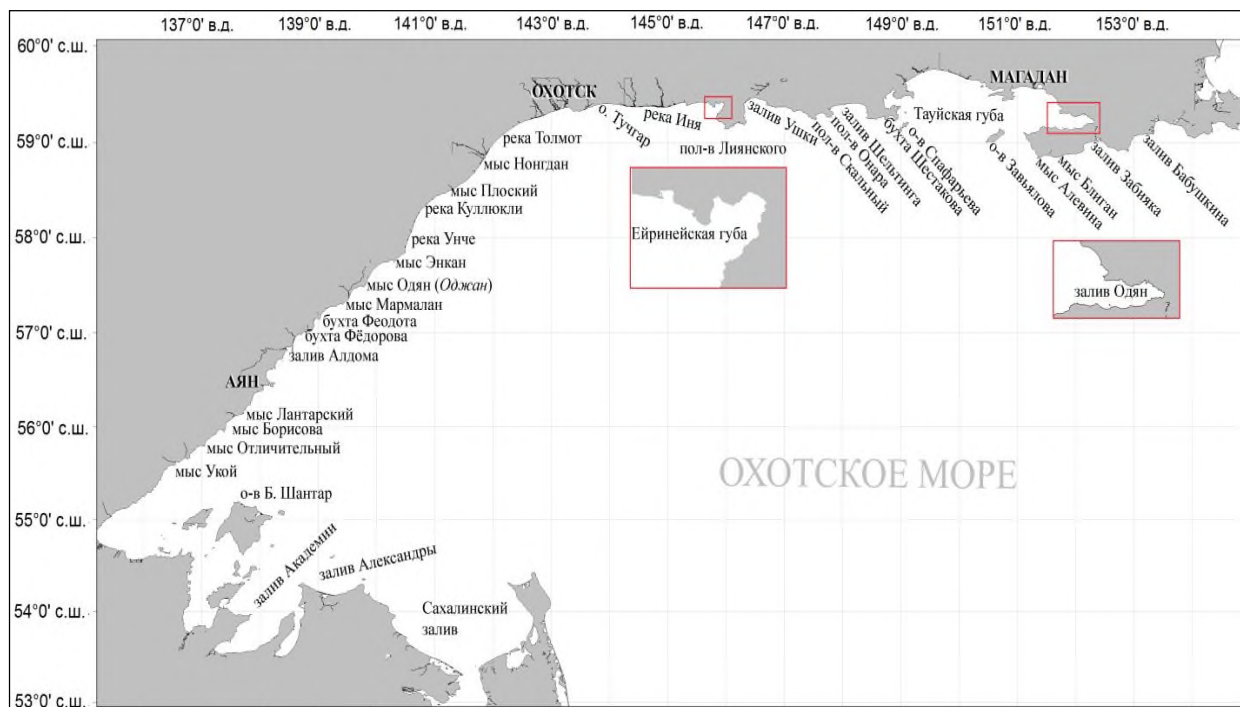


Рис. 2. Географические названия в районе проведения НИР в Северо-Охотоморской подзоне.

Обоснование выбора методов оценки запаса. В расчетах величины запасов крабов использовали метод сплайн-аппроксимации [Stolyarenko 1986,

1987; Столяренко, Иванов 1988] и компьютерную программу «КартМастер 4.1» [Бизиков и др., 2007]. В расчетах применялся средний показатель влияния глубины – 500, параметр сглаживания – 0,032; площадь облова конусовидной ловушки – 3300 м² [Васильев, 2004].

Расчет ожидаемой величины промыслового запаса камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне проводился по прогностической формуле, учитывающей пополнение пререкрутами 1 и 2 порядка (особи размерной группы 110-119 и 120-129 мм по ширине карапакса, соответственно), за минусом естественной и промысловой смертности. Коэффициент естественной смертности промысловых самцов и пререкрутов 1 и 2 порядка камчатского краба принят 0,72 и 0,81, соответственно. Прирост пополнения составляет 1 см в год.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Промысел камчатского краба может осуществляться по всей акватории Северо-Охотоморской подзоны от зал. Александры (54°15' с.ш., 139°20' в.д.) на юго-западе до зал. Бабушкина на северо-востоке. В 2024 г., как и в предыдущие годы, основной лов проводился на участке побережья от м. Борисова (55°57' с.ш., 137°30' в.д.) до м. Энкан (57°45' с.ш., 140°20' в.д.) и в районе, расположенном на севере и северо-востоке от о. Большой Шантар. В 2024 г. в разные периоды лов вели 16 судов (табл. 2).

Таблица 2

Вылов камчатского краба и количество судосудок лова по судам в Северо-Охотоморской подзоне в 2024 г. (данные ССД Росрыболовства)

№	Судно	Вылов т.	Судосудок лова
1	СТР «АКВАРИУС»	6,272	3
2	СРТМ «АРКА-34»	65,681	10
3	РС «БЕКАС»	50,402	11
4	СРТМ «ВОСТОК»	10,42	6
5	КРПС «ГЕПАРД»	66,572	9
6	РС «ГРИНДА»	1,783	2
7	МмДС «ЕНИСЕЙ»	85,066	17
8	РС «КРЕЧЕТ»	37,805	7
9	СРМС «ЛАЗУРИТ»	100,609	25
10	СДСУ «САРТАНГ»	100,097	18
11	СРТМ «СОВЕРЕН»	66,307	10
12	СДС «СОЛВЕЙГА»	21,607	8
13	СДС «ТАЛАН»	66,427	24
14	РС «УЗОН»	43,318	7
15	СРТ «ЮПИТЕР»	65,887	18
16	СДС «ЯХОНТ»	44,008	12
Итого		832,261	187

Среднесуточный вылов одного судна был высоким и изменялся по месяцам от 1,208 до 4,575 т, а в среднем составил 4,451 т, что соответствует уровню 2022-2023 гг. (табл. 3). Большая часть объема допустимого вылова (93,1%) в 2024 г. традиционно была освоена в летний период, до ежегодного запрета на промысел.

Таблица 3

Характеристика промысла камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне
(данные ССД Росрыболовства)

Год	Среднесуточный вылов одного судна по месяцам и годам, т									Кол-во судов на промысле
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	
2004	-	0,010	-	-	0,722	1,368	1,945	5,553	1,920	15
2005	0,493	0,981	0,968	0,526	0,535	0,617	1,630	1,471	0,903	19
2006	0,791	0,556	0,364	0,422	0,838	1,405	1,298	1,310	0,873	20
2007	0,548	0,854	1,055	0,914	1,076	1,463	2,524	1,229	1,208	23
2008	-	0,480	0,584	0,467	0,867	0,976	1,656	0,710	0,820	32
2009	-	0,734	0,720	0,665	1,225	1,451	2,900	-	1,283	26
2010	-	0,403	0,502	0,429	1,089	2,073	2,243	-	1,123	25
2011	0,707	0,955	0,671	1,305	1,221	0,820	0,923	3,100	1,213	19
2012	-	1,063	0,864	0,889	1,256	2,133	0,860	-	1,178	21
2013	-	0,333	0,632	1,779	2,208	1,626	1,137	-	1,286	20
2014	0,295	0,248	1,274	1,944	2,285	1,669	-	-	1,286	17
2015	-	0,737	2,336	0,089*	2,819	2,425	5,104	-	2,252	6
2016	-	0,392	1,620	-*	4,464	2,318	-	-	2,199	10
2017	0,315	1,312	2,761	-*	2,333	4,072	2,437	-	2,205	10
2018	0,391	0,814	3,020	-*	3,373	1,953	4,681	-	2,372	16
2019	1,339	3,268	3,161	-*	2,699	3,142	-	-	2,964	19**
2020	-	2,701	3,440	-*	3,352	1,795	3,096	-	2,877	23***
2021	-	6,577	4,006	-*	3,199	2,064	4,432	-	4,335	17
2022	13,538	5,530	4,083	-*	2,078	3,609	2,032	-	4,364	22
2023	-	7,364	3,658	-*	4,563	2,418	3,460	4,524	4,375	18
2024	4,281	4,575	4,368	-*	-	1,208	-	-	4,451	16

* в 2015 г., согласно приказа Минсельхоза от 21 октября 2013 г. № 385, с изменениями на основании приказа Минсельхоза России от 4 февраля 2015 года № 32, введен запрет на специализированный промысел камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне на период линьки (1–31 августа);

** из них 2 НИС;

*** из них 1 НИС.

За последние 10 лет степень освоения ОДУ была весьма высокой и варьировала в пределах 90-98%. Согласно официальной статистике промысла, объем ОДУ в этом районе осваивается практически полностью (рис. 3). Общий вылов камчатского краба в 2024 г. составил 871,153 т (97,9% от величины выделенного объема ОДУ). Из них 832,261 т – промышленный лов, 3,892 т – НИР, 32,992 т – любительское рыболовство, 2,008 т – рыболовство в целях обеспечения традиционного образа жизни и осуществления традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока РФ.

В период исследований в пределах Магаданской области (восточнее 147° в.д.) в августе 2024 г. уловы промысловых самцов камчатского краба были ожидаемо низкими и не превышали 0,4 экз./лов., непромысловых – 1,2 экз./лов., самок – 0,2 экз./лов. Несмотря на невысокие уловы, камчатский краб в уловах встречался на четверти всех ловушечных станций (25,4%).

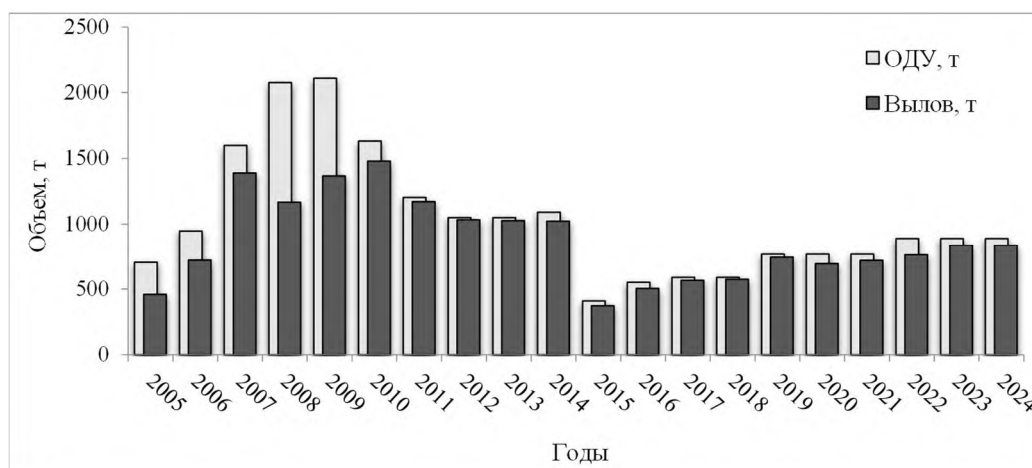


Рис. 3. Динамика освоения ОДУ камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне.

Биологическая структура камчатского краба из уловов в Северо-Охотоморской подзоне (Притауйский район и Тауйская губа) относительно стабильна. Размеры самцов камчатского краба в уловах 2024 г. колебались от 80 до 225 мм по ширине карапакса. Средняя ШК промысловых самцов в 2024 г. равнялась $155,5 \pm 3,3$ мм, средняя масса – 1922 ± 136 г (табл. 4). Доля промысловых самцов достигала 48,5%.

Таблица 4

Биологические показатели камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне
(Притауйский район и Тауйская губа)

Год	Средняя ширина карапакса, мм		Средняя масса промысловых самцов, г	Доля промысловых самцов, %	Доля самок, %	Проанализировано крабов, экз.
	самцов	Промысловых самцов				
2000	131,5 \pm 3,4	149,4 \pm 2,9	1638 \pm 66	48,6	9,8	41
2001	126,3 \pm 1,3	149,1 \pm 1,6	1628 \pm 48	30,7	30,2	341
2002	133,9 \pm 0,6	148,7 \pm 0,4	1617 \pm 26	59,6	18,1	1683
2005	135,7 \pm 1,8	149,8 \pm 1,4	1650 \pm 47	63,2	3,7	161
2008	125,5 \pm 1,9	138,1 \pm 1,3	1324 \pm 27	44,2	13,3	60
2009	126,4 \pm 2,5	143,8 \pm 1,7	1477 \pm 54	43,8	17,9	78
2011	137,8 \pm 0,8	152,8 \pm 0,6	1739 \pm 32	66,1	10,4	966
2013	123,6 \pm 1,1	154,9 \pm 1,4	1800 \pm 41	29,5	26,0	673
2017	129,9 \pm 1,0	145,2 \pm 1,1	1510 \pm 45	46,6	4,7	403
2020	143,1 \pm 3,9	156,2 \pm 3,5	1942 \pm 150	68,2	2,2	45
2024	132,7 \pm 3,4	155,5 \pm 3,3	1922 \pm 136	48,5	14,3	77

В пределах Хабаровского края камчатский краб облавливался от зал. Александры до м. Ушки, на глубинах 13-96 м. Плотные промысловые концентрации традиционно фиксировали от о-ва Б. Шантар до м. Энкан (54°52' - 57°39' с.ш., 138°11' - 140°01' в.д.), на глубинах 31-93 м. Средний улов промысловых самцов на этом отрезке работ составил 3 экз./лов. Максимальный улов 29 экз./лов. фиксировали севернее о-ва Б. Шантар. Промысловые концентрации с плотностью более 600 экз./км² наблюдали на глубинах 50-60 м (рис. 4).

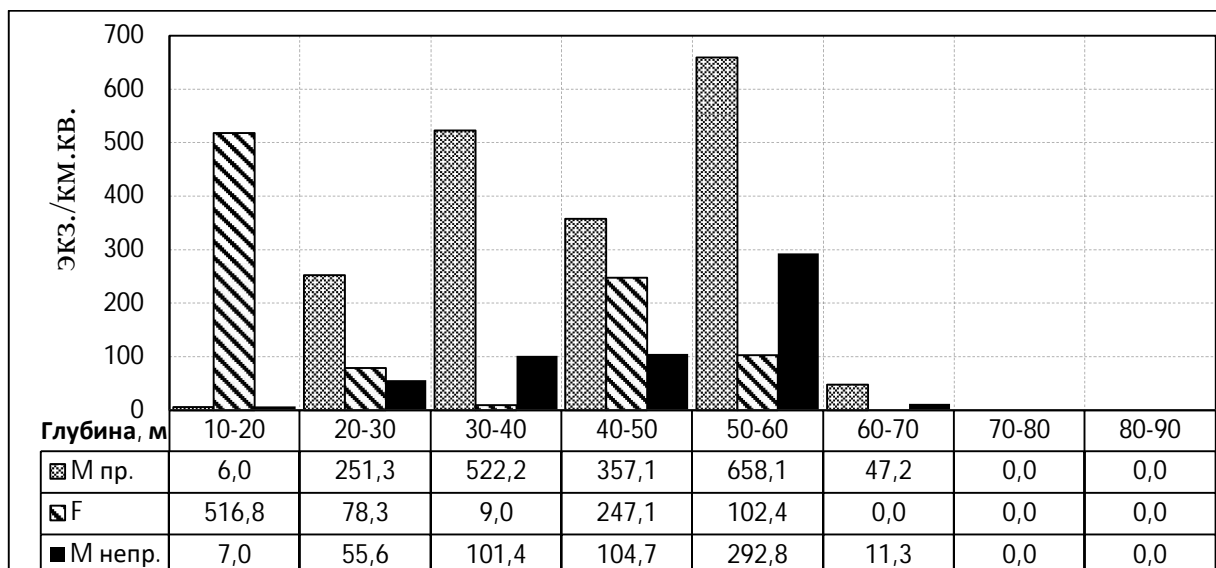


Рис. 4. Батиметрическое распределение камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне западнее 147° в.д., в сентябре-октябре 2024 г.

В уловах камчатского краба (количественно) преобладали самцы промыслового размера (43,1%), самки составили 35,8%, самцы непромыслового размера – 21,1%, соответственно.

Основу уловов самцов камчатского краба, около 76,2%, составляли особи с шириной карапакса 120-169 мм (min = 64 мм, max = 186 мм, $s_{\bar{c}} = 0,420$) (рис. 5). Средний размер карапакса самцов составил 137,4 мм, средняя масса тела – 1359 г (min = 180 г, max = 3130). Средний размер промысловых самцов составил 149,5 мм, средняя масса тела – 1711 г.

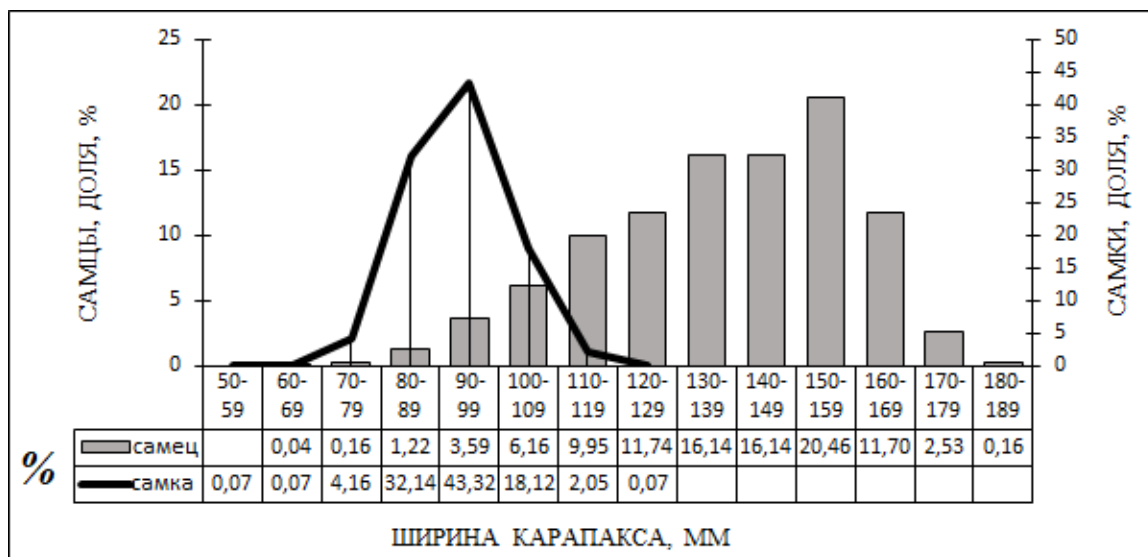


Рис. 5. Размерный состав самцов (N=2453 экз.) и самок (N=1369 экз.) камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне западнее 147° в.д., сентябрь-октябрь 2024 г.

В уловах самок 75,5% составили особи с шириной карапакса 80-99 мм. Средний размер карапакса самок составил 92,3 мм (min = 58 мм, max = 124 мм), средняя масса – 488 г.

Анализ размерного состава самцов показал, что доля пререкрутов 1 и 2 порядка (размерные классы 110-119 мм и 120-129 мм по ШК,

соответственно) составила 21,7%, что выше уровня 2020 г. (19,5%) (рис. 6). Доля промысловых самцов (≥ 130 мм по ШК) составила 61,7%, самцов менее 110 мм по ШК – 11,2%. В 2024 г. наблюдалось увеличение среднего значения ШК промысловых самцов до максимального (за период 1996-2020 гг.), оно находилось на близком к уровню среднего значения ШК до начала интенсивного промысла.



Рис. 6. Размерный состав самцов камчатского краба из уловов в Северо-Охотоморской подзоне, западнее 147° в.д., в 2020 г. (N=2056 экз.) и 2024 г. (N=2453 экз.).

Учитывая, что в уловах самцов присутствуют особи всех размерно-функциональных классов, их распределение в размерной структуре соответствует многолетнему распределению, средний размер карапакса всех самцов в 2024 г. составил $137,4 \pm 0,4$ мм, в 2020 г. – $137,2 \pm 0,4$ мм. Продолжается увеличение ШК промысловых самцов в сторону крупноразмерных особей, а также увеличение среднего улова промысловых самцов на ловушку до 1,5 экз. Есть основания считать, что группировка самцов камчатского краба западнее 147° в.д. находится в хорошем состоянии (табл. 5).

Таблица 5

Биологические показатели камчатского краба
в Северо-Охотоморской подзоне (западнее 147° в.д.)

Год	Средняя ширина карапакса, мм		Средняя масса пром. самцов, г	Доля пром. самцов, %	Средний улов на ловушку пром. самцов экз./лов.	Доля самок, %	N ** экз.
	самцов	пром. самцов					
2013	$101,5 \pm 0,4$	$140,8 \pm 1,0$	1372 ± 351	3,0	0,1	36,1	3964
2014	$108,5 \pm 0,2$	$138,5 \pm 0,8$	1334 ± 242	1,6	0,1	60,2	6101
2015	$110,9 \pm 0,2$	$135,0 \pm 0,3$	1231 ± 86	4,9	0,3	20,7	6040
2017*	$114,5 \pm 0,3$	$136,2 \pm 0,2$	-	22,4	-	1,6	4372
2018	$126,9 \pm 0,3$	$138,4 \pm 0,2$	1378 ± 64	43,1	1,1	4,2	4194
2020	$137,2 \pm 0,4$	$144,6 \pm 0,2$	1567 ± 72	50,0	0,9	33,5	2550
2023*	$134,6 \pm 0,5$	$148,3 \pm 0,4$	-	57,7	-	2,1	1626
2024	$137,4 \pm 0,4$	$149,5 \pm 0,3$	1711 ± 145	43,1	1,5	35,8	3822

*в 2017 г. и 2023 г. работы проводились исключительно в районе о. Большой Шантар;

** проанализировано всего особей.

Действующие меры ограничения рыболовства. По «Правилам рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна», утверждённым Приказом Минсельхоза России от 06.05.2022 г. № 285, для краба камчатского в Северо-Охотоморской подзоне установлен промысловый размер не менее 13 см по ширине карапакса. Кроме того, в Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна внесены запретные сроки для добычи камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне – с 1 августа по 31 августа.

Оценка состояния и прогноз промыслового запаса. По результатам ловушечной съемки, выполненной в Северо-Охотоморской подзоне в августе-октябре 2024 г., на обследованной акватории площадью около 60,3 тыс. км² учтено 23,724 тыс. т или 13,851 млн экз. промысловых самцов камчатского краба (рис. 7; табл. 6).

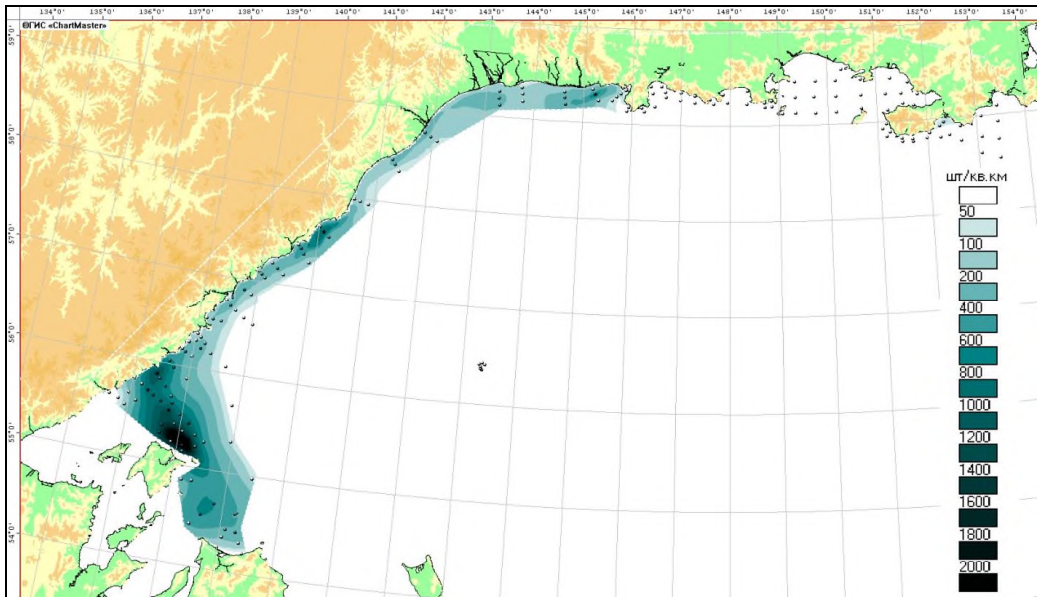


Рис. 7. Распределение плотности промыслового запаса камчатского краба по данным ловушечных уловов в Северо-Охотоморской подзоне в 2024 г.

Таблица 6

Результаты расчета промыслового запаса камчатского краба
в Северо-Охотоморской подзоне, по результатам исследований в 2024 г.

Северо-Западная часть (западнее 147° в.д.)			Северо-Западная часть (восточнее 147° в.д.)		
Площадь, км ²	Запас, тыс. экз.	Запас, т	Площадь, км ²	Запас, тыс. экз.	Запас, т
1679,7	33	56,5	15745	119	228,7
3181,1	243	415,8			
9605,1	1475	2523,7			
10289,9	2914	4985,9			
5645,2	2810	4807,9			
1945,1	1350	2309,9			
1528,0	1377	2356,0			
879,1	957	1637,4			
493,5	641	1096,8			
291,4	436	746,0			
203,9	345	590,3			
163,9	312	533,8			
355,9	839	1435,5			
36261,8	13732	23495,5	15745	119	228,7

Численность промысловых самцов в Притауйском районе и Тауйской губе в 2024 г. составила 119,0 тыс. экз. (228,7 т). Поскольку работы в Притауйском районе и Тауйской губе проходили в августе (по многолетним наблюдениям, в этот период проходит массовая линьки самцов), полученное значение текущей численности не может отражать реального состояния запаса, так как большая часть самцов была не активна и ловушками не облавливалась. С учётом слабо развитого промысла, можно предположить, что состояние запасов камчатского краба в территориальном море и внутренних морских водах Северо-Охотоморской подзоны (Притауйский район и Тауйская губа) сохраняется на уровне не менее 491,0 тыс. экз. (952,5 т) (по результатам ловушечной съемки 2020 г.).

В северо-западном районе Северо-Охотоморской подзоны (западнее 147° в.д.) численность промыслового запаса (13,732 млн экз.), оцененная по данным 2024 г., увеличилась в 1,3 раза относительно величины, рассчитанной по результатам работ, выполненных в 2020 г. (10,53 млн экз.), и находится близко к рекордной отметке, отмеченной в 2018 г. – 15,4 млн экз. (рис. 8).

В северо-западной части Северо-Охотоморской подзоны (западнее 147° в.д.) сосредоточен основной промысел камчатского краба, поэтому промысловый запас камчатского краба подвержен значительным колебаниям и требует проведения тщательного анализа и сравнения биологических и промысловых данных. Согласно многолетним наблюдениям, промысловая численность камчатского краба за исторический период в 20 лет совершала как подъемы, так и снижения. В среднем, фаза снижения или увеличения численности длилась около 5 лет, а полный цикл – 10-11 лет (рис. 8).

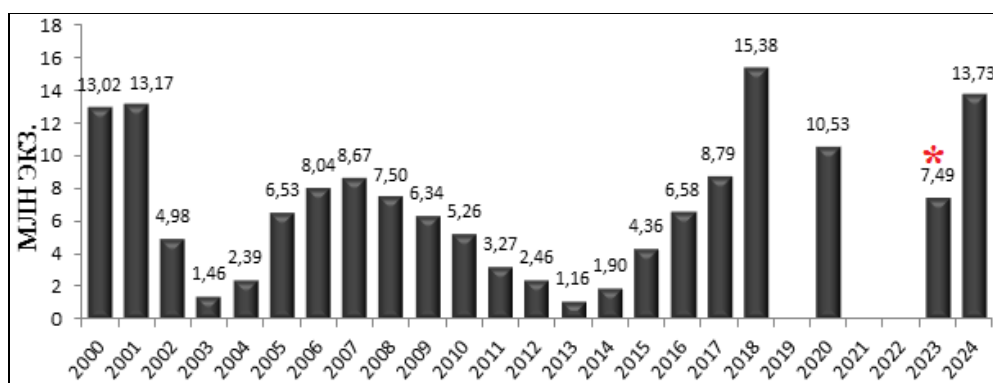


Рис. 8. Динамика промысловой численности камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне, западнее 147° в.д. (В 2019, 2021, 2022 гг. НИР не проводились).

*- численность на 2023 г. дана только для Аяно-Шантарского района – см. рисунки 1 и 7.

Данная цикличность связана с колебанием численности пополнения (рис. 9). Зная значение промысловой численности (13,732 млн экз.), а также долю размерных групп в общих уловах самцов камчатского краба в 2024 г., можно рассчитать численность пререкрутов 1 и 2 порядка.

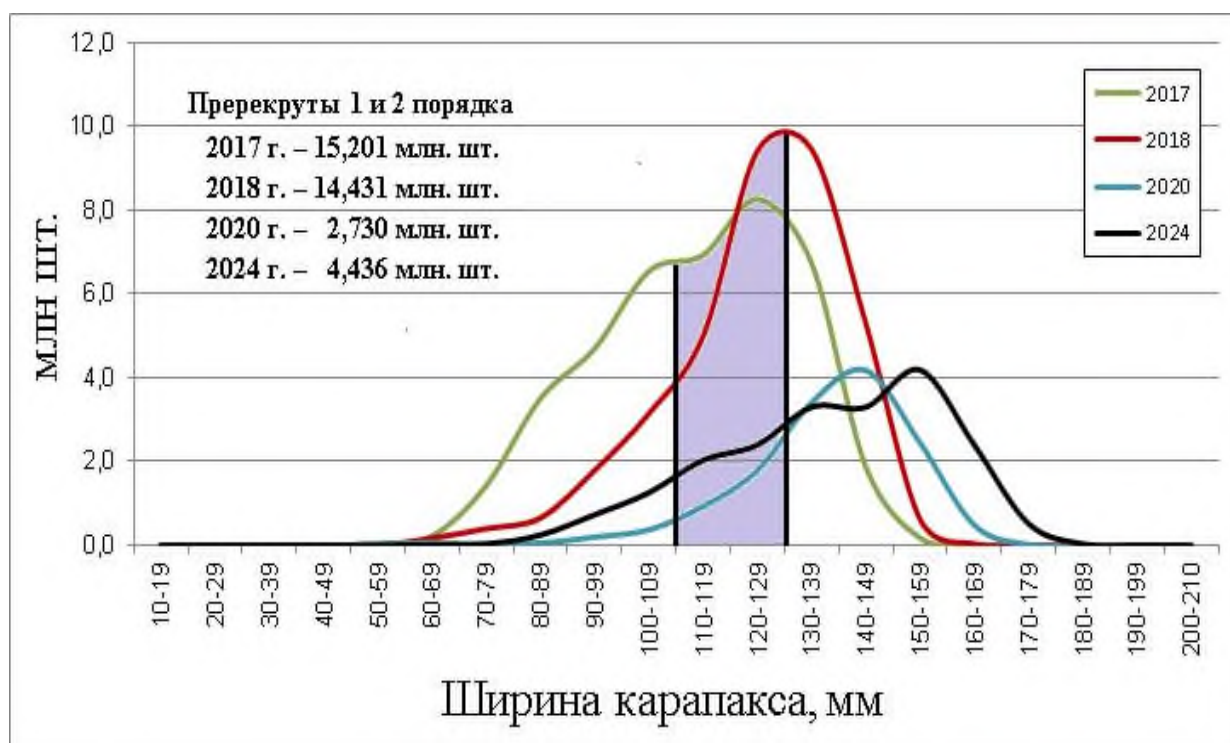


Рис. 9. Размерная структура самцов камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне, западнее 147° в.д., в 2017, 2018, 2020 и 2024 гг.

Полученное значение составило 4,436 млн экз., т.е. рост, в сравнении с 2020 г., в 1,6 раз (рис. 10). Промысловая биомасса в 2024 г. (23,495 тыс. т) в районе западнее 147° в.д. остаётся в «благополучной» зоне и показывает максимальное значение за более чем 20 летний период наблюдений (рис. 11).

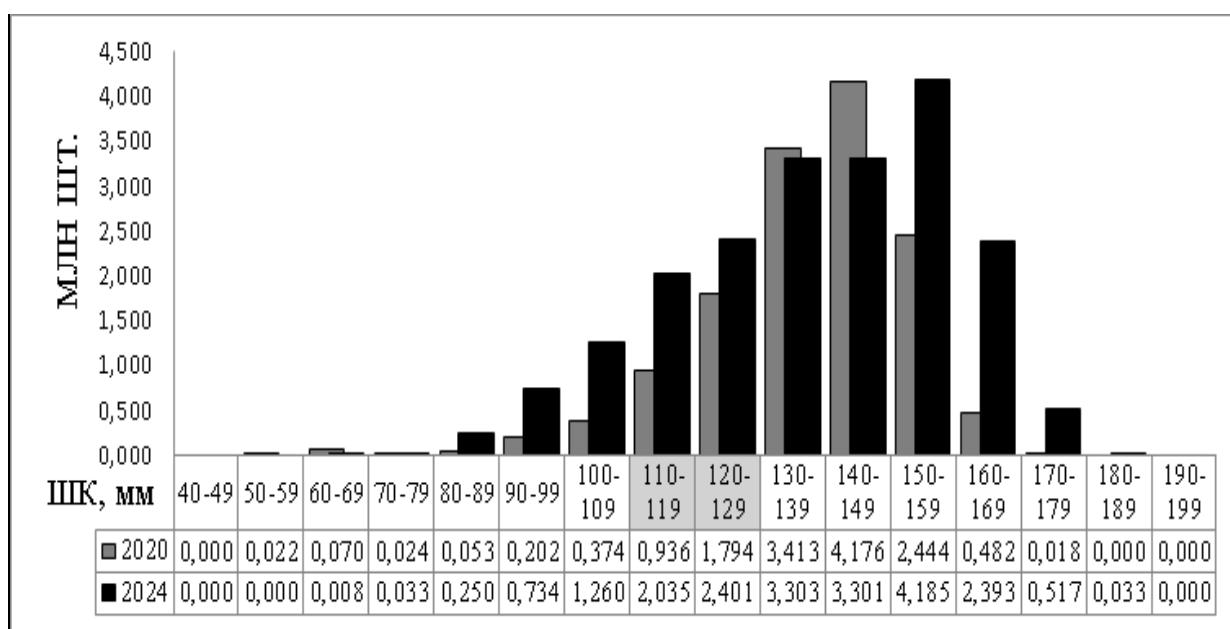


Рис. 10. Размерная структура самцов камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне, западнее 147° в.д., в 2020 и 2024 гг.

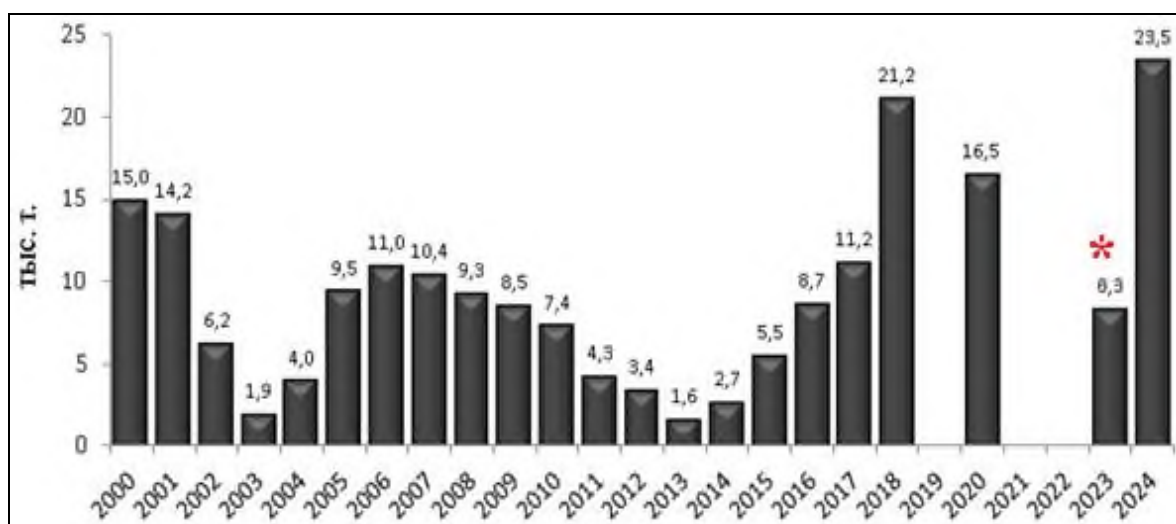


Рис. 11. Динамика промысловой биомассы камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне, западнее 147° в.д. (В 2019, 2021, 2022 гг. НИР не проводились).

*- запас на 2023 г. дан только для Аяно-Шантарского района – см. *рисунки 1 и 6*.

Увеличение биомассы обеспечили крупные особи (размерные классы 150-159 мм, 160-169 мм), которые повлияли на определение средней массы тела промысловых самцов в 2024 г. в сторону ее увеличения (см. раздел – «Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла»). Однако в уловах 2024 г. не наблюдается урожайного поколения уровня 2017-2018 гг., соответственно, промысловый запас будет пополняться умеренно и в результате естественной элиминации крупных особей, достигших возрастного предела, вероятно, будет снижаться. Тем не менее, имеющийся в настоящее время потенциал промыслового запаса в ближайшие два года (2025-2026 гг.), с учетом как промысловой, так и естественной смертности, сохранит свою позицию в зоне постоянной интенсивности промысла (см. *рис. 13*).

Численность промысловой части запаса камчатского краба Северо-Охотоморской подзоны рассчитана на основе абсолютной численности крабов в размерных классах, определенной по результатам мониторинговых работ 2024 г., с учетом естественной и промысловой смертности.

Численность промысловых самцов в 2026 г. рассчитывали по уравнениям:

$$N_{i+1} = (N_i - C_i) \times (1 - A) + PR1 \times (1 - Ap),$$

$$N_{i+2} = (N_{i+1} - C_{i+1}) \times (1 - A) + PR2 \times (1 - Ap)^2,$$

N_i – численность промысловых самцов в 2024 г., млн. экз.,

C_i – вылов в 2024 г., млн. экз.,

C_{i+1} – вылов в 2025 г., млн. экз.,

A – вероятность выживания, связанная с естественной смертностью, которая для промысловых самцов принята равной 28%/год,

Ap – вероятность выживания, связанная с естественной смертностью, которая для рекрутов принята равной 19%/год,

$PR1, PR2$ – численность пререкрутов первого и второго порядков, млн. экз.

Для расчета биомассы запаса использовано среднееголетнее значение массы тела в период 2011-2020 гг. – 1376 г. Результаты расчетов по данным, полученным в 2024 г., показали: ожидаемая биомасса промыслового запаса к началу промысла в 2026 г. составит не менее 9,300 млн экз. или 12,797 тыс. т и будет находиться выше целевого ориентира управления (8,3 тыс. т), т.е. в зоне постоянной интенсивности промысла («благополучной»).

Определение биологических ориентиров. Целевой индекс по биомассе (B_{tr}) определялся методом перцентилей, когда исторический ряд данных (за 2000-2020 гг.) делился на три равные группы значений [Буяновский, 2012]. Первая группа (красная) включала диапазон значений от 1,5 до 5,7; вторая группа (жёлтая) – от 5,7 до 10, третья группа (зеленая) – от 10 до 21,2. Для того чтобы исключить нежелательные изменения статуса запаса в будущем и сохранить устойчивый промысел, расчет велся по второй группе. Целевой индекс находили как математическое ожидание биомассы во второй группе. Таким образом, были получены биологические ориентиры: $B_{lim}= 1,50$ тыс. т, $B_{tg} = 8,3 \pm 0,4$ тыс. т, целевой коэффициент эксплуатации $E\%=10\%$ (рис. 12, 13; табл. 7).

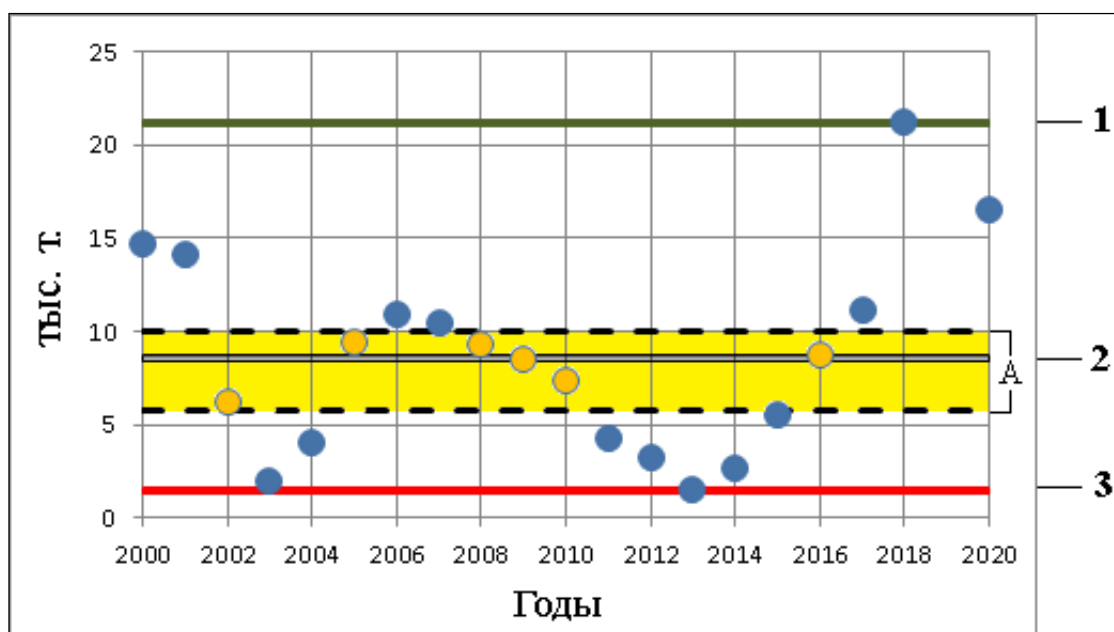


Рис. 12. Динамика промысловой биомассы камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне, западнее 147° в.д., с 2000 г. по 2020 г.

1 – исторически максимальное значение; 2 – целевой ориентир; 3 – исторически минимальное значение; А – вторая (жёлтая) группа.

Таблица 7

Ориентиры управления для камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне

	Граничный ориентир B_{lim}	Исторически максимальное значение	Целевой ориентир B_{tg}
	тыс. т / млн шт.	тыс. т / млн шт.	тыс. т / млн шт.
Камчатский краб	1,50 / 1,15	21,19 / 15,38	8,3 / 6,107

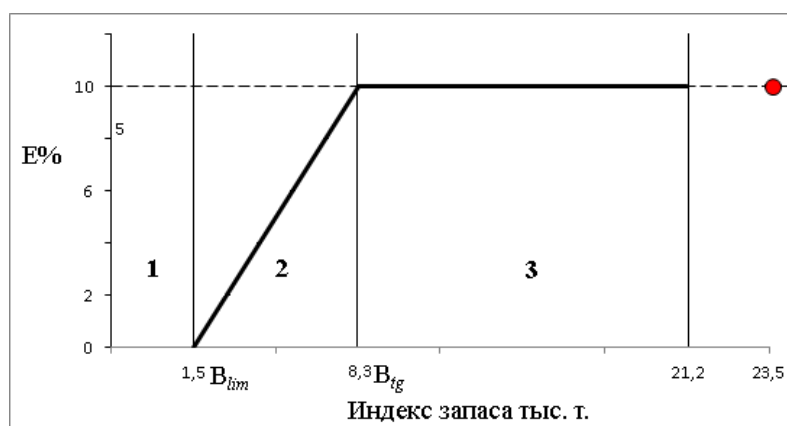


Рис. 13. Диаграмма зональных ПРП. E – коэффициент эксплуатации; B – промысловый запас; B_{lim} – граничный ориентир; B_{lg} – целевой ориентир. Зоны: 1 – подорванный (депрессивный) запас; 2 – восстановление запаса (неблагополучный); 3 – постоянной интенсивности промысла. (Красный маркер – промысловая биомасса в 2024 г.).

Согласно рекомендациям, прописанным в «Правилах регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов», целевой коэффициент эксплуатации камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне составляет 10%, однако, предельный уровень изменения ОДУ для камчатского краба может быть использован в пределах 16%. По данным, полученным в результате учетной съемки в 2024 г. и проведенным на их основе расчетам, потенциал промыслового запаса сохранится в ближайшие два года (2025-2026 гг.).

Поскольку динамика состояния индикатора запаса составляет менее 3-х лет, то статус запаса камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне «стабильный».

Обоснование объема ОДУ. По результатам съемки в 2024 г. численность промыслового запаса камчатского краба составила 13,851 млн экз., что в 1,3 раза превышает оценку, полученную в 2020 г. (10,53 млн экз.), и находится близко к рекордной оценке, полученной в 2018 г. (15,4 млн экз.). Оценка промысловой биомассы камчатского краба, полученная в 2024 г. (23,495 тыс. т), является максимальной за более чем 20-и летний период наблюдений, и превышает оценку 2018 г.

Ожидаемая биомасса промыслового запаса к 2026 г. составит не менее 9,300 млн экз. или 12,797 тыс. т, что превышает целевой ориентир управления (8,3 тыс. т) и позволяет применить целевой коэффициент изъятия – 10%. При таком подходе ОДУ мог бы составить 1,279 тыс. т, что в 1,5 раза превышает величину ОДУ, установленную на 2025 год (0,890 тыс. т).

В соответствии с Правилами регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов предельный уровень ежегодного изменения ОДУ для данной единицы запаса, имеющей статус «стабильный», составляет $\pm 16\%$. Следовательно, ОДУ камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне в 2026 году может быть увеличен на 0,142 тыс. т до 1,032 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба камчатского в Северо-Охотоморской подзоне на 2026 г. в объеме 1,032 тыс. т.**

Краб камчатский (*Paralithodes camtschaticus*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.2 – подзона Западно-Камчатская

61.05.4 – подзона Камчатско-Курильская

Исполнители: П.Ю. Иванов, О.И. Ильин (КамчатНИРО),
А.Д. Абаев (МагаданНИРО)

Кураторы: Д.В. Артеменков, С.И. Моисеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Для обоснования величины ОДУ камчатского краба в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах на 2026 г. использованы данные учетных донных траловых съемок, выполненных в 2024 г. к югу от 57°40' с.ш.: на СТР «Сланцы» (ОАО «РК «Приморец») в июне и на НИС «Профессор Кагановский» (ТИНРО) в июле. Судами выполнено 215 и 214 учетных тралений в пределах глубин 12–240 и 13–454 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 камчатского краба принят равным 0,75 [Мясоедов, 1986]. Общая обследованная площадь составила, соответственно, около 52,5 и 50,4 тыс. км². Биологическому анализу подвергнуто, в общей сложности, 6028 экз. самцов камчатского краба.

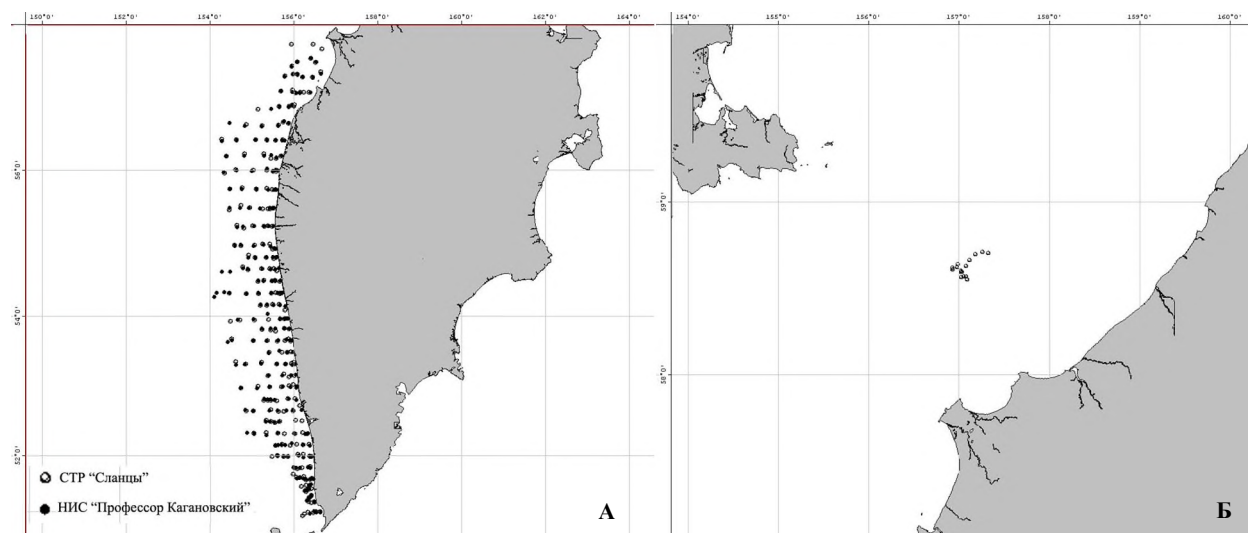


Рис. 1. Карта-схема расположения контрольных станций учетных донных траловых съемок на западно-камчатском шельфе летом (А) и учетных промысловых порядков в Западно-Камчатской подзоне осенью 2024 г. (Б).

Для характеристики популяции, 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».

Для анализа размерного ряда и получения показателей уловов на усилие функциональных групп самцов камчатского краба, как входных параметров модели, использованы материалы, полученные КамчатНИРО на промысле камчатского краба в Западно-Камчатской подзоне в ноябре 2024 г. (рис. 1Б). Исследования проводились в новом районе промысла в зал. Шелихова – к северу от 57°40' с.ш. Выполнен анализ улова 16 промысловых порядков, состоящих из 160 конусных японских ловушек, проведен биоанализ 2570 экз. самцов камчатского краба.

Для характеристики запаса в новом районе промысла, к северу от 57°40' с.ш., использованы данные учетных ловушечных съемок, выполненных осенью 2022 г. на СТР «Шантар-1» и в 2023 г. на НИС «Зодиак». В ходе съемки в 2022 г. выполнено 122 учетные ловушечные станции на глубинах 39–459 м, площадь, охваченная съемкой, составила около 46 тыс. км² (рис. 2А), биологическому анализу подвергнуто 6104 экз. камчатского краба. В 2023 г. на площади около 25 тыс. км² осуществлена постановка–выборка 72 контрольных порядков в диапазоне глубин 23–286 м (рис. 2Б), проанализировано 2796 экз. камчатского краба. При расчете запаса камчатского краба площадь облова одной конусной ловушки принималась равной 8500 м², по аналогии с синим крабом для данного района [Характеристика..., 1997; Лысенко, 2001 а, б]. Оценка численности камчатского краба в новом районе его добычи, к северу от 57°40' с.ш., в 2024 г. не проводилась.

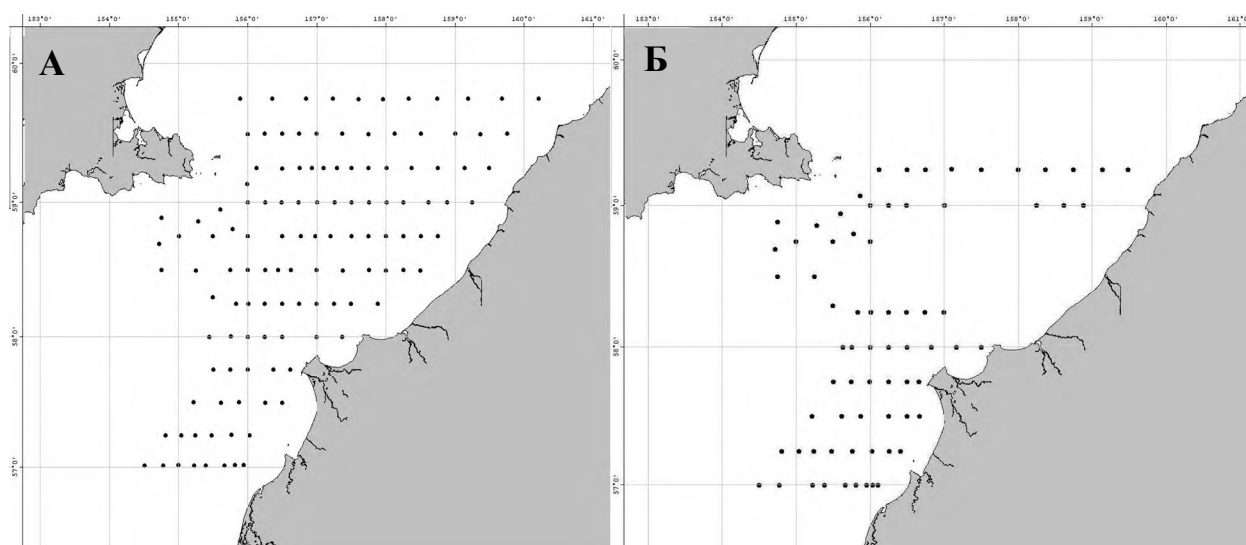


Рис. 2. Карта-схема расположения контрольных станций учетной ловушечной съемки на участке западно-камчатского шельфа к северу от 57°00' с.ш. в 2022 г. (А) и 2023 г. (Б).

Для ретроспективного анализа состояния запаса и настройки модели использованы многолетние (1996–2022 гг.) данные учетных донных траловых и ловушечных съемок, а также материалы, собранные в эти годы на промысловых судах в режиме мониторинга промысла камчатского краба. Для расчета оценок фактического вылова камчатского краба у Западной Камчатки использованы данные таможен Японии, Республики Кореи, США, Канады об объемах импорта крабовой продукции из Российской Федерации

[Иванов, 2016]. Фактический вылов в 2017–2024 гг. приняли равным официальному.

Анализ промысла проводился с использованием 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 применялась программа «FMS analyst» [Vasilets, 2015].

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

Обоснование выбора метода оценки запаса. Для оценки запаса камчатского краба в северно-западной части Западно-Камчатской подзоны, в границах побережья Магаданской области, использованы данные с 2000 по 2013 гг., полученные с помощью стационарных ловушек. Методика учета применяется сотрудниками ФГБНУ «МагаданНИРО» с 1994 г. В ее основе лежит прямой метод определения биомассы крабов на обследованной площади [Васильев, 2004]. Алгоритм расчета методом весовой интерполяции реализован в программе «Е1 Мара» [Радченко, Васильев, 2001], по результатам экспериментальных работ [Васильев, 2004].

В районах шельфа Западной Камчатки, расположенных южнее 57°40' с.ш., и в районе залива Шелихова для оценки численности запаса камчатского краба западно-камчатского шельфа КамчатНИРО использует как метод прямого учета, так и методы математического моделирования.

Согласно Приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, «доступная информация обеспечивает проведение всестороннего аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ с использованием структурированных моделей эксплуатируемого запаса».

Оценку состояния запасов с помощью моделей теории рыболовства и прогнозирования величины ОДУ морских промысловых беспозвоночных для шельфа Западной Камчатки, в т.ч. камчатского краба, в начале 2000-х годов проводил В.П. Максименко [Максименко, 2003; Максименко, Лысенко, 2002]. В тот период использовались популярные когортные методы ВПА [Pope, Shepherd, 1985] и CAGEAN [Deriso et al., 1985]. Однако при моделировании запасов не принимался во внимание неофициальный вылов, тогда как в то время он значительно превышал ОДУ и официальный вылов, и, вследствие этого, были получены заниженные оценки запаса. После этих работ оценка состояния запасов промысловых беспозвоночных западно-камчатского шельфа с помощью математических методов, фактически, не проводилась.

С 2015 г. для оценки ресурсов камчатского краба западно-камчатского шельфа применяется модель CSA [Collie, Sissenwine, 1983; Collie, Kruse, 1998], описывающая динамику функциональных групп (молодь, пререкруты I и II порядков, промысловые самцы, самки). Использование подобных моделей целесообразно в том случае, когда возраст объекта исследования

определить не удастся, но имеется возможность по линейным размерам установить их принадлежности к той или иной функциональной группе.

Оценка состояния запасов морских промысловых биоресурсов, как правило, сводится к задаче определения вектора состояния (численность возрастных, размерных, функциональных групп) по результатам ряда наблюдений. Наблюдения сопровождаются случайными ошибками, а значит следует говорить не об определении состояния системы, а об его оценивании путем статистической обработки результатов наблюдений. Так как моделью рассматриваемой системы «запас-промысел» служит система стохастических разностных уравнений линейной регрессии, целесообразно применить методы линейной оптимальной фильтрации [Bucy, Joseph, 1968] и интерполяции [Grewal, Andrews, 1993]. Подробное описание используемой методики оценки запасов изложено в статье О.И. Ильина и П.Ю. Иванова [2015]. Оценка состояния запаса и неизвестных параметров модели сводится к решению совместной задачи оптимальной фильтрации (интерполяции) и идентификации.

Исходными данными для оценки состояния запасов камчатского краба шельфа Западной Камчатки послужили:

- данные о фактическом вылове самцов (млн экз.) по функциональным группам (пререкруты I и II порядков, промысловые самцы) и годам (1996–2024 гг.), полученные на основании оценок объемов вылова и данных о размерном составе (*табл. 1*). Алгоритм оценки фактического вылова камчатского краба до 2016 г. приводится в работе П.Ю. Иванова [2016]. Полученный фактический вылов и был заложен в расчеты, при этом вылов промысловых самцов в 2017–2024 гг. принят равным официальному;

- мгновенные коэффициенты естественной смертности составляют $0,2 \text{ год}^{-1}$ для всех трех функциональных групп;

- вероятность линьки по функциональным группам [Лысенко, 2001в].

Настройку модели проводили по следующим индексам:

- данным учетных донных траловых съемок о численности промысловых самцов и пререкрутов камчатского краба на всем шельфе Западной Камчатки в 1996–2022 и 2024 гг. Численность оценивалась при помощи программы ГИС «КартМастер v. 4.1», методом сплайн-аппроксимации плотности запаса [Stolyarenko, 1986, 1987; Столяренко, Иванов, 1988];

- сведениям об уловах промысловых самцов на единицу промыслового усилия по результатам ловушечных съемок и материалам собранным на судах в режиме промысла.

За весь период исследований камчатского краба приняты следующие размерные показатели самцов по отдельным размерно-функциональным группам: промысловые самцы – 150 мм и более по ширине карапакса, пререкруты I порядка – 140-149 мм, пререкруты II порядка – 130-139 мм, маломерные самцы – менее 130 мм.

Таблица 1

Фактический вылов (млн экз.) самцов камчатского краба по функциональным группам

Год	Пререкруты II	Пререкруты I	Промысловые самцы
1996	5,390	4,615	12,799
1997	5,434	4,823	12,456
1998	3,931	4,928	16,525
1999	4,662	5,023	16,982
2000	5,344	5,196	12,885
2001	4,083	4,189	9,525
2002	2,743	2,175	3,551
2003	1,068	1,062	3,664
2004	1,902	1,892	6,528
2005	1,168	1,956	7,520
2006	2,333	2,109	9,099
2007	2,975	2,136	9,306
2008	1,190	0,993	3,559
2009	0,444	0,518	3,409
2010	0,402	0,394	2,692
2011	0,563	0,781	4,066
2012	2,166	1,924	4,688
2013	1,021	1,122	4,468
2014	0,561	0,644	3,646
2015	0,590	0,677	3,834
2016	0,461	0,619	5,642
2017	0,659	0,974	5,290
2018	0,416	0,617	6,716
2019	0,605	0,972	6,757
2020	0,402	0,662	6,065
2021	0,236	0,373	5,507
2022	0,552	0,903	5,904
2023	0,313	0,482	6,303
2024	0,300	0,471	6,400

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. На шельфе, в районе, расположенном западнее склона залива Шелихова и далее на запад до залива Бабушкина (в границах северо-западной части Западно-Камчатской подзоны), камчатский краб плотных скоплений не образует. Так, за период 2000-2013 гг. наибольший годовой вылов в этом районе не превышал 40 т. Оценка состояния запаса на основе прямого учета в этом районе не проводилась уже более 10 лет. По материалам 2013 г. промысловый запас самцов на самом западном участке прибрежной акватории (58°53'–59°11' с.ш. и 153°30'–154°40' в.д.) составлял 116,4 тыс. экз. (256 т) при средней плотности скопления 106 экз./км². Современные данные о состоянии запаса камчатского краба, а также какая-либо статистика вылова, в том числе и спортивно-любительского, в этом районе отсутствуют.

В северо-восточной части Охотского моря, на западно-камчатском шельфе, наоборот, популяция камчатского краба многочисленная и распределяется вдоль всего западно-камчатского шельфа неравномерно, группируясь в сравнительно обособленные промыслово-миграционные участки или скопления, которые получили свое название по географической

привязанности: Хайрюзовское – к северу от 57°00' с.ш., группировка Северного Запретного района – 56°20'-57°00' с.ш., Ичинское – 55°00'-56°20' с.ш., Колпаковское – 54°00'-55°00' с.ш., Кихчикское – 53°00'-54°00' с.ш. и Озерновское – к югу от 53°00' с.ш. [Виноградов, 1957; Галкин, 1959, 1963; Чекунова, 1969; Родин, 1985; Левин, 2001].

Северная часть шельфа Западной Камчатки является ее репродуктивным центром, откуда пополняются полузависимые северная (Хайрюзовская) и южные (Ичинская и Колпаковская), а также зависимые (Кихчикская и Озерновская) субпопуляции камчатского краба [Виноградов, 1945; 1969; Лаврентьев, 1963; Родин, 1969; 1985; и др.]. Вся западно-камчатская популяция существует исключительно за счет пополнения краба из северных районов, общая волна миграций которого имеет южное направление [Родин, 1985]. Антропогенное воздействие, оказываемое на популяцию в конце 1990-х – начале 2000-х годов, а также отсутствие урожайных поколений привели к существенному снижению численности промысловых самцов и пререкрутов камчатского краба западно-камчатской популяции (рис. 3).

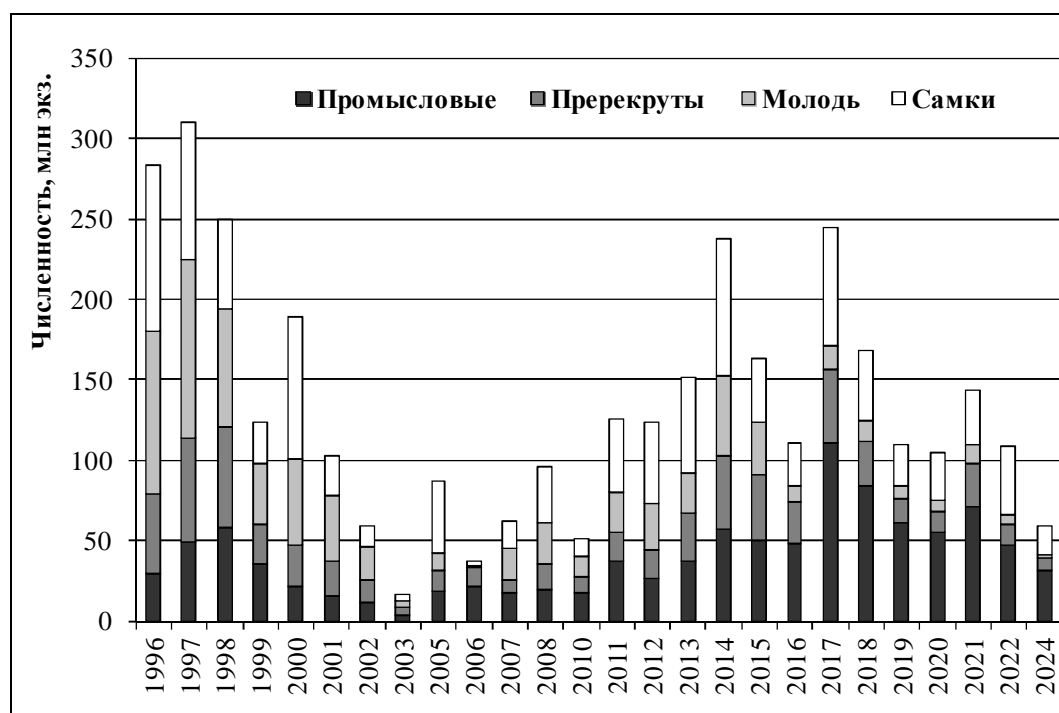


Рис. 3. Межгодовая динамика численности камчатского краба у Западной Камчатки к югу от 57°40' с.ш. в 1996–2024 гг., по данным учетных донных траловых съемок.

Для предотвращения коллапса популяции камчатского краба, с 2005 по 2012 гг. (за исключением 2007 г.) действовал запрет на промышленный лов. Результаты исследований 2013 г. показали, что численность промысловой части популяции превысила уровень, существовавший не только в начальный период запрета (2005 г.), но и в более ранний период (в 2000 г.), когда промысел велся весьма активно (см. рис. 3).

Итогом работ 2013 г. стала подготовка обоснования открытия промышленного лова камчатского краба уже в 2013 г., с корректировкой

объемов ОДУ, и с 22 ноября промышленный лов на Западной Камчатке, после семи лет запрета, возобновился.

Освоение запасов камчатского краба после возобновления промышленного лова находится на высоком уровне, о чем свидетельствуют данные *таблицы 2*.

Таблица 2

Межгодовая динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ камчатского краба
в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение ОДУ, %
	Западно-Камчатская подзона		
2013	3,630	3,531	97,3
2014	3,310	3,232	97,6
2015	5,332	5,229	98,1
2016	6,585	6,497	98,7
2017	8,574	8,531	99,5
2018	11,022	10,970	99,5
2019	11,022	10,967	99,5
2020	11,833	11,758	99,0
2021	12,362	12,301	99,5
2022	11,883	11,710	98,5
2023	13,608	13,011	95,6
2024	14,437	14,077	97,5
Камчатско-Курильская подзона			
2013	2,126	1,991	93,7
2014	1,792	1,715	95,7
2015	2,049	1,976	96,4
2016	2,530	2,454	97,0
2017	3,276	3,256	99,4
2018	4,383	4,343	99,1
2019	4,383	4,352	99,3
2020	3,522	3,381	96,0
2021	2,012	1,964	97,6
2022	1,930	1,802	93,4
2023	1,429	1,358	95,0
2024	0,576	0,515	89,4
Вся Западная Камчатка			
2013	5,756	5,522	95,9
2014	5,102	4,947	97,0
2015	7,381	7,205	97,6
2016	9,115	8,951	98,2
2017	11,85	11,787	99,5
2018	15,405	15,313	99,4
2019	15,405	15,319	99,4
2020	15,355	15,139	98,3
2021	14,374	14,265	99,2
2022	13,813	13,512	97,8
2023	15,037	14,369	95,6
2024	15,013	14,592	97,2

Общее количество судов, участвовавших в промысле, в последние годы имеет четкую тенденцию роста: в 2014 г. на добыче камчатского краба работало 29 судов, в 2020-2021 гг. – 76, в 2022 и 2023 гг. – 80 и 79, а в 2024 г. – уже 86 судов.

Результаты, полученные научными сотрудниками КамчатНИРО, работавшими на судах в режиме мониторинга промысла камчатского краба у Западной Камчатки, а также анализ промысловой статистики в путины последних четырех лет позволяют заключить, что ситуация с промысловым запасом камчатского краба отличалась от таковой ряда предыдущих лет. Так, среднесуточный вылов камчатского краба в Камчатско-Курильской подзоне за последние годы уменьшился более чем втрое, снизившись с 7,0 т – в 2019 г. до 1,8 т – в 2024 г. В Западно-Камчатской подзоне в последние годы, вплоть по 2023 г., среднесуточный вылов оставался относительно стабильным. Однако, уже в 2024 г. он упал до минимальных значений – 4,4 т (табл. 3).

В традиционных районах добычи, в двух промысловых подзонах у Западной Камчатки, в целом в 2020, 2021, 2022 и 2023 гг. показатель вылова на судосутки находился приблизительно на одном уровне, вместе с тем, оставаясь минимальным в современной истории промысла камчатского краба, начиная с его возобновления в 2013 г. В 2024 г. это значение упало до исторически минимальных 3,9 т на судо-сутки.

Таблица 3

Межгодовая динамика показателей вылова камчатского краба на судо-сутки промысла в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах к югу от 56°20' с.ш.

Год	Средний вылов на судо-сутки, т	
	Западно-Камчатская подзона	Камчатско-Курильская подзона
2013	8,3	7,6
2014	8,3	8,3
2015	8,4	7,3
2016	9,4	10,2
2017	10,1	8,2
2018	8,1	6,8
2019	9,2	7,0
2020	7,7	3,4
2021	6,9	3,3
2022	7,5	2,7
2023	6,6	2,6
2024	4,4	1,8

Параметры среднесуточного вылова в новом районе добычи камчатского краба, к северу от 57°40' с.ш., в 2023 и 2024 гг. значительно превышали значения в традиционных районах, в целом составляя в эти годы 8,4 и 7,4 т, соответственно.

Несмотря на значительные общие объемы добычи и относительно высокие значения среднесуточного вылова камчатского краба в новом районе добычи в зал. Шелихова в последние два года, этот показатель для всего промыслового пространства у Западной Камчатки находится в 2023 и 2024 гг. на низком уровне – 6,8 и 6,0 т на судо-сутки, соответственно.

Уменьшение показателей среднесуточного вылова в традиционных районах добычи в последние годы, помимо общей тенденции снижения промыслового запаса, в значительной степени может объясняться избыточным количеством флота и, как следствие, существенным

количеством промысловых усилий. С 2013 по 2018 гг. ОДУ вырос почти в три раза, при этом число судов увеличилось за этот период только вдвое. В 2018-2020 гг. ОДУ оставался на одном высоком уровне, при этом количество судов увеличилось за эти годы примерно в 1,3 раза. В 2021 и 2022 гг. ОДУ, по сравнению с 2020 г., снизился, соответственно, на 7 и 10%, но число судов, ведущих промысел, еще более возросло.

Возможными причинами снижения среднесуточного вылова камчатского краба в последние годы у Западной Камчатки, в целом, и в Камчатско-Курильской подзоне, в частности, являются:

- снижение численности краба в течение пяти последних лет и на ближайшую перспективу, обусловленное, главным образом, отсутствием урожайных поколений пополнения;
- снижение доли запаса в Камчатско-Курильской подзоне от всего запаса у Западной Камчатки в течение пяти последних лет;
- увеличение количества добывающего флота на фоне снижения запаса, как в подзоне, так и на всем шельфе. Несмотря на снижение запаса, начиная с 2018 г., в двух подзонах у Западной Камчатки число судов-краболовов, добывающих камчатского краба, продолжает расти. Соответственно снижению промзапаса и росту судов на промысле уменьшался суточный вылов камчатского краба.

Характеризуя уловы камчатского краба на ловушку на промысле у Западной Камчатки, вплоть до 2019 г., можно заключить, что этот показатель для промысловых самцов оставался относительно высоким (табл. 4), тогда как величина прилова и встречаемость непромысловых самцов (пререкрутов) в ловушках из года в год была, в целом, невелика, но значительно менялась и могла отличаться в смежные годы в разы. В целом, результаты научного мониторинга промысла подтверждали стабильно высокие темпы освоения ОДУ и хорошую промысловую обстановку на добыче камчатского краба с 2013 по 2019 гг.

Таблица 4

Межгодовая динамика показателей уловов промысловых самцов на ловушку в сутки на промысле камчатского краба у Западной Камчатки

2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Западно-Камчатская подзона											
6,4	5,7	4,9	6,3	9,6	8,8	8,4	4,7	7,9	8,9	8,1	13,7*
Камчатско-Курильская подзона*											
5,1	4,3	4,8	6,3	12,5	6,1	–	0,7	1,0	–	–	–

«*» – данные только из района промысла к северу от 57°40' с.ш.

Вместе с тем, в путину 2020 г. показатели уловов промысловых самцов на ловушку в обеих подзонах оказались значительно ниже уловов предыдущих лет, что подтверждало сравнительно слабую промысловую обстановку на добыче краба в этом году. Однако, уже в следующие три года уловы промысловых самцов на ловушку в Западно-Камчатской подзоне

существенно увеличились, превысив значения 2013-2016 гг. и приблизившись к высоким показателям 2017-2019 гг. В то же время, в последние несколько лет в Камчатско-Курильской подзоне уловы продолжают оставаться на минимальном уровне.

В Камчатско-Курильской подзоне в 2019-2024 гг. добыча камчатского краба велась преимущественно в пределах Кихчикского р-на: здесь в эти годы освоено около 70-99% ОДУ в подзоне. Вместе с тем, определенный объем вылова, заявленный для Кихчикского р-на, следует отнести за счет Западно-Камчатской подзоны: согласно анализу дислокации судов и проведенным расчетам, в путины 2023 и 2024 гг. около половины камчатского краба, заявленного для Камчатско-Курильской подзоны, в действительности добыто в Западно-Камчатской подзоне, а в 2024 г. в Камчатско-Курильской подзоне фактически добыто только 0,301 тыс. т камчатского краба из заявленных 0,576 тыс. т.

В Западно-Камчатской подзоне в путины 2019-2022 гг. суда вели промысел, главным образом, в Ичинском р-не, где в эти годы освоено около 73-92% ОДУ камчатского краба для данной подзоны. Таким образом, до 2022 г., включительно, Ичинский р-н являлся основной областью дислокации крабового флота: с 2019 г. в его пределах было освоено приблизительно 66-83% всего ОДУ камчатского краба для Западной Камчатки. Стоит отметить, что и по данным учетных работ летом 2019, 2020 и 2022 гг. в этом миграционном районе было сосредоточено, соответственно, 54, 58 и 57%, а в 2021 г. – более 80% численности промысловых самцов *P. camtschaticus*, обитающего в районах, разрешенных для добычи у Западной Камчатки.

Итоги путины 2023 и 2024 гг. продемонстрировали, что у Западной Камчатки практически весь флот дислоцировался, преимущественно, в пределах двух районов Западно-Камчатской подзоны, где в эти годы было добыто в сумме 95 и 98% от всего вылова камчатского краба: в Ичинском р-не (48 и 23%) и в новом районе к северу от 57°40' с.ш. (47 и 75%).

По результатам учетных работ с помощью трала, выполненных в 2020-2022 гг., было установлено, что в центральной и южной частях западно-камчатского шельфа, в районах, где до недавнего времени была разрешена добыча камчатского краба, обитало от 58 до 70% самцов промыслового размера, т.е. было сконцентрировано, в среднем, 65% промыслового запаса всей популяции. В предыдущие три года здесь было сосредоточено, в среднем, около 79% промысловых самцов. Итоги съемки 2024 г. показали, что в пределах традиционных районов добычи к югу от 56°20' с.ш. насчитывалось только 42% промзапаса, а в Северном Запретном и Хайрюзовском р-нах сосредоточено уже 58% промысловых самцов. Таким образом, в последние годы роль запретных районов в общей промысловой численности камчатского краба весьма высока и продолжает расти.

Максимальная численность самцов всех размерно-функциональных групп отмечена в последние десять лет, главным образом, в Ичинском, а также в Северном Запретном или, в отдельные годы, Коплаковском и

Хайрюзовском районах. Южные районы шельфа (Кихчикский и Озерновский районы) продолжают в настоящее время играть незначительную роль в процессах воспроизводства западно-камчатской популяции.

Доля самцов-пререкрутов в запретных районах в 2020-2022 и 2024 гг., в среднем, составляла около 40% всей их учтенной численности на западно-камчатском шельфе. Между тем, обращает на себя внимание, что уже в течение десяти лет основным районом обитания ближайшего пополнения, а в отдельные годы также молоди, остается Ичинский район, где добыча камчатского краба не запрещена. Таким образом, результаты учетных донных съемок свидетельствуют также о том, что Северный Запретный и Хайрюзовский районы в последние годы утрачивают свою значимость, как основные районы воспроизводства и нагула молоди, уступая расположенному южнее Ичинскому району.

В отдельные годы в Ичинском районе отмечается увеличение количества самок, но запретные районы продолжают оставаться основными местами обитания этой функциональной группы камчатского краба.

С 2023 г. в Западно-Камчатской подзоне разрешена добыча камчатского краба к северу от параллели 57°40' с.ш. Специализированных исследований, направленных на оценку численности этого вида краба, ранее здесь не проводили, и оценки запаса получены по результатам учетных ловушечных съемок, главной целью которых был мониторинг состояния популяции синего краба. По этим данным, за последнее десятилетие максимальные оценки численности камчатского краба к северу от 57°40' с.ш. получены в последние три года исследований, при этом наивысшая общая численность всех функциональных групп камчатского краба была зафиксирована в 2022 г. (табл. 5).

Таблица 5

Оценки численности камчатского краба в Западно-Камчатской подзоне (к северу от 57°40' с.ш.) по данным учетных ловушечных съемок 2013-2023 гг., млн экз.

Год	Промысловые самцы	Непромысловые самцы	Самки
2013	0,616	3,523	0,844
2014	0,474	4,818	1,942
2015	0,601	2,072	0,649
2017	2,043	4,604	1,641
2019	1,397	2,956	0,758
2020	1,047	0,657	0,175
2021	4,180	3,764	0,652
2022	8,434	5,502	9,105
2023	2,284	0,408	0,238

В целом, уловы всех функциональных групп камчатского краба в ходе ловушечной съемки к северу от параллели 57°40' с.ш. в 2023 г. были значительно ниже таковых предыдущего года. Вследствие таких низких количественных показателей, как улов на ловушку в сутки, конечные оценки численности, рассчитанные по данным 2023 г., в несколько раз меньше полученных по итогам исследований 2022 года. Вместе с тем, качественные

характеристики, такие как состав уловов, соотношение функциональных и размерных групп, их размерный состав, а также соотношение линочных стадий самцов и стадий репродуктивного состояния самок, весьма близки к таковым, полученным по результатам аналогичных исследований в 2022 г. Всё это свидетельствует в пользу того, что количественные оценки в отношении камчатского краба к северу от параллели 57°40' с.ш., полученные по итогам работ 2023 г., следует считать нерепрезентативными.

По материалам, полученным в результате проведения учетной траловой съемки в 2024 г., оценена численность камчатского краба для каждого миграционного района западно-камчатского шельфа, за исключением зал. Шелихова, где учетная съемка в этот год не проводилась. Установлено, что, в отличие от нескольких предыдущих лет, когда максимальная численность всех размерно-функциональных групп самцов отмечалась в Ичинском районе (табл. 6), в 2024 г. она зафиксирована в Северном Запретном и Хайрюзовском р-нах.

Промысловый запас камчатского краба в 2024 г. в Камчатско-Курильской подзоне оценен в 1,321 млн экз. или 3,791 тыс. т (при средней за последние семь лет массе промыслового самца 2,87 кг). В районах Западно-Камчатской подзоны, где промысел разрешен (Колпаковский и Ичинский районы), текущий промысловый запас оценен в 11,692 млн экз. или 29,698 тыс. т (при средней за последние семь лет массе промыслового самца 2,54 кг), а суммарно в двух подзонах, в районах, разрешенных к промыслу к югу от 56°20' с.ш. – 13,013 млн экз. или 33,489 тыс. т.

Промысловый запас камчатского краба на всей исследованной площади шельфа Западной Камчатки к югу от 57°40' с.ш. в 2024 г. составил 31,222 млн экз. или 79,740 тыс. т.

Итоги донной траловой съемки, проведенной на шельфе Западной Камчатки в 2017 г., показали более чем двукратное увеличение численности промысловых самцов камчатского краба, в сравнении с 2016 годом. В 2018 и 2019 гг. оцененная промысловая численность несколько снизилась, но продолжала оставаться на высоком уровне. Рекордными за последние десятилетия оказались в 2017 и 2018 гг. и оценки численности промысловых самцов в двух северных запретных районах, откуда осуществляется пополнение расположенных южнее полузависимых и зависимых группировок камчатского краба, в пределах которых в настоящее время ведется интенсивный промысел.

Численность промысловых самцов в 2017 и 2018 гг. была оценена в объемах, не наблюдавшихся на западно-камчатском шельфе, как минимум, последние четыре десятка лет. Несмотря на снижение в 2019 г. общего промыслового запаса, он продолжал оставаться на высоком уровне: не считая двух предыдущих лет, с максимальной численностью промысловых самцов, аналогичные оценки были получены 35 лет назад. Биомассы промыслового запаса в районах, разрешенных к промыслу, в 2018 и 2019 гг. были сопоставимы: 102,592 и 97,995 тыс. т, соответственно.

Таблица 6

Оценки численности (млн экз.) самцов камчатского краба на шельфе у Западной Камчатки по данным траловых съёмок в период 2016-2022 и 2024 гг.

Район	Промысловые самцы	Пререкруты		Молодь (<130 мм)	Площадь, тыс. км ²
		I порядка (140–149 мм)	II порядка (130–139 мм)		
2016					
Озерновский	7,183	0,534	0,278	0,109	54370
Кихчикский	10,901	2,225	1,081	0,52	
Колпаковский	10,322	4,259	3,19	2,146	
Ичинский	12,606	5,898	4,799	4,838	
Сев. Запретный	3,524	1,138	1,289	1,54	
Хайрюзовский	2,975	0,812	0,61	0,947	
Вся Западная Камчатка	47,511	14,866	11,247	10,1	
2017					
Озерновский	16,282	0,802	0,375	0,094	51791
Кихчикский	11,277	1,172	0,517	0,216	
Колпаковский	14,273	2,641	1,442	0,701	
Ичинский	32,558	14,398	10,200	7,276	
Сев. Запретный	25,622	6,418	5,047	5,410	
Хайрюзовский	10,091	1,586	0,829	1,263	
Вся Западная Камчатка	110,103	27,017	18,410	14,960	
2018					
Озерновский	5,416	0,177	0,097	0,092	51740
Кихчикский	7,887	0,356	0,118	0,062	
Колпаковский	10,632	1,333	0,619	0,305	
Ичинский	22,389	5,639	3,840	3,337	
Сев. Запретный	21,507	6,560	4,857	6,245	
Хайрюзовский	15,866	2,870	1,549	2,734	
Вся Западная Камчатка	83,697	16,935	11,080	12,775	
2019					
Озерновский	2,105	0,070	0,056	0,058	51177
Кихчикский	5,426	0,168	0,107	0,070	
Колпаковский	13,171	1,330	0,746	0,447	
Ичинский	24,175	4,922	3,554	5,005	
Сев. Запретный	9,473	1,874	1,282	1,881	
Хайрюзовский	5,963	0,859	0,349	0,763	
Зап. Камчатка	60,313	9,223	6,094	8,224	
2020					
Озерновский	1,338	0,083	0,020	0,047	51253
Кихчикский	2,764	0,182	0,056	0,513	
Колпаковский	8,399	0,412	0,164	0,182	
Ичинский	17,735	2,739	2,263	1,857	
Сев. Запретный	11,026	2,120	1,714	2,246	
Хайрюзовский	10,726	0,902	0,972	2,335	
Вся Западная Камчатка	51,988	6,438	5,189	7,180	

Продолжение таблицы 6

Район	Промысловые самцы	Пререкруты		Молодь (<130 мм)	Площадь, тыс. км ²
		I порядка (140–149 мм)	II порядка (130–139 мм)		
2021					
Озерновский	0,720	0,078	0,095	0,146	45360
Кихчикский	3,996	0,256	0,248	0,396	
Колпаковский	3,770	0,316	0,310	0,609	
Ичинский	40,950	9,807	6,970	6,037	
Сев. Запретный	21,018	5,115	3,830	4,591	
Хайрюзовский	–	–	–	–	
Вся Западная Камчатка	70,454	15,572	11,453	11,779	
2022					
Озерновский	0,525	0,039	0,030	0,165	57993
Кихчикский	5,400	0,371	0,357	0,461	
Колпаковский	7,319	0,802	0,681	0,988	
Ичинский	17,853	4,363	3,727	2,512	
Сев. Запретный	10,324	1,102	0,718	0,909	
Хайрюзовский	5,379	0,563	0,407	0,519	
Вся Западная Камчатка	46,800	7,240	5,920	5,554	
2024					
Озерновский	0,446	0,066	0,051	0,056	52546
Кихчикский	0,875	0,076	0,120	0,144	
Колпаковский	4,582	0,493	0,376	0,495	
Ичинский	7,110	1,450	0,872	0,276	
Сев. Запретный	8,583	1,644	0,663	0,247	
Хайрюзовский	9,626	1,326	0,704	0,657	
Вся Западная Камчатка	31,222	5,055	2,786	1,875	

Исследованиями 2017 г. был зафиксирован значительный рост количества самцов-пререкрутов (ближайшего пополнения промыслового запаса) по всему шельфу Западной Камчатки, который, в сравнении с 2016 г., составил 74%. Общая численность самцов на западно-камчатском шельфе в 2017 г. оказалась наибольшей за последние 19 лет исследований. В 2018 г. численность самцов-пререкрутов снизилась, по сравнению с предыдущим годом, на 38%. В 2019 и 2020 гг. снижение количества ближайшего пополнения продолжилось: его численность в эти два года оказалась минимальной за весь современный период наблюдений.

По результатам исследований в 2021 г. численность промысловых самцов увеличилась, по сравнению с предыдущим годом, на 36%. Снижение численности ближайшего пополнения, отмечавшееся в последние три года, сменилось её ростом: количество пререкрутов обоих порядков превышало оценки предыдущего года более чем в 2 раза и было сопоставимо с таковым в 2018 г.

Вместе с тем, итоги учетной донной траловой съемки 2022 г. продемонстрировали снижение численности всех функциональных групп самцов, при этом их оценки оказались практически идентичны таковым в 2020 г. Учитывая результаты исследований в 2024 г., очевидно, что в 2023 г., когда учетная донная траловая съемка у Западной Камчатки не проводилась, тенденция снижения численности самцов продолжилась. В 2024 г. промысловая численность камчатского краба, по сравнению с 2022 г., уменьшилась на треть (33,3%), а ближайшего пополнения (пререкрутов I и II) – упала на 40,2%.

Начиная с 2013 г., и вплоть до 2016 г., прослеживалась тенденция увеличения доли промыслового запаса в Камчатско-Курильской подзоне (рис. 4). В 2016 г. здесь было сосредоточено уже 44% всех промысловых самцов *P. camtschaticus* западно-камчатского шельфа, обитающих в районах, где ведется промысел. С 2017 г. доля оцененного промыслового запаса в Камчатско-Курильской подзоне стала снижаться, достигнув в 2021 г. минимального на то время значения – 10%. В 2022 г. относительная доля промзапаса в Камчатско-Курильской подзоне впервые за последние шесть лет выросла, достигнув 19% всех промысловых самцов западно-камчатского шельфа. Однако, уже в 2024 г. она вновь упала до минимального в современной истории промысла камчатского краба значения.

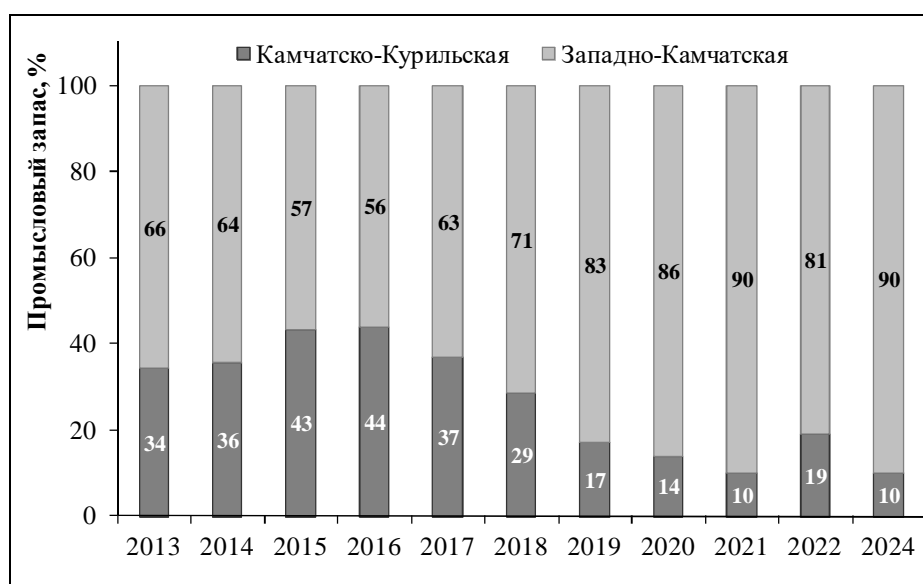


Рис. 4. Соотношение величины промыслового запаса краба камчатского в подзонах Западной Камчатки к югу от 57°40' с.ш., в районах, разрешенных для промысла.

Размерный состав самцов в 2013-2015 гг. оставался стабильным. Начиная с 2016 г., результаты его анализа демонстрируют ежегодное увеличение размеров самцов на всем протяжении шельфа Западной Камчатки от зал. Шелихова до м. Лопатка. При этом, средний размер промысловых самцов, вплоть до 2018 г., оставался относительно неизменным, после чего сравнительно ощутимый его ежегодный прирост происходил вплоть до 2021 г. (табл. 7), когда средние размеры промысловых самцов в обеих подзонах достигли максимума за современную историю промысла камчатского краба у

Западной Камчатки. В 2022 г. средние размеры вернулись к значениям 2020 г., а в 2024 г. – снизились, примерно, до показателей 2019 г.

Таблица 7

Межгодовая динамика среднего размера карапакса промысловых самцов краба камчатского к югу от $57^{\circ}40'$ с.ш. по данным донных траловых съемок, мм

2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2024
<i>Камчатско-Курильская подзона</i>										
170,6	174,5	172,2	174,7	174,3	177,1	181,7	183,5	184,9	182,0	178,5
<i>Западно-Камчатская подзона</i>										
164,8	164,4	163,9	164,3	165,7	167,5	170,3	172,3	174,2	173,4	171,3
<i>Весь западно-камчатский шельф</i>										
167,3	168,6	168,1	169,5	169,9	169,5	172,7	173,4	175,5	173,1	171,8

Основные результаты модельных расчетов представлены на *рисунке 5*.

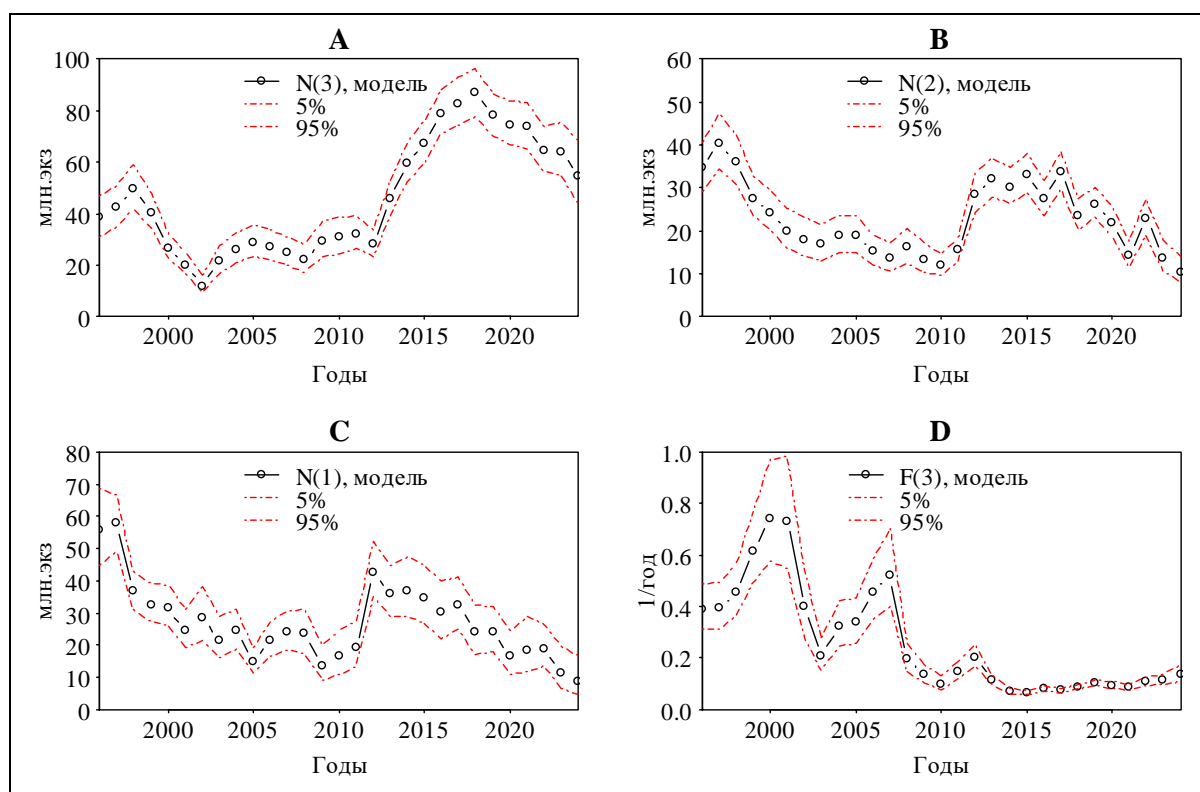


Рис. 5. Межгодовая динамика численности промысловых самцов (А), пререкрутов I порядка (В), пререкрутов II порядка (С) и коэффициента промысловой смертности (D). Пунктирные линии показывают 90% доверительные интервалы.

Общая численность промысловых самцов на начало 2024 г. оценивается на уровне 54,5 млн экз., биомасса – 124,3 тыс. т. Результаты модельных оценок довольно хорошо согласуются с данными траловых съемок и уловами на ловушку (*рис. 6*). Оценка биомассы промысловых самцов на начало 2024 г. превосходит значение целевого ориентира по биомассе с вероятностью 98%.

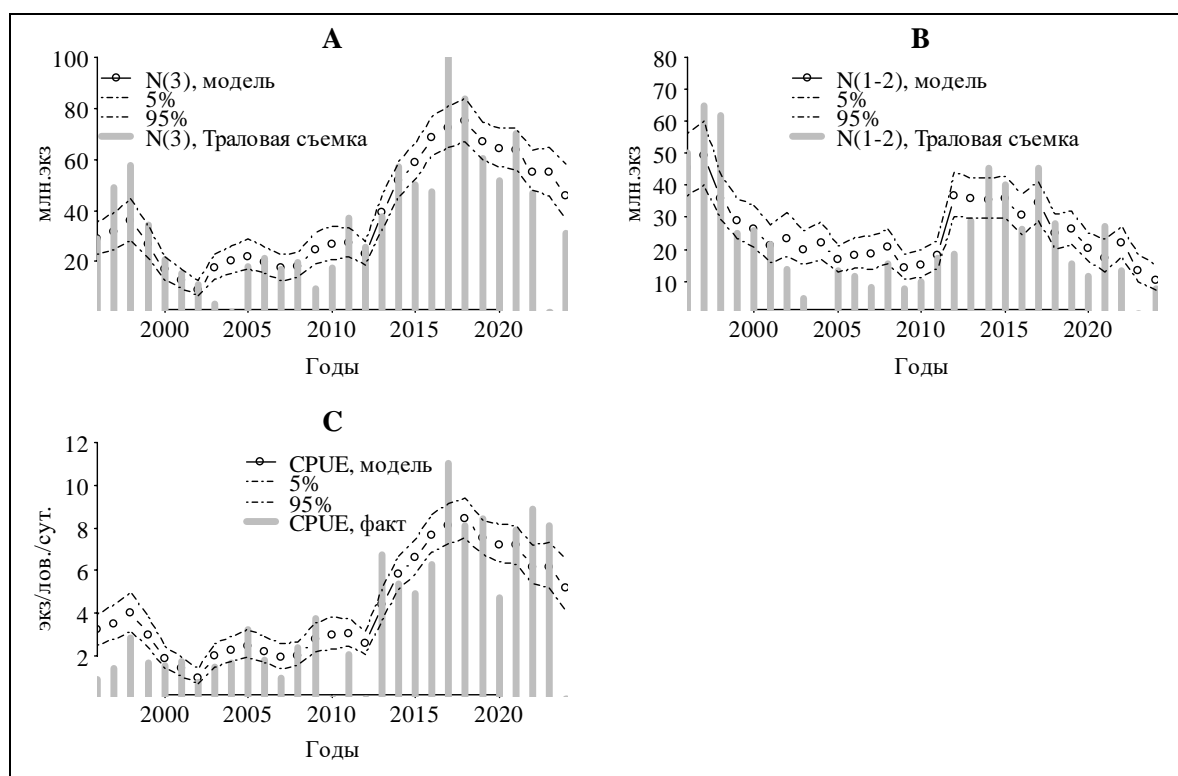


Рис. 6. Исходные и модельные данные учетных траловых съемок о численности промысловых самцов (А), пререкрутов I и II (В), уловов промысловых самцов на ловушку (С). Пунктирные линии показывают 90% доверительные интервалы.

Определение биологических ориентиров. Биологические ориентиры управления для зонального правила регулирования промысла (ПРП) определены в 2015 г. (табл. 8) [Ильин, Иванов, 2015], в настоящем обосновании они остались неизменными.

Таблица 8

Интервальные оценки биологических ориентиров

Параметр	2,50%	50%	97,50%
$F_{lim}[Caddy, 1998]$, 1/год	0,227	0,236	0,243
$F_{45\%}$, 1/год	0,202	0,218	0,231
$F_{40\%}$, 1/год	0,243	0,264	0,282
$F_{0,1}$, 1/год	0,222	0,245	0,265
B_{loss} , тыс. т	19,99	26,67	36,61
$B_{20\%}$, тыс. т	35,3	42,24	50,22

Граничный ориентир по биомассе промысловых самцов B_{lim} принят равным 36,6 тыс. т. Из ретроспективной динамики промыслового запаса видно (см. рис. 3), что в 2002-2003 гг. он уже опускался до этого уровня, после чего восстановился до уровня высокой продуктивности. По этим причинам, использование в качестве граничного ориентира B_{loss} , с учетом неопределенности, вполне оправданно.

В качестве целевого ориентира по промысловой смертности взяли нижнюю границу 95% доверительного интервала самого предосторожного из них – $F_{45\%}$, т.е. $F_{tr}=0,202$ 1/год. Эта величина соответствует 16,6% доле изъятия.

Соответствующий целевой ориентир по биомассе промысловых самцов B_{tr} определен по кривой равновесной промысловой биомассы на пререкрута (рис. 7). При численности пререкрутов Π на среднемноголетнем уровне (27,1 млн экз.) и среднемноголетней массе промысловых самцов 2,28 кг он составит 92,56 тыс. т. Формула для нахождения значений равновесной промысловой биомассы на пререкрута имеет вид [Ильин, Иванов, 2015]:

$$\frac{FSB}{N_1}(f) = \frac{2.28N_3}{N_1}(f) = 2.28 \frac{p_1 p_2 \exp(-fs_1 - M_1) \exp(-fs_2 - M_2)}{(1 - \exp(-fs_3 - M_3))(1 - (1 - p_2) \exp(-fs_2 - M_2))},$$

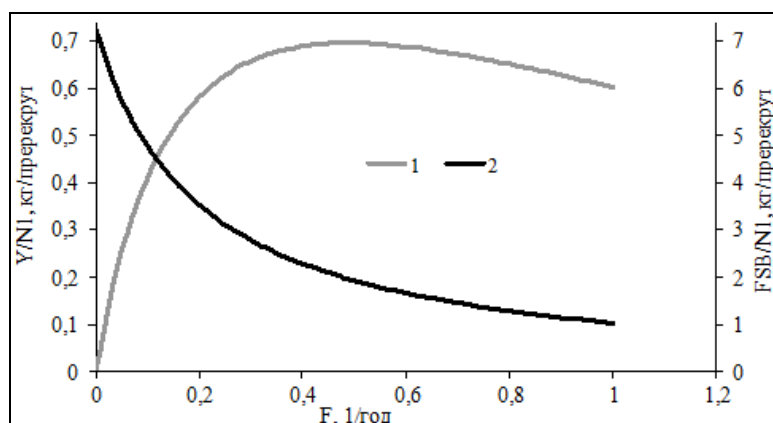


Рис. 7. Кривые равновесного улова (1) и равновесной биомассы промысловых самцов (2) на пререкрута.

Обоснование правила регулирования промысла. Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами [Бабаян, 2000], обосновано ПРП камчатского краба Западной Камчатки, цель которого – поддержание запаса на высоком уровне продуктивности B_{tr} и его эксплуатация на этом уровне с интенсивностью промысла F_{tr} .

Аналитическая форма ПРП имеет вид:

$F_{rec_i} = 0$, при $B_i < B_{lim}$,

$F_{rec_i} = (F_{tr} - F_0)(B_i - B_{lim}) / (B_{tr} - B_{lim}) + F_0$, при $B_{lim} < B_i < B_{tr}$, $F_0 = 0$,

$F_{rec_i} = F_{tr} = \text{const}$, при $B_i > B_{tr}$,

где B_i – оценка промыслового запаса, а F_{rec_i} – рекомендуемое значение мгновенного коэффициента промысловой смертности в i -й прогнозный год.

Оценка состояния и прогноз промыслового запаса. Для прогнозирования состояния промыслового запаса использованы те же значения мгновенных коэффициентов естественной смертности и селективности, что и в ретроспективе, а коэффициент промысловой смертности в 2025 г. принят соответствующим установленной величине ОДУ (15,013 тыс. т). В качестве пополнения на прогнозный период принималась средняя за последние 10 лет численность пререкрутов Π (22,2 млн экз.), полученная по модельным расчетам. Масса промыслового самца принята равной среднемноголетней величине, равной 2,28 кг.

Величину запаса на 2 года вперед оценили по формулам используемой модели динамики численности функциональных групп:

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

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

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

где $N_{i,1}$, $N_{i,2}$, $N_{i,3}$ – численность функциональных групп: пререкрутов, рекрутов и промысловых самцов в i -м году, $M_{i,j}$ – мгновенные коэффициенты естественной смертности, $F_{i,j}$ – мгновенные коэффициенты промысловой смертности в i -м году, p_j – вероятность линьки в j -ой функциональной группе, $j = 1, 2, 3$.

На начало 2026 г. прогнозная медианная оценка численности промысловых самцов составит 37,15 млн экз., биомасса – 84,7 тыс. т (табл. 9). Оценка вероятности того, что биомасса промыслового запаса окажется ниже значения целевого ориентира по биомассе, составляет 69%. Таким образом, по модельным оценкам, в 2025-2026 гг. прогнозируется резкое снижение промыслового запаса, главным образом, из-за невысокой численности пополнения (см. рис. 5В, С) в последние годы.

Обоснование объёма ОДУ. По модели динамики функциональных групп, полученное значение промысловой биомассы соответствует области восстановления эксплуатируемого запаса.

Прогноз состояния промыслового запаса предполагает интенсивность изъятия на уровне целевого ориентира. Согласно «Правилам регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов», рекомендуемое значение промысловой смертности промысловых самцов камчатского краба западно-камчатского шельфа в 2026 г. составит $0,174 \text{ год}^{-1}$ (или 14,49% в терминах доли изъятия) (табл. 9).

Таблица 9

Статистические характеристики оценок биомассы промыслового запаса (FSB) и вылова (С) камчатского краба шельфа Западной Камчатки в 2026 г., тыс. т

	2,5%	5%	25%	Median	75%	95%	97,5%	Mean	SE
FSB(2026), тыс. т	58,703	62,520	74,908	84,711	95,503	115,64	122,78	85,914	16,08
С(2026), тыс. т	4,085	5,069	8,788	12,275	15,885	19,235	20,422	12,227	4,48
Е(2026), %	6,96	8,11	11,73	14,49	16,60	16,60	16,60	13,73	3,02

Величина вылова на i -й прогнозный год рассчитана по формуле:

$$C_{i,3} = N_{i,3} \frac{F_{reci,3}}{(F_{reci,3} + M_{i,3})} (1 - \exp(-(F_{reci,3} + M_{i,3}))),$$

где F_{reci} – рекомендуемое значение интенсивности промысла в i -й прогнозный год.

Плотность распределения и статистические характеристики оценки вылова камчатского краба шельфа Западной Камчатки в 2026 г. представлены на рисунке 8 и в таблице 9. Анализ вероятностного распределения оценок возможного вылова, с учетом результатов риск-анализа, позволяет рекомендовать величину ОДУ, который может быть изъят в 2026 г. без последствий для запаса камчатского краба в традиционных районах добычи в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах.

Полагается, что вылов камчатского краба во всех миграционных районах к югу от 57°40' с.ш. в 2026 г. может составить 12,275 тыс. т.

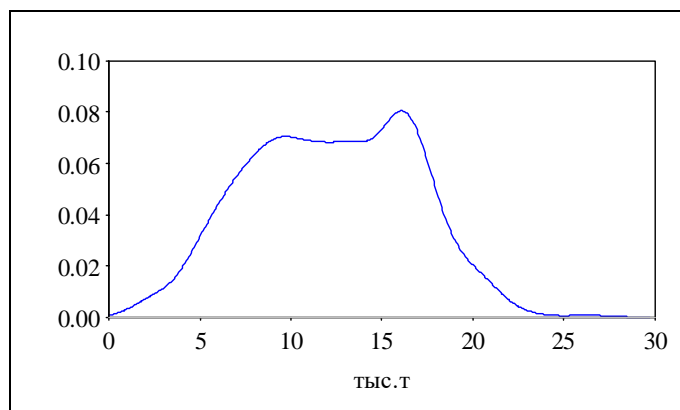


Рис. 8. Плотность распределения оценки возможного вылова камчатского краба шельфа Западной Камчатки в 2026 г.

Анализ и диагностика полученных результатов. Важным этапом тестирования стратегии управления является оценка вероятности того, что в долгосрочной перспективе (10 лет вперед) биомасса запаса камчатского краба Западной Камчатки не опустится ниже граничного ориентира по биомассе B_{lim} при заданном постоянном темпе эксплуатации. В рамках статистического имитационного моделирования эта вероятность была оценена методом Монте-Карло (рис. 9). При интенсивности промысла в течение 10 лет на уровне целевого ориентира F_{tr} , риск перелома по пополнению не превышает рекомендованного уровня $\alpha = 0,1-0,2$ [Бабаян, 2000]. Следовательно, нет оснований отказаться от текущей стратегии управления.

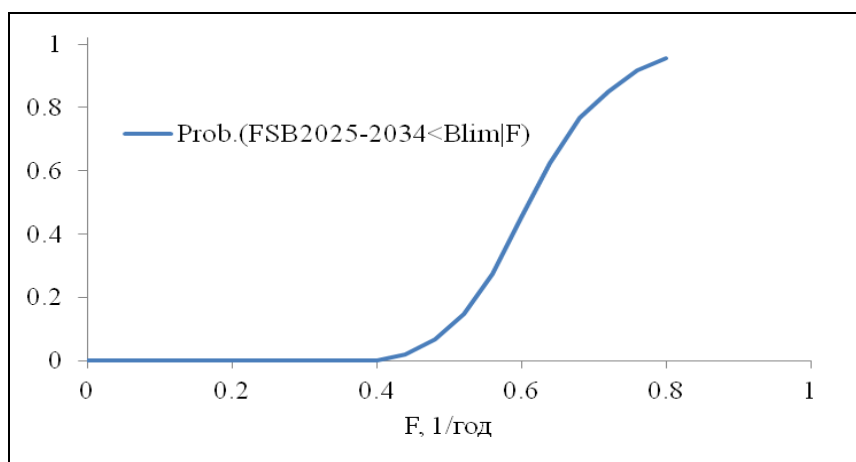


Рис. 9. Вероятность падения промысловой биомассы ниже граничного ориентира, в зависимости от интенсивности изъятия.

Еще одним аргументом в пользу избранной стратегии промысла могут служить результаты моделирования динамики запаса на длительный период времени (10 лет) при средней за последние 10 лет величине пополнения и рекомендуемой, согласно ПРП, интенсивности изъятия. Как видно из рисунка 10, при сделанных предположениях относительно пополнения и уровня

изъятия в соответствии с установленным ПРП, промысловый запас камчатского краба, с 95% вероятностью, не выйдет за биологически безопасные границы, однако, будет находиться ниже уровня целевого ориентира.

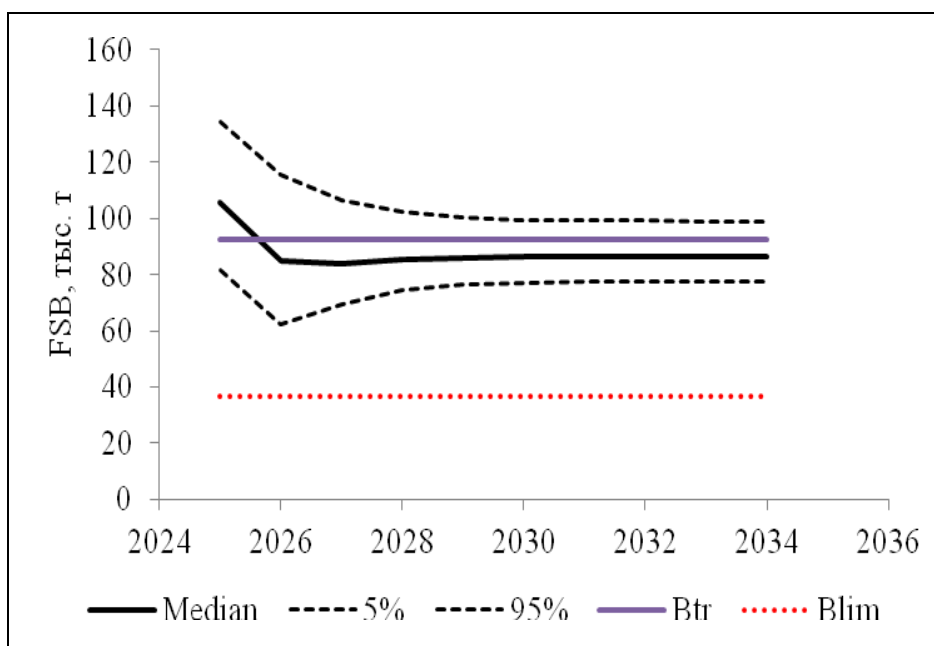


Рис. 10. Модельная динамика биомассы промыслового запаса камчатского краба при рекомендуемой, согласно ПРП, интенсивности изъятия

Необходимо отметить, что сделанное предположение о среднем за последние 10 лет пополнении на перспективу является оптимистичным. Для сравнения смоделировали динамику промыслового запаса при следующих сценариях:

- 1) среднее за 10 предпрогнозных лет пополнение и вылов после 2025 г. согласно ПРП (базовый);
- 2) среднее за 10 предпрогнозных лет пополнение и постоянный ежегодный вылов после 2025 г., равный 15,013 тыс. т;
- 3) среднее за 3 предпрогнозных года пополнение (численность пререкрутов II – 13,1 млн экз.) и вылов после 2025 г. согласно ПРП;
- 4) среднее за 3 предпрогнозных года пополнение и постоянный ежегодный вылов после 2025 г., равный 15,013 тыс. т.

Результаты моделирования представлены на *рисунке 11*. Они говорят о том, что при пессимистичном уровне пополнения (среднее за 3 предпрогнозных года) снижение запаса продолжится даже при соблюдении ПРП, а при сохранении объема вылова на уровне 15,013 тыс. т запас может опуститься ниже граничного ориентира через 6 лет.

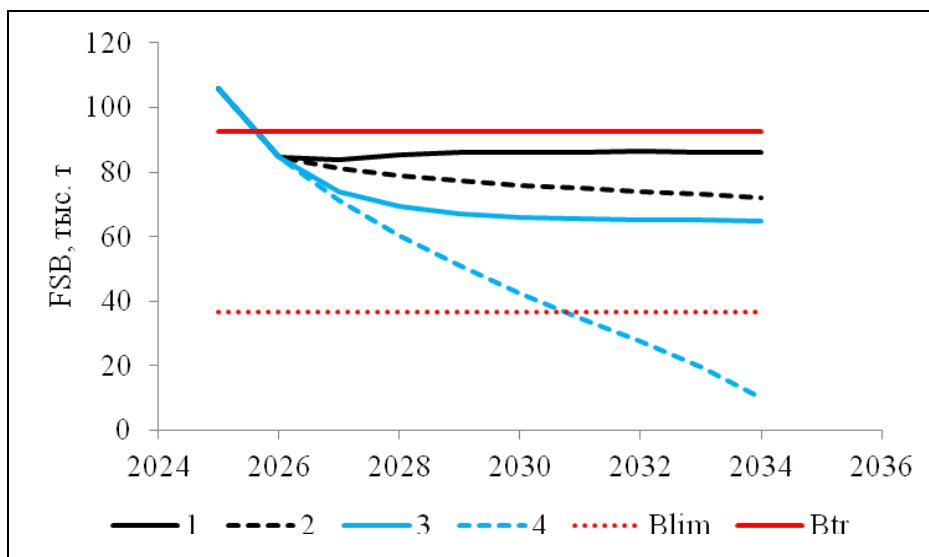


Рис. 11. Модельная динамика биомассы промыслового запаса камчатского краба при различных сценариях (объяснения в тексте).

На основании решения рабочей группы по оценке ОДУ приоритетных объектов российского рыболовства на 2026 год (приказ ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» от 17.02.2025 г. № 38), состоявшейся 4-5 марта 2025 г., статус запаса камчатского краба в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах определен как «снижающийся». Также было внесено изменение в приложение 1.4 Правил регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов в части изменения предельного уровня ОДУ в сторону уменьшения, для статуса запаса «снижающийся», с 16 до 30%. В этом случае, исходя из «предосторожного» подхода к оценке ОДУ [Бабаян, 2000], и с учетом открытия с 2023 г. нового района промысла краба камчатского в восточной части залива Шелихова, предлагается снизить объем ОДУ на 20% от уровня 2025 г. В этой связи, величина ОДУ краба камчатского в целом для всего шельфа Западной Камчатки на 2026 г. может составить 12,010 тыс. т (-20% или 3,003 тыс. т от объема ОДУ на 2025 г.).

Принимая во внимание слабую промысловую обстановку в Камчатско-Курильской подзоне, наблюдающуюся в последние годы, рекомендуется снизить величину ОДУ до объема, соответствующего фактическому вылову краба камчатского в данной подзоне в 2024 г. (0,301 тыс. т или 2,51%). Весь остальной объем ОДУ (11,709 тыс. т или 97,49%) предлагается к освоению в Западно-Камчатской подзоне.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба камчатского на 2026 г.:**

в Западно-Камчатской подзоне – 11,709 тыс. т;

в Камчатско-Курильской подзоне – 0,301 тыс. т.

Краб камчатский (*Paralithodes camtschaticus*)

61.05 - зона Охотское море

61.05.3 - подзона Восточно-Сахалинская

Исполнитель: Г.В. Жуковская (СахНИРО)

Куратор: С.И. Моисеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Информационной основой прогноза ОДУ на 2026 г. служат результаты траловых съемок, выполненных у юго-восточного побережья Сахалина и в зал. Анива в 2010-2021 гг., а также ловушечной съемки в заливе Анива в 2012 г. Объем материала, собранного в ходе контрольного лова и НИР, представлен в *таблице 1*.

Таблица 1

Объем материала по крабу камчатскому, собранный в ходе траловых и ловушечной съемок у юго-восточного Сахалина и в заливе Анива в 2010-2021 гг.

Год	Залив Анива		Юго-восточный Сахалин	
	число станций	биоанализы (экз.)	число станций	биоанализы (экз.)
2010			39	64
2011			107	27
2012	121	799		
2013	35	26		
2019	48	120		
2020			26	2
2021	40	23		

В ходе траловой съемки в заливе Анива в начале июня 2004 г. был выловлен единственный самец, в июне 2011 г. – два непромысловых самца и одна самка камчатского краба, что не позволяет использовать эти съемки для расчета численности. В ноябре-декабре 2013 года при выполнении траловой съемки обнаружены 3 промысловых самца. Единственная траловая съемка, позволяющая приблизительно оценить запас, проведена в 2019 г. Максимальный улов промысловых самцов (88 экз.) составлял 90% от общего улова в районе. В 2021 г. максимальный улов достигал всего лишь 5 экз./трал., что говорит о малой вероятности обнаружения крупных скоплений краба при текущем уровне численности популяции. Это позволяет сделать вывод об аномальности съемки 2019 года.

В 2010 г. камчатский краб у юго-восточного Сахалина был отмечен на 7 станциях, но промысловых крабов выловлено всего 3 экз. В ходе траловой съемки у юго-восточного Сахалина в июле-августе 2011 г. были выловлены 18 самцов (среди них только два промысловых) и 9 самок камчатского краба. В ходе съемки в 2020 г. поймано 2 экз. камчатского краба. Эти съемки не могут быть использованы для корректной оценки запаса этого вида крабов.

То есть, за период с 2000 по 2022 год по юго-востоку Сахалина отсутствуют данные, на которых можно основывать расчеты численности и оценку состояния запаса.

Информационную обеспеченность прогноза ОДУ камчатского краба в Восточно-Сахалинской подзоне можно отнести к III уровню информационной обеспеченности (прил. 1 Приказа Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.), что исключает использование моделей эксплуатируемого запаса.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Для оценки численности облавливаемой части запаса камчатского краба, по данным траловых съемок, была применена прикладная компьютерная программа «Surface Mapping System» ver. 8.0. [Keckler, 1994]. Данные интерполировались в узлы регулярной сетки с помощью метода «kriging» [Wackernagel, 1995] с однократным сглаживанием. Для расчета результата в узле сетки использовались данные пяти ближайших станций. Запас оценивался как величина объема, ограниченного сверху поверхностью плотностей, построенных программой, а снизу – нулевым значением плотности.

Для оценки запасов камчатского краба в заливе Анива, по ловушечной съемке 2012 г., был использован метод полигонов на основе обобщенной модели Лесли с фильтром Калмана (ОМЛ ФК), реализованной в виде одноименной компьютерной программы [Михеев, Михеев, 2007]. Для этого, после выполнения рекогносцировочной съемки, в районе с максимальными уловами в течение 9 суток ежедневно выполняли постановку и выборку 9 краболовных порядков. Выпуск крабов в живом виде в естественную среду обитания производился на расстоянии не менее 15 миль от полигона, таким образом, происходила имитация промыслового изъятия.

Для оценки параметров популяции и определения ориентиров управления предварительно использовалась конечно-разностная модель с запаздыванием Деризо-Шнютэ [Deriso, 1980; Schnute, 1987]. Отсутствие достаточной и регулярной накопленной информации с промысла (индексы запаса, промысловых усилий, вылова) на всех участках подзоны, а также данных прямого учета, не позволяет проведение аналитического оценивания состояния запаса и безопасного изъятия с использованием продукционных моделей. Как и в других частях ареала краба у сахалинских берегов, имеют место трудности учета пополнения в связи с низкой его облавливаемостью при выполнении траловых учетных работ.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. *Юго-восточный Сахалин.* Промысел камчатского краба у юго-восточного Сахалина ведется с 1914 г., максимальные значения вылова (3100 т) были показаны в конце 30-х гг. Начиная с 1940 г. вылов камчатского краба в этом районе, фактически, не превышал 200 т. Запас, прогнозируемые и фактические величины вылова в 2000-2022 гг. приведены на *рисунке 1*.

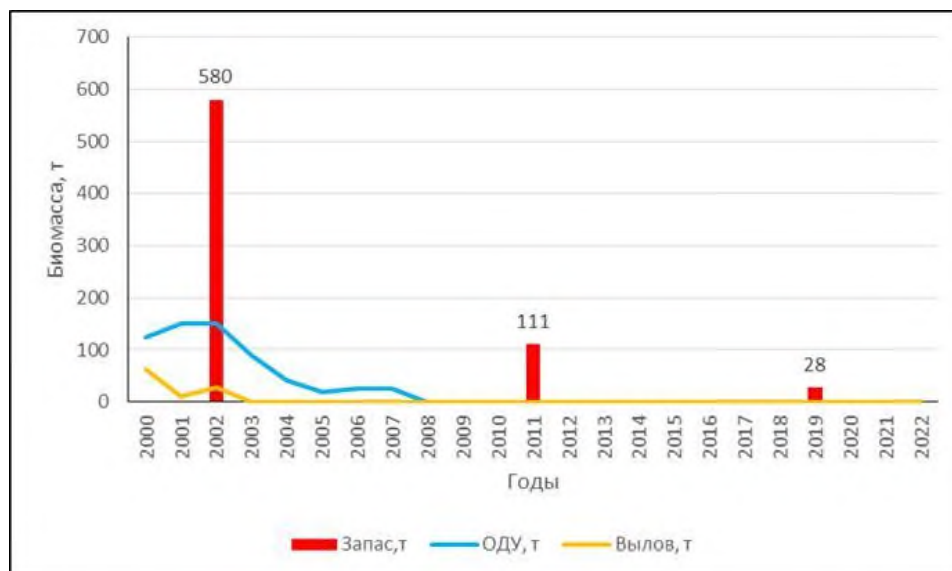


Рис. 1. Промысловый запас, величина ОДУ и фактический вылов краба камчатского у юго-восточного побережья Сахалина.

В ближайшей ретроспективе активный промысел в районе юго-восточного Сахалина велся до 2000 года. Из-за низких уловов, в 1999-2000 гг. в указанном районе произошло значительное снижение промысла камчатского краба. Начиная с 2002 г., краб в подзоне осваивался исключительно в режиме контрольного лова, причем, выделяемый объем безопасного изъятия никогда полностью не выбирался. Начиная с 2003 года лов был прекращен, а объемы для промысла больше не выделялись. Наиболее значимый результат оценки промыслового запаса получен при проведении траловой съемки в 2011 году (*табл. 2 рис. 2*).

Таблица 2

Численность и промысловые запасы камчатского краба
у юго-восточного побережья Сахалина в 2011 г.

Показатель	Ед. изм.	Юго-восточный Сахалин
Площадь распределения промысловых самцов	кв. миль	4463
Коэффициент уловистости		0,7
Масса промысловых самцов	кг	2,85
Общая обловленная численность	тыс. экз.	39,0
Промысловая биомасса	т	111,1

Залив Анива. Промысел камчатского краба в заливе Анива ведется с 1914 г., его вылов достигал максимальных значений (1370 т) в конце 30-х годов прошлого века. Начиная с 1940 г., вылов камчатского краба в этом районе, фактически, не превышал 200 т. Запас, прогнозируемые и фактические величины вылова в 2000–2022 гг. приведены на *рисунке 3*. Последние данные по численности популяции получены по результатам траловой съемки в 2021 году (*табл. 3; рис. 4*).

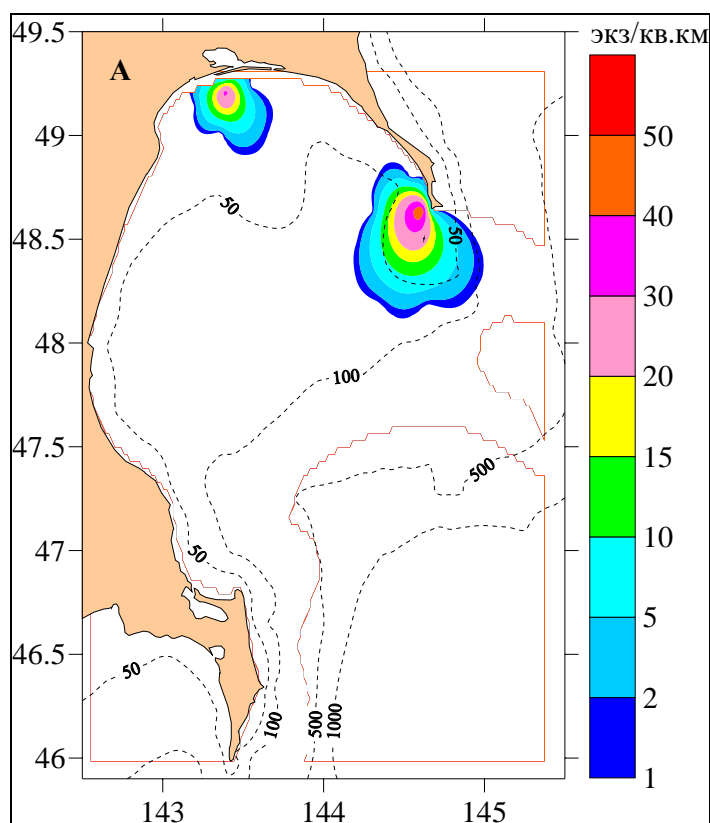


Рис. 2. Распределение промысловых самцов краба камчатского у юго-восточного Сахалина в 2011 г., по результатам траловой съемки.

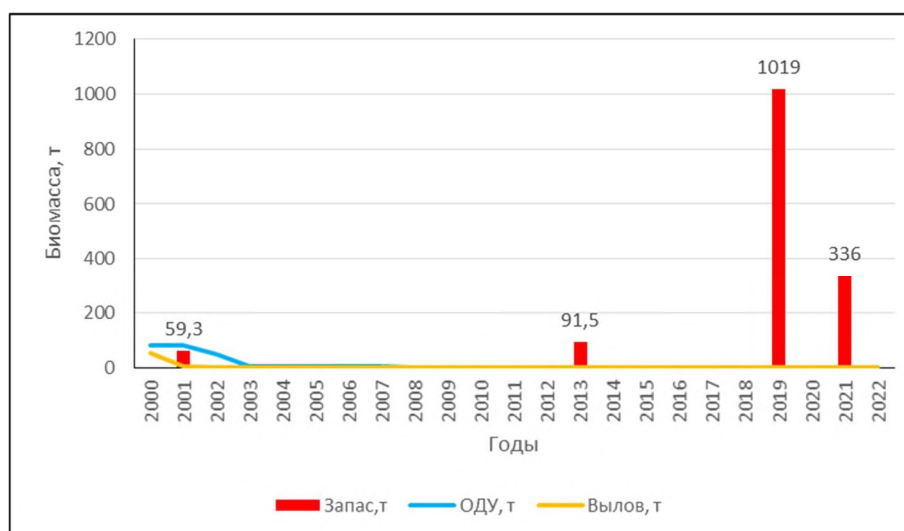


Рис. 3. Промысловый запас, величина ОДУ и фактический вылов (т) краба камчатского в зал. Анива.

Таблица 3

Численность и промысловые запасы камчатского краба в зал. Анива в 2021 г.

Показатель	Ед. изм.	Юго-восточный Сахалин
Площадь распределения промысловых самцов	кв. миль	2254
Коэффициент уловистости		0,75
Масса промысловых самцов	кг	2,98
Общая обловленная численность	тыс. экз.	112,8
Промысловая биомасса	т	336,1

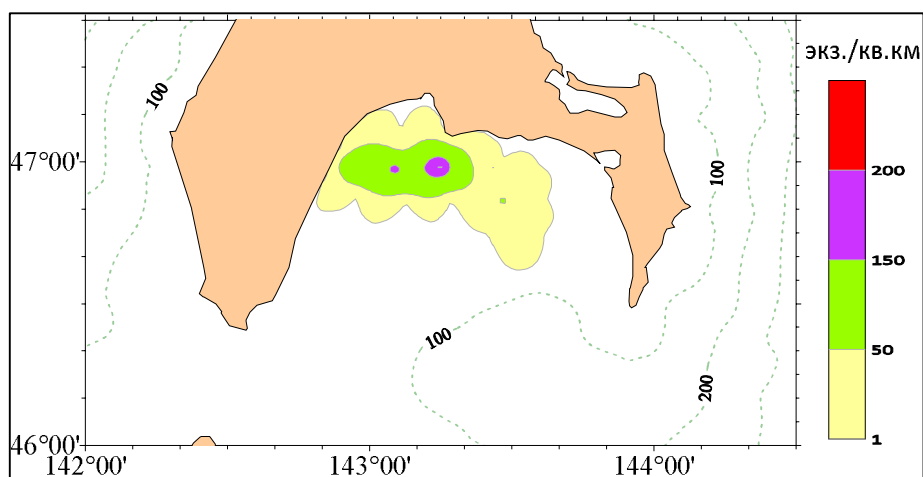


Рис. 4. Распределение промысловых самцов краба камчатского в зал. Анива в 2021 г., по результатам траловой съемки.

Промысловая активность по добыче камчатского краба в заливе Анива просуществовала недолго и уже к 1997 году практически завершилась. В 1997 г. в заливе Анива средний улов на единицу промыслового усилия (0,38 экз. на ловушку) был в два раза ниже, чем в 1996 г., хотя в мае 1997 г. средний улов (0,66 экз. на ловушку) был на уровне, а максимальный улов превосходил аналогичные показатели за предыдущие годы. Уже начиная с 2001 года лов был прекращен в связи с крайне низкой численностью краба.

Траловая съемка, выполненная в заливе Анива в октябре-ноябре 2000 г., не зарегистрировала присутствия там промысловых самцов, уловы непромысловых самцов, с размерами 48–102 мм по ШК, достигали 98 экз. за 30-минутное траление, их средний улов составил 22,17 экз.

Траловая съемка, выполненная на НПС «Дмитрий Песков» в сентябре 2001 г., подтвердила присутствие в заливе Анива скоплений молоди с размерами 60–80 мм по ШК, уловы которой достигали 1696 экз. за получасовое траление. Уловы промысловых самцов не превышали 3 экз./траление, они были встречены только на четырех станциях, их доля в уловах составила 0,34%. По результатам траловой съемки 2001 г. определена обловленная общая численность самцов камчатского краба, которая составила 13905 ± 3862 тыс. экз., а численность промысловой части популяции – всего 19,13 тыс. экз. или 0,14% от общей численности популяции, промысловый запас – 59,3 т.

Однако, последующая траловая съемка, выполненная 2004 г., не подтвердила не только высокий уровень пополнения, но и вообще присутствия камчатского краба в заливе. В 2005-2010 гг. оценка численности камчатского краба в заливе Анива не проводилась. В ходе траловой съемки в июне 2011 г. в заливе были пойманы два самца и одна самка камчатского краба, что подтверждает крайне низкий уровень численности этого вида в этом заливе.

В ходе съемки в ноябре-декабре 2013 года камчатский краб отмечен на 8 станциях (частота встречаемости 22,8%). Наибольший улов был на станции с координатами 46°22'5 с.ш., 142°27'5 в.д., на глубине 30 м. Средняя плотность скопления промысловых самцов составила 26,2 экз./кв. км,

непромысловых самцов – 84,2 экз./кв. км, а самок – 45,0 экз./кв. км. Численность промысловой части популяции оценена в 32 тыс. шт. (91 т).

Съемка в сентябре-октябре 2019 г. показала единичность уловов камчатского краба, за исключением одной станции с координатами 46°12'9 с.ш., 142°18'4 в.д., показавшей ультравысокий улов. Плотность распределения промысловых самцов на этой станции составила 3666 экз./кв. км, непромысловых самцов – 6791 экз./кв. км, самок – 1416 экз./кв. км. Улов на этой станции составляет 90% от общего числа особей краба, выловленных в районе. Данная съемка выполнена с нарушением стандартной методики. Ультравысокий улов не околонтурен, поэтому локализовать и корректно оценить площадь с высокими уловами не удалось. При экстраполяции этого улова до соседних нулевых станций, расчетная оценка биомассы промысловых особей составила 1019 т, минимальный запас (без экстраполяции улова) составил 37 т. Оценка запаса при столь высоком разбросе минимальных и максимальных значений представляется некорректной и не подлежит использованию, величина запаса нуждается в подтверждении.

Размерный состав камчатского краба в 2019 году, полученный, в основном, с одной значимой станции, представлен на *рисунке 5*. Доля промысловых особей довольно низкая, в основном присутствовала молодежь размером 100–110 и 140 мм по ШК. Съемка, выполненная 2021 году, не подтвердила высокую численность промыслового запаса камчатского краба в зал. Анива. Максимальный улов не превышал 5 экз./траление, что свидетельствует об отсутствии промысловых скоплений.

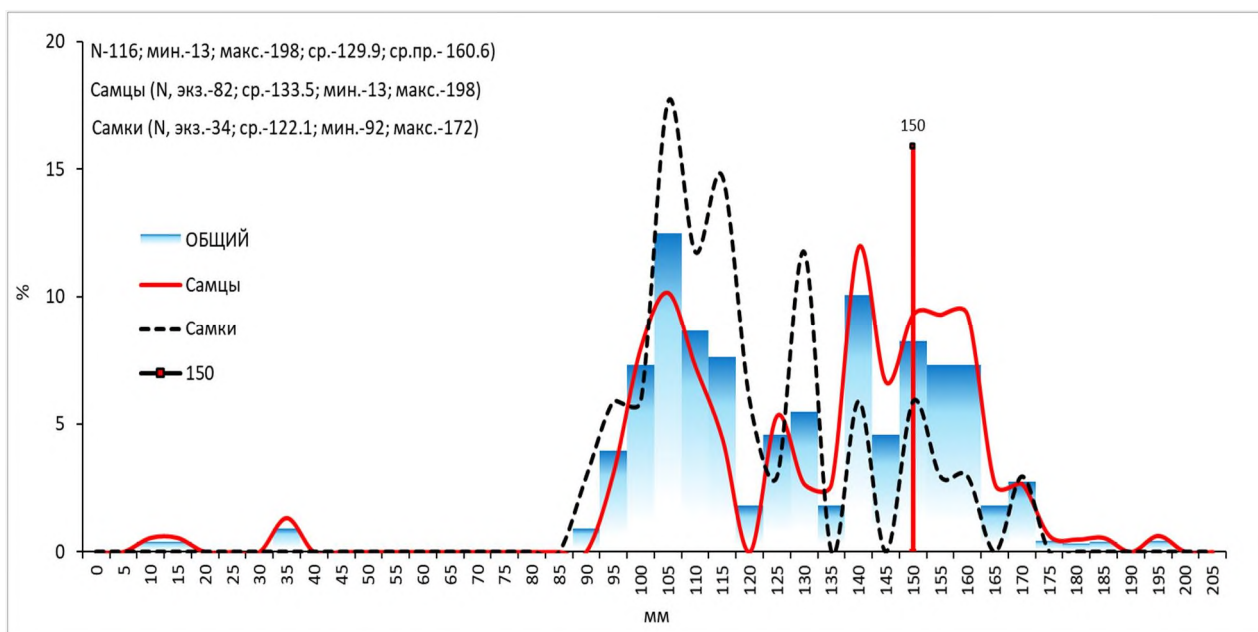


Рис. 5. Размерный состав краба камчатского в заливе Анива в сентябре-октябре 2019 г.

Бентосные съемки в заливе Анива, выполненные в 2006 г., показали, что средняя биомасса бентоса, по сравнению с 80-ми годами прошлого века, снизилась в этом заливе в три раза и сейчас составляет около 30 г/м².

Фактически, в течение 30 лет интенсивного хозяйственного использования залив превратился в малокормный водоем, его привлекательность для камчатского краба существенно снизилась. Донные съемки в 2013 году подтвердили низкий уровень кормового бентоса, а также увеличение на 20% площади распространения илистых грунтов, которые камчатский краб избегает.

Определение биологических ориентиров. Юго-восточный Сахалин. Оценки ориентиров управления для рассматриваемого запаса были установлены на основе ретроспективной динамики запаса (табл. 4). Целевой ориентир выбран как среднее значение промысловой биомассы в благополучные для популяции годы. Граничный ориентир составляет 22% от максимальной промысловой биомассы – 0,371 тыс. т. Буферный ориентир соответствует верхней границе доверительного интервала для средней промысловой биомассы в неблагополучные для популяции годы – 0,595 тыс. т. Целевой коэффициент эксплуатации составляет 17% от целевой промысловой биомассы.

Таблица 4

Ориентиры управления запасом краба камчатского юго-восточного Сахалина

Биомасса, тыс. т		Коэффициент эксплуатации		Целевой вылов, Y_{tg} , тыс. т
Граничная, B_{lim}	Целевая, B_{tg}	Граничный, E_{lim}	Целевой, E_{tg}	
0,37	1,686	22%	17%	0,280

Залив Анива. Оценки ориентиров управления для рассматриваемого запаса были установлены на основе ретроспективной динамики запаса (табл. 5). Целевой ориентир выбран как среднее значение промысловой биомассы в благополучные для популяции годы – 0,749 тыс. т. Граничный ориентир составляет 22% от целевой промысловой биомассы. Буферный ориентир соответствует верхней границе доверительного интервала для средней промысловой биомассы в неблагополучные для популяции годы – 0,2 тыс. т.

Таблица 5

Ориентиры управления запасом краба камчатского в зал. Анива

Биомасса, тыс. т		Коэффициент эксплуатации		Целевой вылов, Y_{tg} , тыс. т
Граничная, B_{lim}	Целевая, B_{tg}	Граничный, E_{lim}	Целевой, E_{tg}	
0,20	0,749	22%	17%	0,13

Обоснование правила регулирования промысла. Правило регулирования промысла (ПРП) для запаса камчатского краба Восточно-Сахалинской подзоны конструировалось на основе модификации предосторожного подхода, принятого во ВНИРО [Бабаян, 2000].

Юго-восточный Сахалин. Камчатский краб юго-восточного Сахалина находится под запретом на промысел после перелома в середине-конце 1990-

х гг. Статус запаса «депрессивный». Открытие промысла, с выловом не более 0,03 тыс. т, возможно при смене статуса запаса на «восстанавливающийся» после достижения буферного ориентира по биомассе 0,595 тыс. т. Применение целевого коэффициента эксплуатации 17%, с выловом 0,28 тыс. т, возможно после достижения целевого уровня промысловой биомассы 1,68 тыс. т. На *рисунке 6* представлена диаграмма, демонстрирующая некоторые правила регулирования промысла (ПРП), основанные на биологических ориентирах управления (см. *табл. 4*).

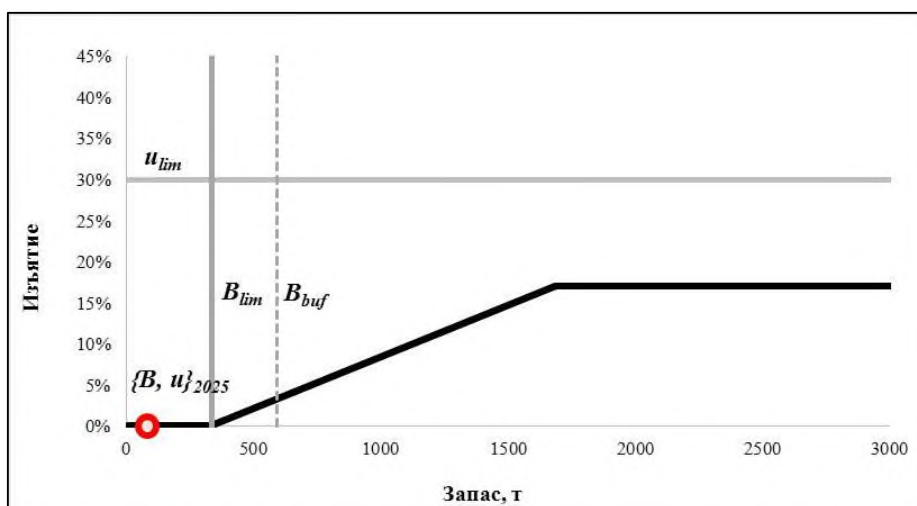


Рис. 6. Диаграмма стратегий управления запасом краба камчатского у юго-восточного побережья Сахалина в рамках «предосторожного» подхода.

Залив Анива. Камчатский краб зал. Анива находится под запретом на промысел после перелома в конце 1990-х – начале 2000-х гг. Статус запаса «депрессивный». Диаграмма стратегии регулирования промысла представлена на *рисунке 7*.

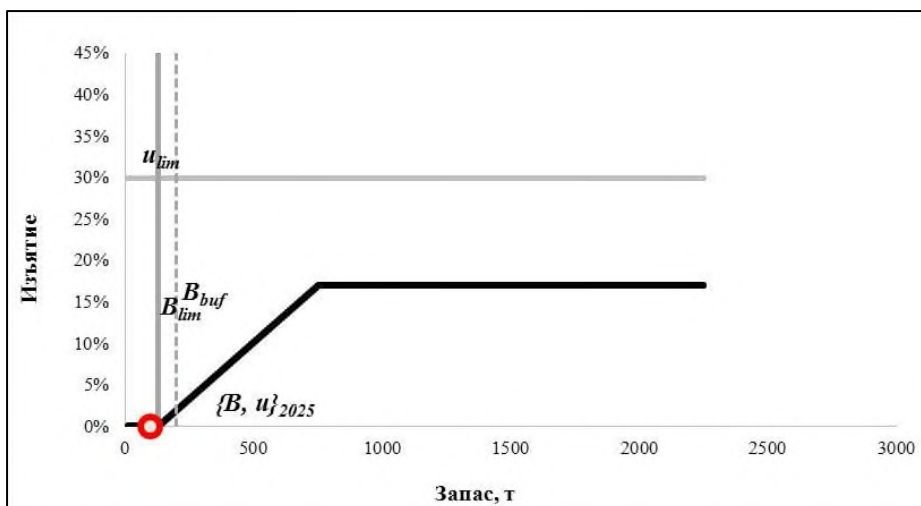


Рис. 7. Диаграмма стратегий управления запасом краба камчатского в зал. Анива в рамках «предосторожного» подхода.

Открытие промысла, с выловом не более 0,02 тыс. т, возможно при смене статуса запаса на «восстанавливающийся» после достижения буферного ориентира по биомассе 0,2 тыс. т. Применение целевого

коэффициента эксплуатации 17%, с выловом 0,13 тыс. т, возможно после достижения целевого уровня промысловой биомассы 0,75 тыс. т. Учитывая тот факт, что в далекой ретроспективе вылов камчатского краба в этом районе достигал 1,36 тыс. т, возможно, при восстановлении популяции потребуется корректировка правил регулирования промысла.

Прогнозирование состояния запаса. *Юго-восточный Сахалин.* Уловы камчатского краба в этом районе остаются на уровне единичных, без возможности оценки численности и биомассы принятыми методами, поэтому прогноз биомассы на 2026 год является инерционным. Отсутствие данных по состоянию популяции за последние несколько лет не позволяет корректно спрогнозировать изменение численности. До получения актуальных данных о состоянии запаса, в качестве элемента «предосторожного» подхода взята средняя биомасса за этот период по математическому ожиданию промысловой биомассы за последние пять лет. Оцененная величина промысловой биомассы камчатского краба у юго-восточного Сахалина в 2026 г. не достигает целевого ориентира и располагается значительно ниже буферного ориентира.

Залив Анива. Многолетнее отсутствие данных по состоянию популяции не позволяет корректно оценить биомассу и объемы безопасного изъятия. Выполненные в 2019 и 2021 годах траловые съемки не прояснили ситуацию, а напротив, поставили большой вопрос о состоянии запаса из-за значительной разницы полученных оценок численности. До получения актуальных данных о состоянии запаса, в качестве элемента «предосторожного подхода» взята средняя биомасса за этот период по математическому ожиданию промысловой биомассы за последние пять лет.

Обоснование объема ОДУ. Величина промысловой биомассы краба камчатского у юго-восточного Сахалина в 2026 г. не достигнет целевого ориентира и не превысит граничный ориентир. В популяции краба камчатского, обитающей в районе залива Анива, в последние два десятилетия наблюдалось кратное снижение уловов на усилии промысловых самцов, а также многократно сократилась площадь и численность промысловых скоплений. Траловая съемка в 2019 г. не позволила корректно оценить состояние этой единицы управления. Съемка, выполненная в 2021 г., показала низкую величину биомассы. Прогнозируемая величина промысловой биомассы камчатского краба в зал. Анива в 2026 г. находится ниже B_{lim} .

В соответствии с зональным правилом регулирования промысла, разработанным для запаса краба камчатского в Восточно-Сахалинской подзоне, изъятие в 2026 г. может быть рекомендовано исключительно в объемах, необходимых для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях – 1,0 т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба камчатского в Восточно-Сахалинской подзоне на 2026 г. в объёме 0,001 тыс. т исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.**

Краб камчатский (*Paralithodes camtschaticus*)

61.06 – зона Японское море

61.06.1 – подзона Приморье

Исполнители: И.С. Черниенко, О.Ю. Борилко (ТИНРО)

О.Б. Ткачёва (ХабаровскНИРО)

Куратор: С.И. Моисеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Основу обоснования величины ОДУ камчатского краба на 2026 г. составляют результаты ловушечной съемки НИС «Зодиак» и донных траловых съемок на НИС «Владимир Сафонов» и НИС «Дмитрий Песков», выполненных в 2022 г. (рис. 1 и 2). Для сравнительного анализа были так же использованы данные траловой съемки, выполненной в 2019 г. в южной части подзоны Приморье.

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.) (рис. 3).

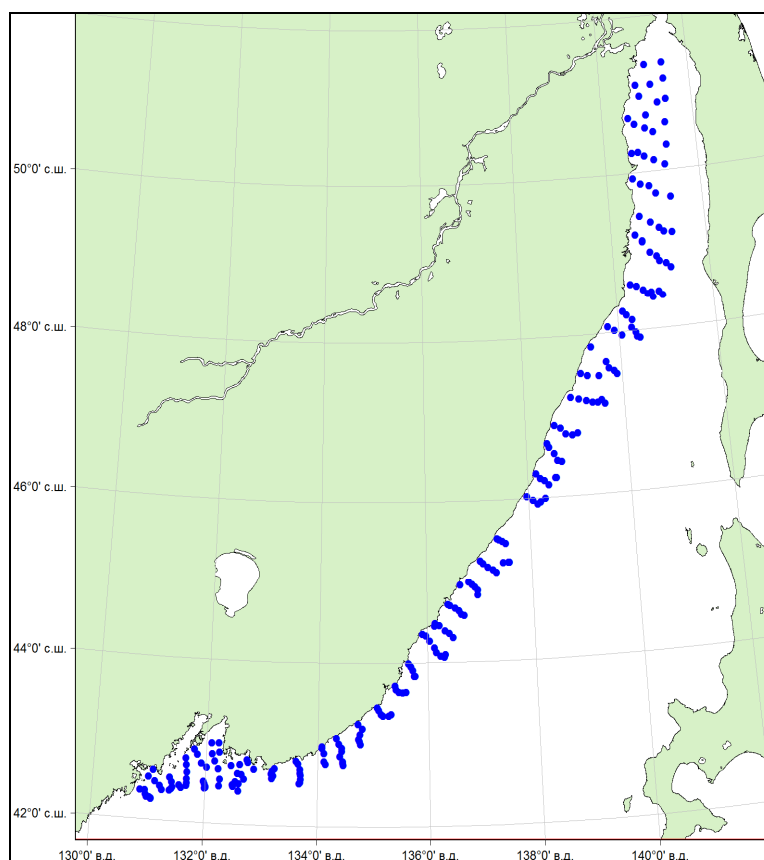


Рис. 1. Карта-схема станций траловой съемки, выполненной на НИС «Владимир Сафонов» и НИС «Дмитрий Песков» в 2022 г.

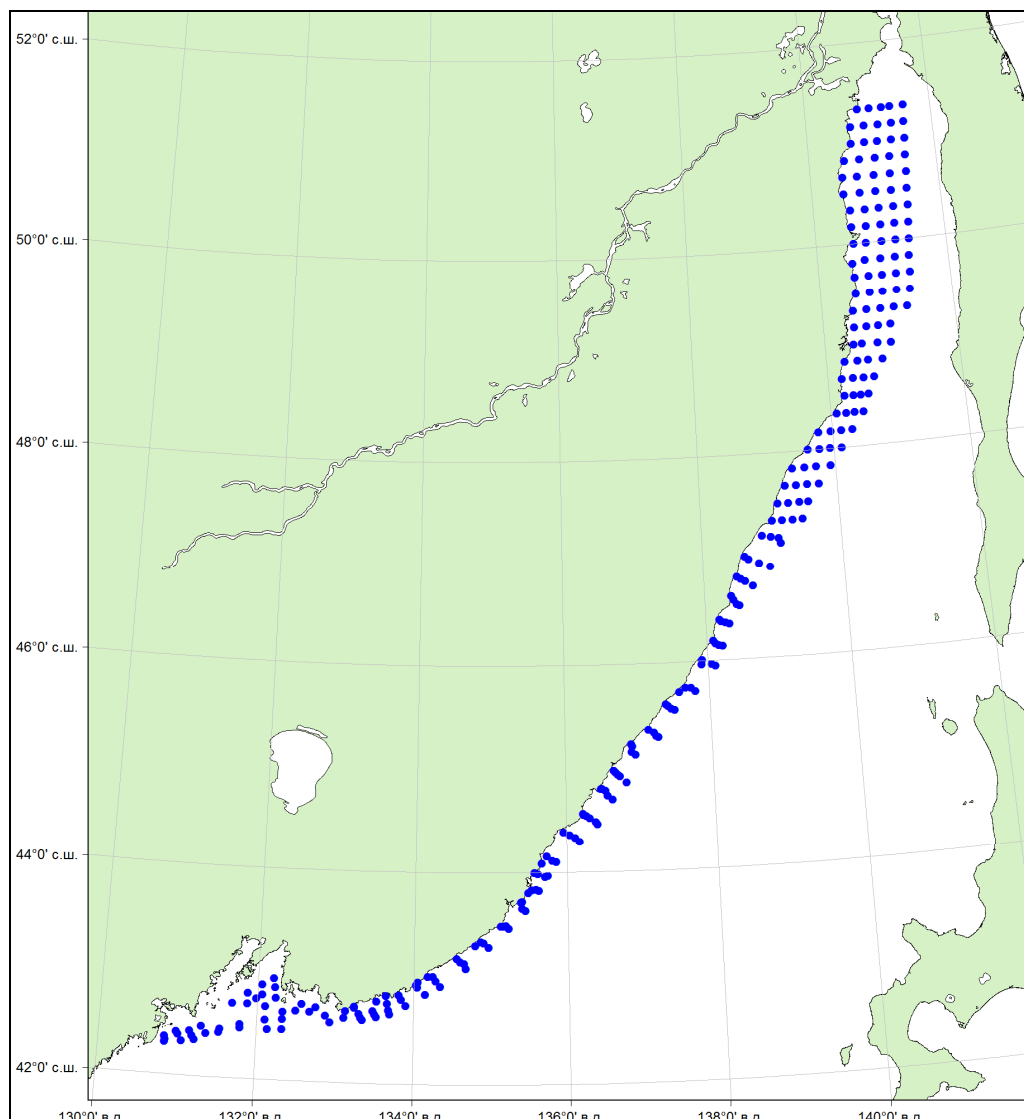


Рис. 2. Карта-схема станций ловушечной съемки, выполненной на НИС «Зодиак» в 2022 г.

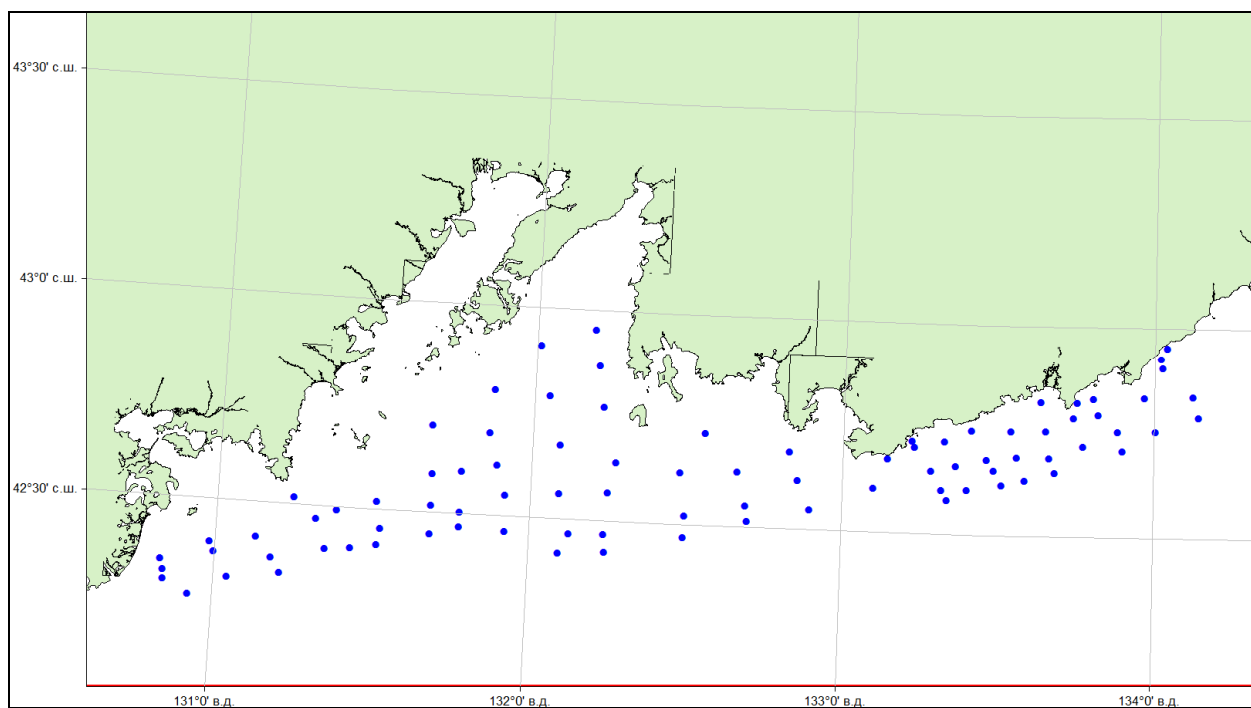


Рис. 3. Карта-схема станций ловушечной съемки, выполненной на НИС «Зодиак» в 2024 г.

Также были использованы данные, собранные при проведении государственного мониторинга, контрольного лова и научно-исследовательских работ за период с 1993 по 2024 гг. в подзоне Приморье (табл. 1).

Таблица 1

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

Район	п/з Приморье (ЮЧ) ¹	п/з Приморье (СЧ) ²	п/з Приморье
«Владимир Сафонов», «Дмитрий Песков», 2022 г.			
Количество станций	173	64	237
Тип орудий лова	ДТ/ТВ-27,1		
Диапазон глубин, м	25-557	26-611	25-611
Обследовано, тыс. км ²	33,97	30,98	64,95
Период работ	29.04–18.06.2022 г.		
Выполнено биоанализов	822		
«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 ²	23,2	28,1	51,3
Период работ	10.04–17.06.2022 г.		
Выполнено биоанализов	1600		
«Зодиак», 2024 г.			
Количество станций	88		
Тип орудий лова	усечёно-конические крабовые ловушки		
Диапазон глубин, м	23-180		
Обследовано, тыс. км ²	7,0		
Период работ	29.11–26.12.2024 г.		
Выполнено биоанализов	450		

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

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

При выполнении съемок использовался донный трал ДТ/ТВ-27,1/24,4, оснащенный мелкоячейной делевой вставкой, и стандартные крабовые ловушки, имеющие форму усечённого конуса, соединённые 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 м² [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.).

За период исследований 2022 и 2024 гг. были получены материалы о пространственном распределении, размерно-половой структуре скоплений камчатского краба, выполнены оценки запаса этого ресурса. Анализ минимальных требований, предъявляемых Приказом Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104 к информационному обеспечению прогноза ОДУ, показывает, что соответствие I (высшему) уровню наблюдается лишь частично. В рядах данных о размерной структуре запаса присутствуют значительные пропуски, что может исказить результаты расчетов при использовании когортных моделей. Информационное обеспечение было отнесено ко второму уровню. В прогнозе использованы оценки биомассы и уловы на усилие (кг/лов., экз./лов.), полученные по результатам ловушечных съемок для промысловых самцов (150 мм и более по ширине карапакса – ШК). Дополнительно использовали оценки численности и уловы на усилие (экз./лов.) для рекрутов – самцов с шириной карапакса 150–165 мм.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Оценку запасов камчатского краба осуществляли традиционным методом, методом сплайн-аппроксимации с учетом района исследований и батиметрического диапазона [Столяренко, Иванов, 1987; Столяренко, Иванов, 1988; Stolyarenko, 1986; Stolyarenko, Ivanov, 1987] и методом полигонов Вороного [Препарата, Шеймос, 1989; Борисовец, Надточий, 2003]. Данные методы реализованы в ГИС «КартМастер» v.4.1 [Бизиков, Поляков, 2004; Бизиков и др., 2006; Бизиков и др., 2007] и ГИС «NextGIS QGIS».

Накопленная к настоящему времени информация (индексы запаса, промысловых усилий, вылова) позволяет проведение ограниченного аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ с использованием продукционных моделей. Для оценки промысловой биомассы и прогноза ОДУ предварительно использовалась конечно-разностная модель с запаздыванием Деризо-Шнютэ [Deriso, 1980; Schnute, 1987].

Фрагментарность данных о размерном составе популяции затрудняет использование когортных методов, однако, информации об уловах на ловушку и судо-сутки достаточно для использования конечно-разностной модели с запаздыванием, которая является компромиссом между когортными и продукционными моделями [Schnute, 1987].

В качестве входных данных для модели использовались материалы траловых съемок, современные данные о среднем улове на ловушку, среднем за промысловый сезон улове на судо-сутки и сведения о годовом изъятии на скоплении, полученные из данных промысловой статистики за предыдущие годы.

Уравнение модели имеет вид:

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

здесь t – год промысла, a_R – возраст пополнения, w_{a_R} , w_{a_R-1} – соответственно, средний вес рекрута и предрекрута, кг, B_t – общая биомасса

промыслового запаса в год t , кг, Y_t – вылов в единицах биомассы в год t , кг, R_t – численность особей, впервые вступивших в промысел в год t , экз., M – мгновенный коэффициент естественной смертности, ρ – коэффициент Броуди в уравнении Форда-Уолфорда.

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

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

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

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

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

Чтобы избавиться от коррелированности девственной биомассы и параметров модели, что искажает оценку параметров при выполнении сэмплирования, 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:

$$\begin{aligned} P_t &= e^{-M}(1+\rho)(P_{t-1} - kY_{t-1}) - \rho e^{-2M}\left(1 - \frac{kY_{t-1}}{P_{t-1}}\right)(P_{t-2} - kY_{t-2}) - \\ &e^{-M}\left(1 - \frac{kY_{t-1}}{P_{t-1}}\right)\rho w_{a_R-1}R_{t-1} + w_{a_R}R_t + \epsilon_1 \\ \ln r_t &= \ln \gamma + \ln(P_{t-4} - kY_{t-4}) - \frac{\delta}{k}(P_{t-4} - kY_{t-4}) + \epsilon_2. \end{aligned}$$

И одно уравнение наблюдения:

$$U_{i,t} = Q_i P_t + \theta_i$$

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

Для представления пространства состояний использовался сигматочечный фильтр Калмана [Särkkä, 2013; Wan, Van Der Merwe, 2004], параметры модели оптимизировались при помощи генетического алгоритма [Михеев, 2011]. Расчеты выполнялись в среде R [R Core Team, 2018].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Заметное снижение промысловых запасов камчатского краба началось после 2001 г., когда величина промыслового запаса в подзоне Приморье составляла около

20,7 тыс. т (рис. 4).

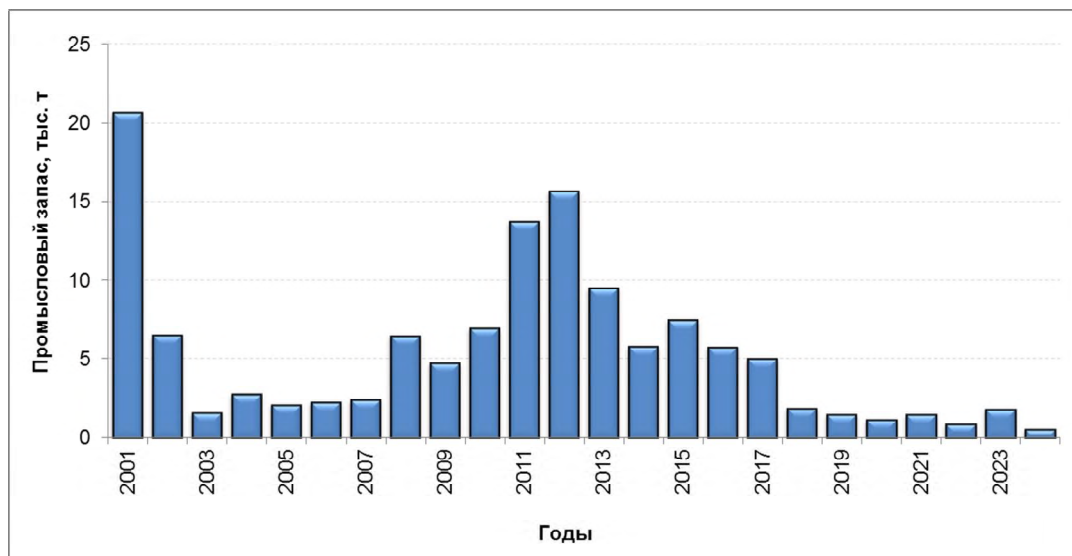


Рис. 4. Динамика промыслового запаса краба камчатского в подзоне Приморье в 2001-2024 гг.

Резкое снижение общей численности, плотности и площади скоплений, а также падение уловов на усилие, привело к введению запрета на промышленный лов камчатского краба, который к югу от параллели 47°20' с.ш. стал действовать с 2002 г., а с 2005 г. – и к северу от 47°20' с.ш.

После 2007 г. стал наблюдаться устойчивый рост промыслового запаса краба, который в подзоне Приморье к 2012 г. достиг своего максимума – 15,7 тыс. т. Согласно приказу Росрыболовства № 325 от 20 апреля 2012 г. был снят запрет на промышленный лов к северу от мыса Золотой, а в 2013 г. – и к югу от мыса Золотой (№ 785 от 21 октября 2013 г.).

По данным ОСМ «Рыболовство», в период 2014-2024 гг. во всей подзоне Приморье при проведении промышленного лова и/или ресурсных исследований отмечалось недоосвоение рекомендованных к изъятию величин ОДУ (табл. 2).

Таблица 2

Динамика ОДУ и официального вылова (тыс. т) краба камчатского в подзоне Приморье за период 2014-2024 гг.

Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ОДУ ¹	0,569	0,444	0,330	0,330	0,277	0,231
ОДУ ²	0,455	0,657	0,245	0,245	0,245	0,120
Суммарный ОДУ в подзоне	1,024	1,101	0,575	0,575	0,522	0,351
Суммарный вылов	0,404	0,652	0,237	0,341	0,246	0,179
%, освоения	39	59	41	59	47	51

Год	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Суммарный ОДУ в подзоне	0,133	0,133	0,005 ³	0,005 ³	0,005 ³	0,005 ³
Суммарный вылов	0,064	0,066	0,0035	0,000068	0,000552	-
%, освоения	48	50	70	< 2	11	-

¹ – подзона Приморье к югу от м. Золотой;

² – подзона Приморье к северу от м. Золотой;

³ – рыболовство в научно-исследовательских и контрольных целях

Согласно результатам исследований 2022 г., промысловая биомасса камчатского краба в подзоне Приморье, полученная методами прямого учёта, составляет 0,92 тыс. т, при этом ожидаемая оценка запаса в 2024 г., полученная по результатам моделирования, находится в доверительном интервале до 3,06 тыс. тонн, в среднем составляя 0,58 тыс. т.

Снижение с 2012 г. промысловой численности краба в подзоне Приморье привело к очередному ограничению промышленного рыболовства краба камчатского, за исключением рыболовства в научно–исследовательских и контрольных целях, с 20 июня 2021 г. по 31 декабря 2022 г. (приказ Минсельхоза от 13 мая 2021 г. № 299), с последующим продлением запрета рыболовства камчатского краба, за исключением рыболовства в научно–исследовательских и контрольных целях на период по 31 декабря 2025 г. с утверждённым объемом ОДУ камчатского краба на 2025 г. – 0,005 тыс. т (Приказ Минсельхоза № 567 от 02 октября 2024 г.).

Состояние промысловых ресурсов. В результате выполнения весенне-летних траловых съёмок 2022 г. на НИС «Дмитрий Песков» и НИС «Владимир Сафонов», в районах к югу от мыса Золотого было отмечено, что наиболее плотные скопления промысловых самцов краба (около 0,080 тыс. экз./км²) приходились на восточную часть зал. Петра Великого, со средними глубинами – около 36 м, при практически полном отсутствии краба в уловах северо-восточнее м. Поворотный (рис. 5).

Суммарная площадь скоплений, с плотностью около 0,070 экз./км², составила порядка 0,8 тыс. км². Наиболее высокие показатели обилия промысловых особей по району к югу от м. Золотой отмечены на глубинах 20-40 м.

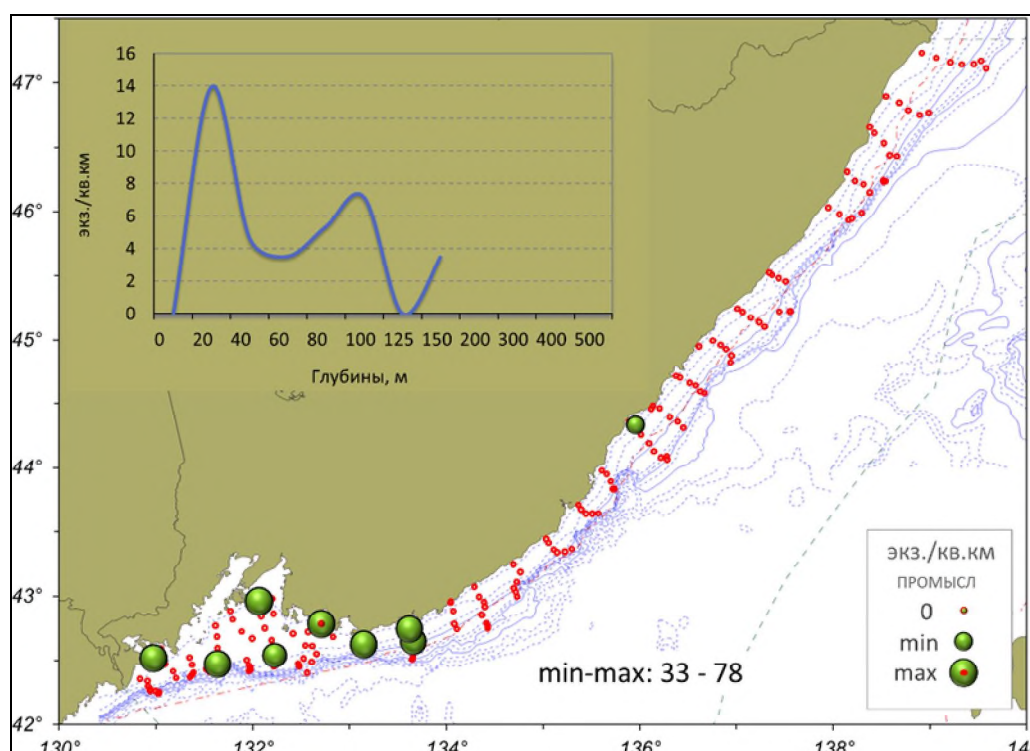


Рис. 5. Распределение промысловых самцов (экз./км²) краба камчатского в подзоне Приморье (к югу от мыса Золотого), по данным траловых съёмок 2022 г.

В то же время, в период аналогичной весенне-летней траловой съемки 2019 г. в рассматриваемом районе наблюдалась иная картина, когда наиболее плотные скопления промысловых самцов краба (около 0,240 экз./км²) приходились на районы, прилегающие с юго-запада к м. Золотой, при практически полном отсутствии их в уловах в зал. Петра Великого (рис. 6).

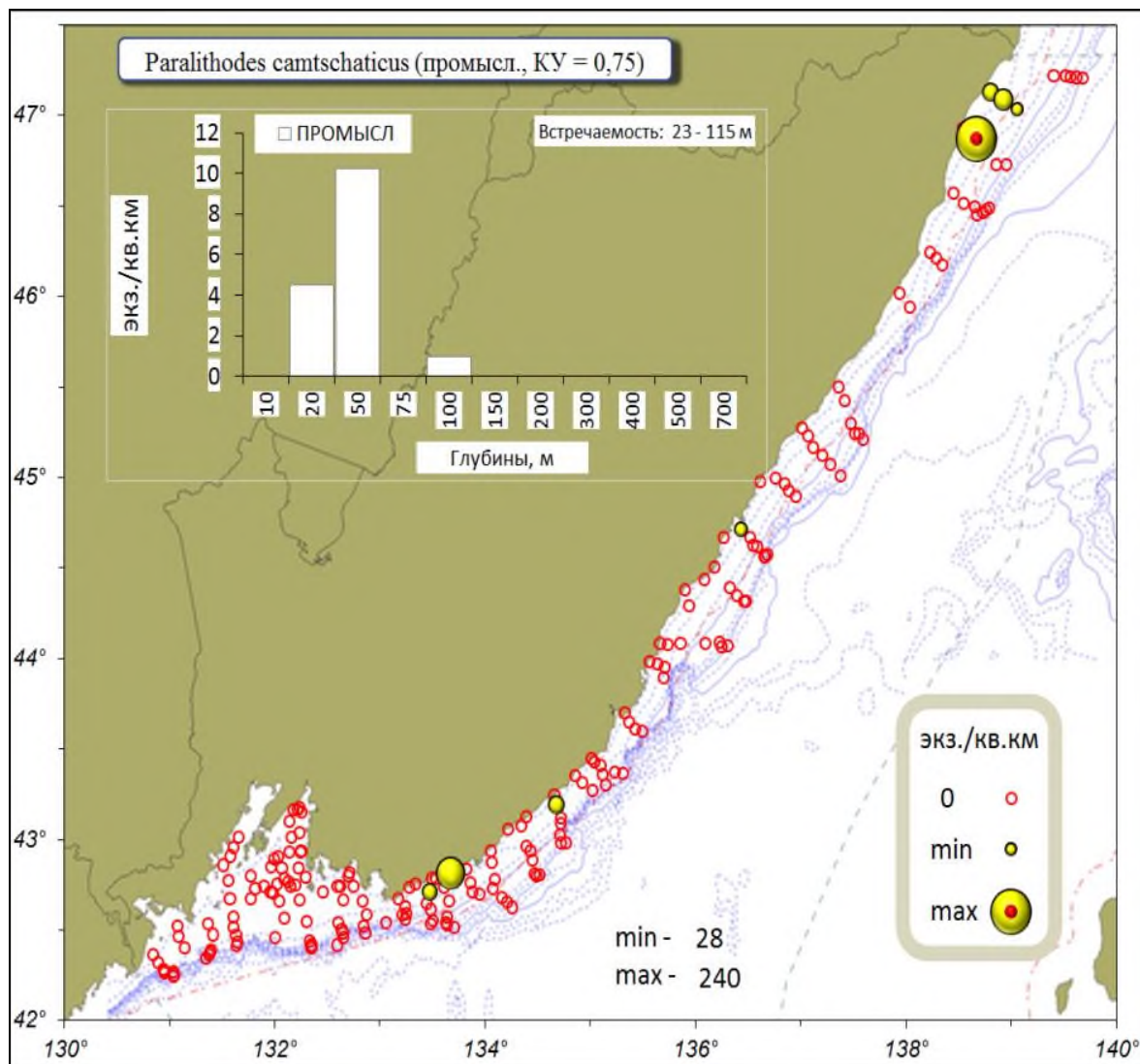


Рис. 6. Распределение промысловых самцов (экз./км²) краба камчатского в подзоне Приморье (к югу от мыса Золотого), по данным траловой съемки 2019 г.

В результате анализа материалов траловой съемки 2022 г. установлено, что, как и в 2019 г., непромысловые самцы встречались преимущественно к югу от 45° с.ш., при этом наибольшее количество встреч в уловах было отмечено в зал. Петра Великого. Частота встречаемости (ЧВ) при этом отличалась более чем в 3 раза: ЧВ в 2022 г. равна 8, в 2019 г. равна 27.

Максимальные концентрации непромысловых самцов в 2022 г. достигали 15 тыс. экз./км², площадь скоплений с плотностью более 982 экз./км² составляла около 3,2 тыс. км² (рис. 7).

В 2019 г. максимальные концентрации непромысловых самцов в зал. Петра Великого были ниже – около 0,8 тыс. экз./км², а скопления носили разреженный характер (рис. 8).

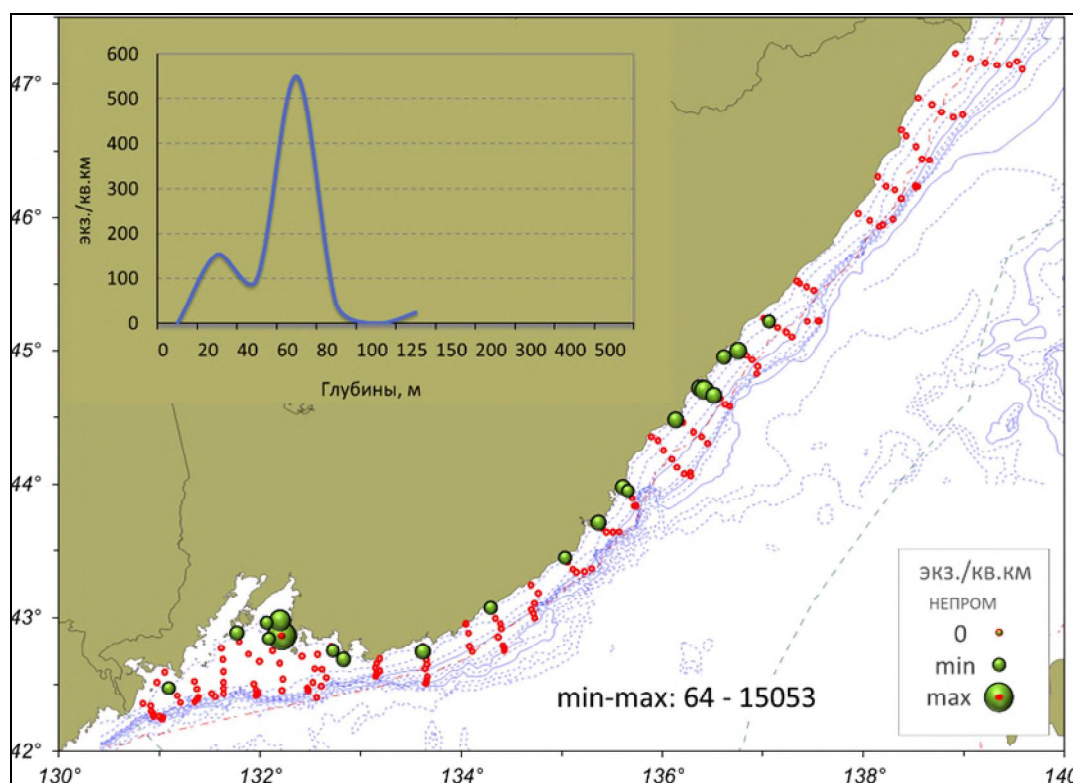


Рис. 7. Распределение непромысловых самцов (экз./км²) краба камчатского в подзоне Приморье (к югу от мыса Золотого), по данным траловых съемок 2022 г.

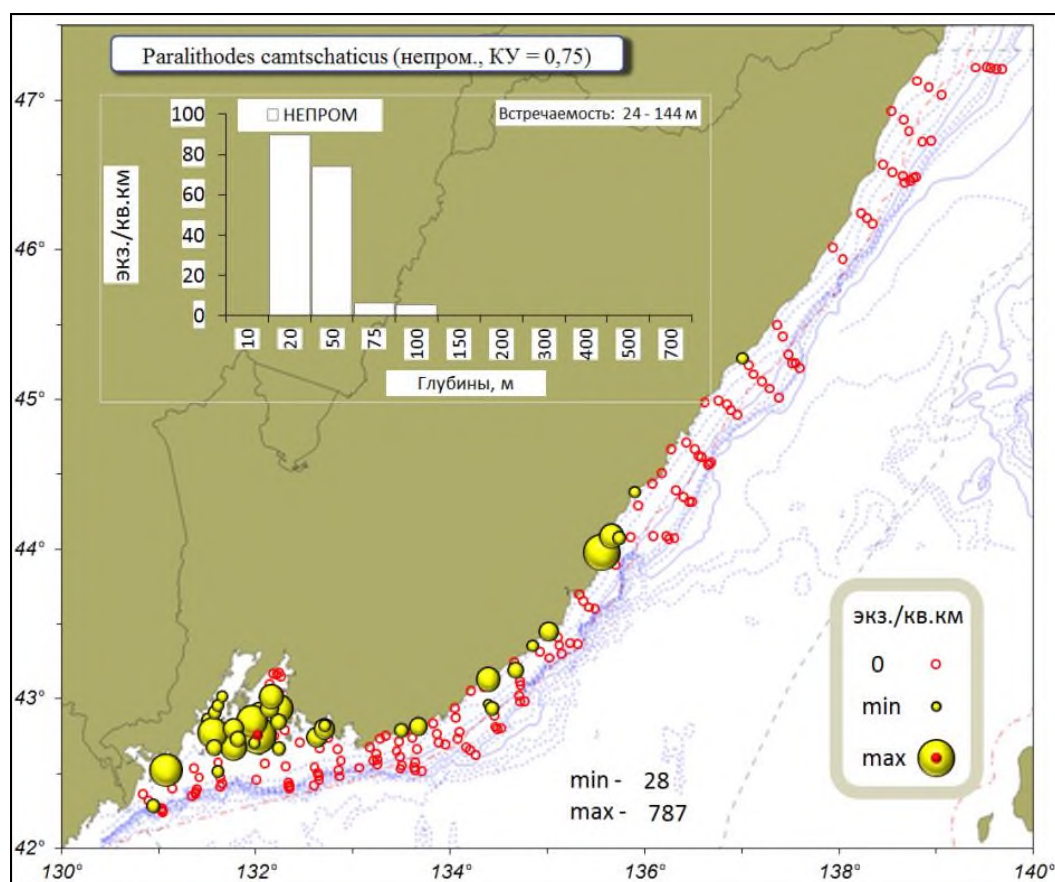


Рис. 8. Распределение непромысловых самцов (экз./км²) краба камчатского в подзоне Приморье (к югу от мыса Золотого), по данным траловой съемки 2019 г.

В период выполнения траловой съемки 2022 г. самцы были

представлены преимущественно особями с ШК 80–94 мм, доля промысловой части в уловах была крайне мала – около 3%. Размеры промысловых самцов варьировали в пределах от 152 до 181 мм (средняя величина – $161,8 \pm 2,69$ мм) (рис. 9).

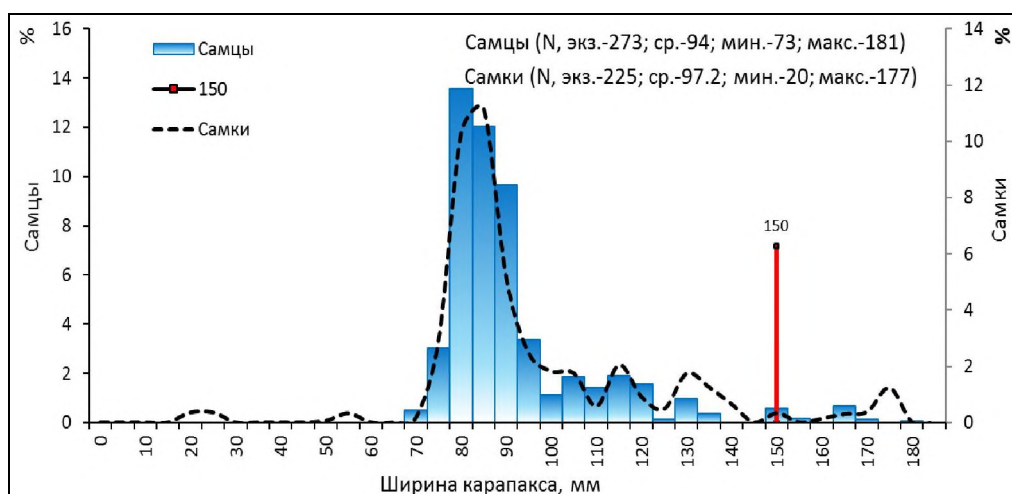


Рис. 9. Размерный состав краба камчатского в подзоне Приморье (к югу от мыса Золотого) в 2022 г., по материалам траловых сборов.

В 2019 г. размерный состав самцов носил бимодальный характер. Наиболее многочисленными в уловах являлись группы самцов с ШК 105-119 мм и 200-205 мм по ширине карапакса (рис. 10).

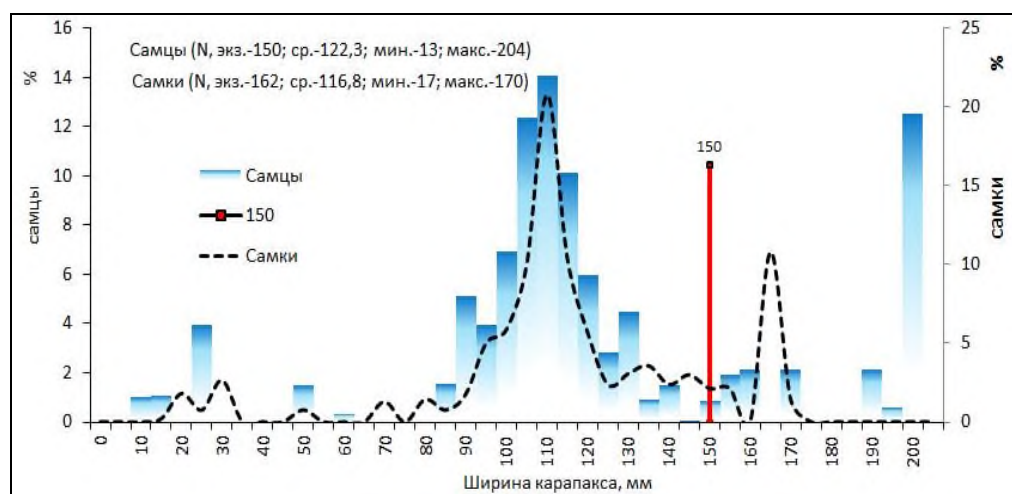


Рис. 10. Размерный состав краба камчатского в подзоне Приморье (к югу от мыса Золотого) в 2019 г., по материалам траловых сборов.

В результате сопоставления размерной структуры популяции краба из траловых сборов в 2012-2022 гг. и в период предшествующих наблюдений, было отмечено снижение средних размеров самцов в подзоне Приморье к югу от мыса Золотого в 2022 г. – до 94,0 мм.

Размер промысловых самцов 2022 г., в сравнении с данными аналогичной траловой съемки 2019 г., снизился с 188,2 до 161,8 мм, а их доля в уловах – с 22,2 до 3,0%.

Основные размерные показатели самцов камчатского краба в период выполнения ловушечной съемки на НИС «Зодиак» в подзоне Приморье (к

югу от мыса Золотого), с небольшими изменениями, остались на уровне величин, полученных в период аналогичной съемки 2019 г.

В сравнении с результатами ловушечной съемки 2020 г., к 2024 г. в зал. Петра Великого и прилегающих районах произошло снижение средних размеров самцов со 136,7 до 128,2 мм, при этом средние размеры промысловых самцов остались без каких-либо изменений – 157,5-157,6 мм, соответственно.

В уловах снизилась доля промысловых самцов с 21,2 до 13,3%, доля непромысловых самцов выросла до 87%. Помимо этого, к 2024 г. произошел заметный сдвиг в сторону увеличения (с 47 до 58,2%) доли встречаемости самок в ловушечных уловах (табл. 3).

Таблица 3

Размерные показатели самцов краба камчатского в подзоне Приморье
(к югу от мыса Золотого) по данным траловых и ловушечных съемок 2012-2024 гг.

Годы	Орудие лова	Количество пойманных самцов, экз.	Ср. размер самцов, мм	Ср. размер пром. самцов, мм	Ср. размер непром. самцов, мм	Доля пром. самцов в уловах, %	Доля непром. самцов в уловах, %	Доля самцов / самок, %
2012	трал	766	134,2	175,1	110	37,2	62,8	н/д
	лов. ¹	1035	161,4	181,3	122,5	66,2	33,8	н/д
2013	трал	875	113,5	181	96,5	20,1	79,9	н/д
	лов. ¹	1498	148,8	178,7	121	48,2	51,8	н/д
2014	трал	727	122,9	187,3	105,3	21,5	78,5	н/д
	лов. ¹	1844	155,9	183,4	127,9	50,4	49,6	н/д
2015	трал	751	109,4	180,6	100,4	11,2	88,8	н/д
2016	трал	435	133,5	176,2	110	35,6	64,4	48,8/51,2
2018	трал	101	100,4	179,9	90,3	11,3	88,7	48,7/51,3
	лов. ¹	118	72,4	173,5	78	19,5	80,5	30,1/69,9
2019	трал	150	122,3	188,2	103,4	22,2	77,8	49,5/50,5
	лов. ¹	629	124,8	170,4	114,2	18,9	81,1	58/42
2020	лов. ²	359	136,7	157,5	130,6	22,6	77,4	53/47
2021	лов. ³	565	125,6	160,3	116,3	21,2	78,8	59,5/40,5
2022	трал	273	94,0	161,8	91,9	3,0	97,0	53,1/46,9
	лов.	475	121,4	170,6	109,8	19,0	81,0	54,7/45,3
2024	лов. ⁴	188	128,2	157,6	123,6	13,3	86,7	41,8/58,2

¹ – съемка в районах к северо-востоку от мыса Поворотного; до мыса Золотого;

² – съемка в районах зал. Петра Великого;

³ – съемка в районах от мыса Поворотного до п. Терней (45°00' с.ш.);

⁴ – съемка в зал. Петра Великого и прилегающих районах.

На участках южнее мыса Золотой значительной численности пререкрутов 1-го и 2-го порядка в последнее десятилетие не наблюдалось. С 2015 по 2019 гг. отмечается тенденция сокращения численности пререкрутов 1-го (с 0,384 до 0,0062 млн экз.) и 2-го порядков (с 0,612 до 0,0213 млн экз.). В 2020 г. численность пререкрутов 1-го и 2-го порядка несколько возросла и составила 0,136 и 0,102 млн экз., соответственно, но к

2022 г., по материалам ловушечных сборов, их численность вновь снизилась до 0,034 и 0,051 млн экз., соответственно (табл. 4).

Таблица 4

Оценка состояния запаса камчатского краба в подзоне Приморье (южнее мыса Золотого)

Год	2015	2016	2018	2019	2020 ¹	2021 ³	2022		2024 ⁴
Орудие лова	трал, лов.	трал, лов.	трал, лов.	трал, лов.	лов.	лов.	трал	лов.	лов.
Обследованная площадь, тыс. км ²	41,7	35,7	41,2	70	8,2	4,3	34	21,3	7,1
ОДУ, тыс. т	0,444	0,33	0,277	0,231	0,133 ²	0,133 ²	0,005 ⁵		0,005 ⁵
Запас пром. самцов, млн экз. /тыс. т	1,478 /4,723	1,086 /3,046	0,238 /0,818	0,222 /0,690	0,114 /0,253	0,063 /0,148	0,090 /0,200	0,136 /0,391	0,038 /0,082
Пререкруты 1, млн экз.	0,384	0,33	0,0394	0,0062	0,136	0,044	0,068	0,034	0,031
Пререкруты 2, млн экз.	0,612	0,443	0,0884	0,0213	0,102	0,068	0,085	0,051	0,042
Доля самцов в популяции, %	51,5	48,8	48,7	49,5/58	53,3	59,5	53,1	54,7	41,8
Доля пром. самцов (от всех самцов), %	11,2 /30,7 ²	24,4	11,3 /19,5	8,4 /18,9	22,6	21,2	3,0	19,0	13,3
Средний размер промысловых самцов, мм	180,6 /165,7	174,1	179,9 /173,5	188,2 /170,4	157,5	160,3	161,8	170,6	157,6

¹ – съемка в районах зал. Петра Великого;

² – в подзоне Приморье;

³ – съемка в районах от мыса Поворотного до п. Терней (45°00' с.ш.);

⁴ – съемка в зал. Петра Великого и прилегающих районах;

⁵ – рыболовство в научно-исследовательских и контрольных целях.

В весенне-летний период 2022 г. в районах подзоны Приморье, от р. Туманная (42°18' с.ш.) до м. Накатова (51°20' с.ш.), на площади около 51,3 тыс. км² была выполнена ловушечная съемка на НИС «Зодиак».

Результаты анализа материалов, полученных в ходе рейса 2022 г. на НИС «Зодиак», в целом, подтверждают результаты траловой съемки 2022 г.

В районах от м. Поворотный до м. Золотой максимальные концентрации промысловых самцов наблюдалась на участке 42°20'–43°00' с.ш., на глубинах 25-40 м. Максимальная плотность скоплений промысловых самцов достигала лишь 175 экз./км² (в 2019 г. – 455 экз./км², в 2018 г. – 269 экз./км², в 2014 г. – 1145 экз./км²), в среднем по результативным станциям – 36 экз./км² (в 2019 г. – 39 экз./км²). В заливе Петра Великого, в большинстве случаев, промысловые самцы концентрировались в юго-западной части залива, на глубинах 30-40 м, образуя скопления плотностью около 67 экз./км², в среднем по району – до 13 экз./км² (рис. 11).

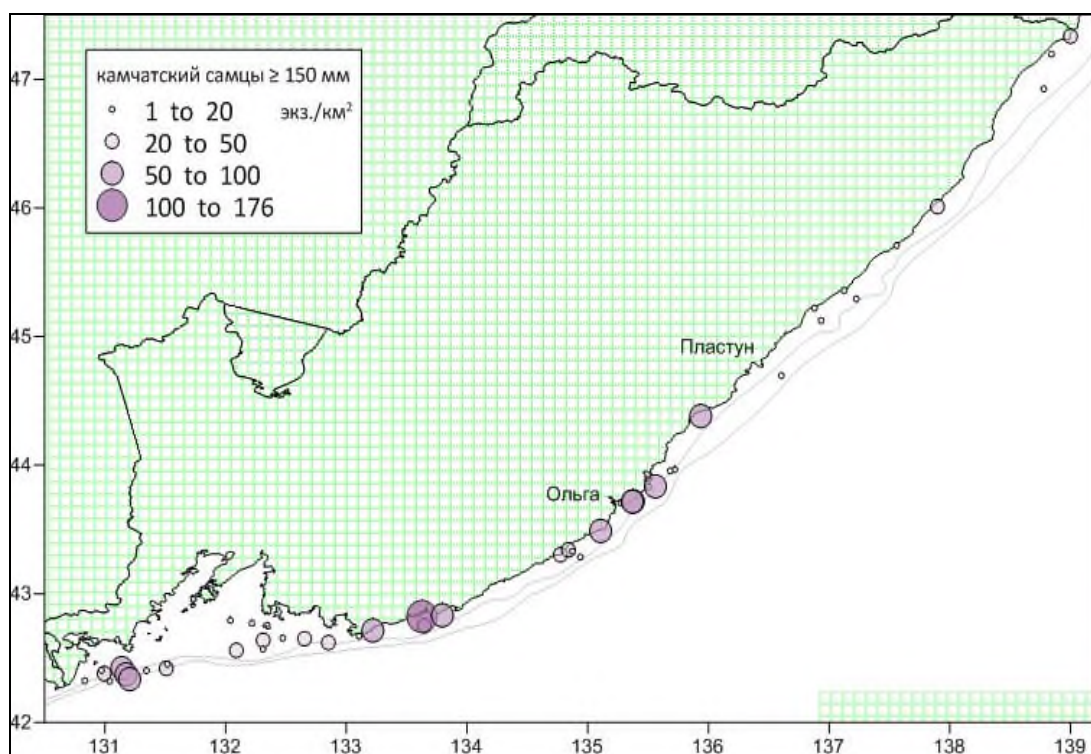


Рис. 11. Распределение (экз./км²) промысловых самцов краба камчатского в весенне-летний период 2022 г.

Уловы промысловых самцов в 2022 г. достигали 0,58 экз./лов. (в 2019 г. – 1,5 экз./лов., в 2018 г. – 0,93 экз./лов., в 2014 г. – 3,78 экз./лов.), в среднем по результативным станциям в 2022 г. уловы составили 0,03 экз./лов., в 2019 г. – 0,03 экз./лов., в 2018 г. – 0,05 экз./лов., в 2014 г. – 0,93 экз./лов. (рис. 12).

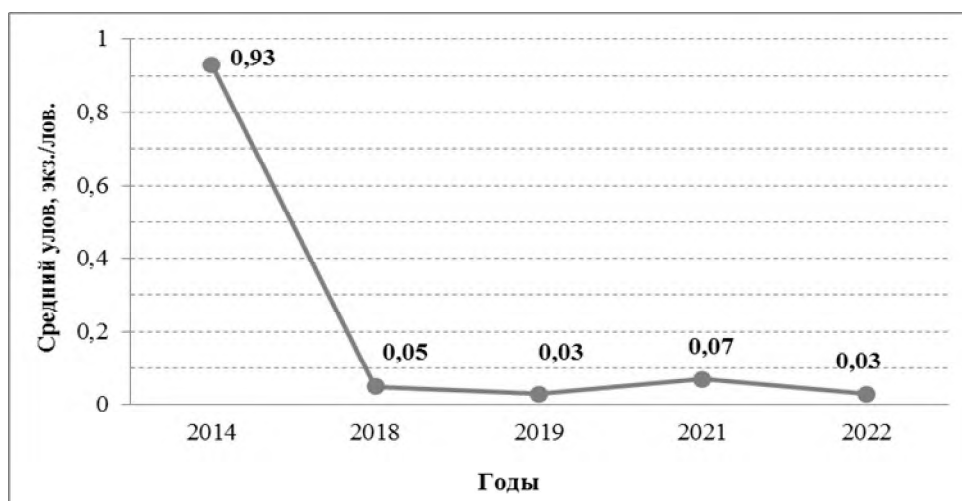


Рис. 12. Динамика средних уловов на усилие промысловых самцов краба камчатского в подзоне Приморье, от мыса Поворотного до мыса Золотого, по материалам учетных съемок 2014-2022 гг.

Непромысловые самцы в уловах отмечались практически повсеместно. Наибольшее скопление было обнаружено в районах к югу от м. Золотой, в прибрежных районах, на глубинах 16-45 м, в районе зал. Владимира (44°00' с.ш.) – до 3680 экз./км² и бухты Киевка (42°50' с.ш.) – около 720 экз./км² (рис. 13).

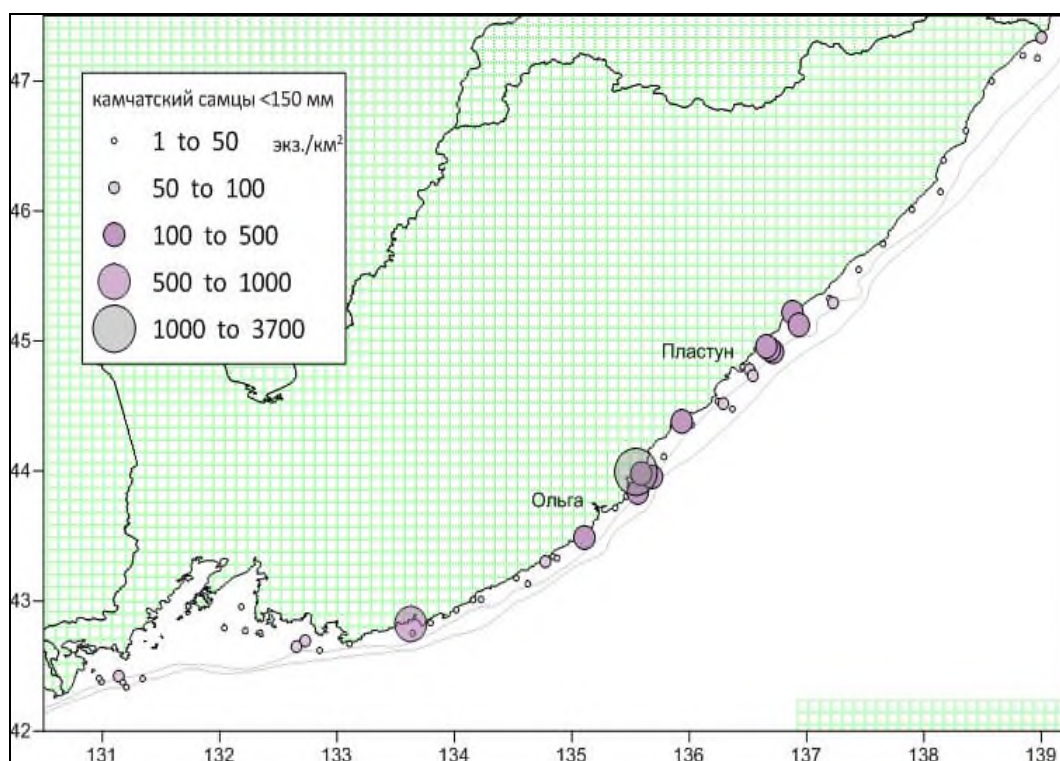


Рис. 13. Распределение (экз./км²) непромысловых самцов краба камчатского в весенне-летний период 2022 г.

В 2024 г. в зал. Петра Великого и прилегающих районах уловы промысловых самцов достигали 0,013 экз./лов., в среднем по результативным станциям уловы составили 0,062 экз./лов. В 2022 г., в соизмеримо обследованном районе (к западу от 134°01' в.д., 54 ловушечных станции, диапазон 19-170 м), уловы промысловых самцов достигали 0,049 экз./лов., в среднем по результативным станциям уловы составили 0,115 экз./лов.

В 2024 г. при аналогичных условиях уловы непромысловых самцов достигали 0,081 экз./лов., в среднем по результативным станциям уловы составили 0,245 экз./лов., в 2022 г. уловы непромысловых самцов достигали 0,075 экз./лов., в среднем по результативным станциям уловы составили 0,253 экз./лов. (табл. 5).

Таблица 5

Основные промыслово-статистические показатели самцов камчатского краба в зал. Петра Великого и прилегающих районах в 2022 и 2024 гг.

♂♂	2022				2024			
	промысловые		непромысловые		промысловые		непромысловые	
	общ. ¹	рез. ²	общ.	рез.	общ.	рез.	общ.	рез.
экз./лов.	0,049	0,115	0,075	0,253	0,013	0,062	0,081	0,245
экз./км ²	15	35	23	77	4	19	24	74

общ.¹ - промыслово-статистические данные по всем станциям съемки;

рез.² - промыслово-статистические данные по результативным (с уловами) станциям съемки.

В 2022 г. максимальные плотности в скоплениях промысловых самцов, в соизмеримо обследованном районе (к западу от 134°01' в.д.), достигали 157 экз./км², в 2024 г. – лишь 43 экз./км² (снижение в 3,6 раза), в то же время, величина максимальной расчётной плотности у непромысловых самцов была

практически одинакова – 717 и 745 экз./км², соответственно (см. *рис. 11 и 13, рис. 14, 15*).

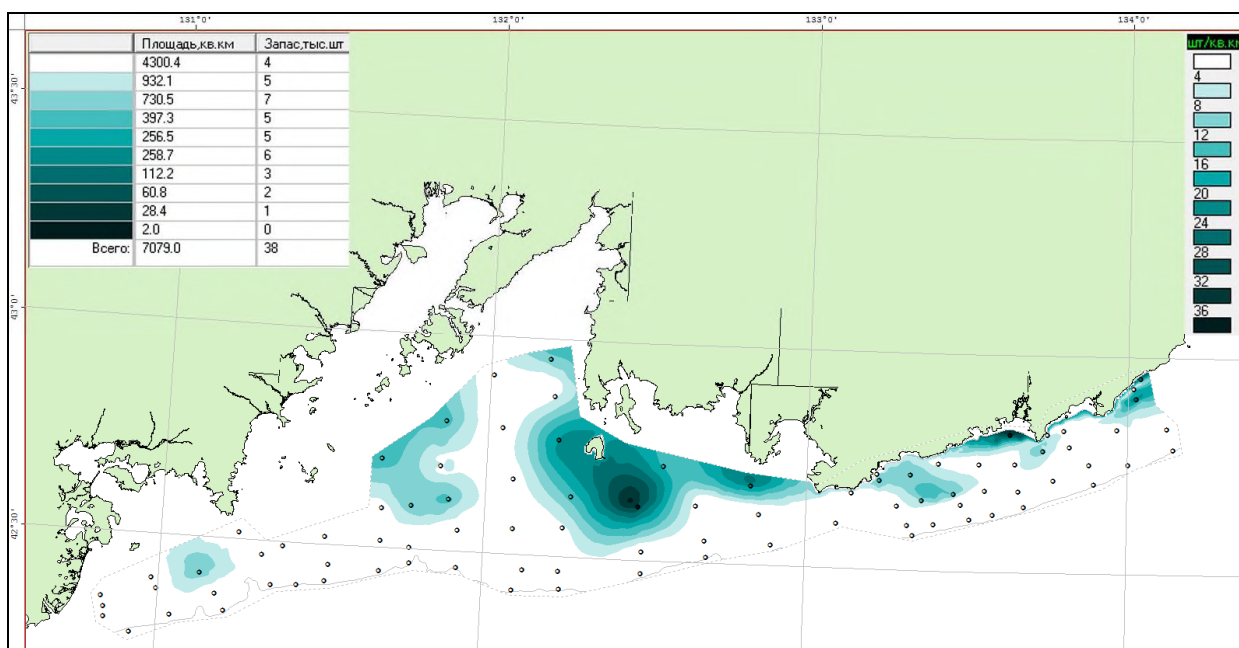


Рис. 14. Распределение (экз./км²) промысловых самцов краба камчатского в ранне-зимний период 2024 г.

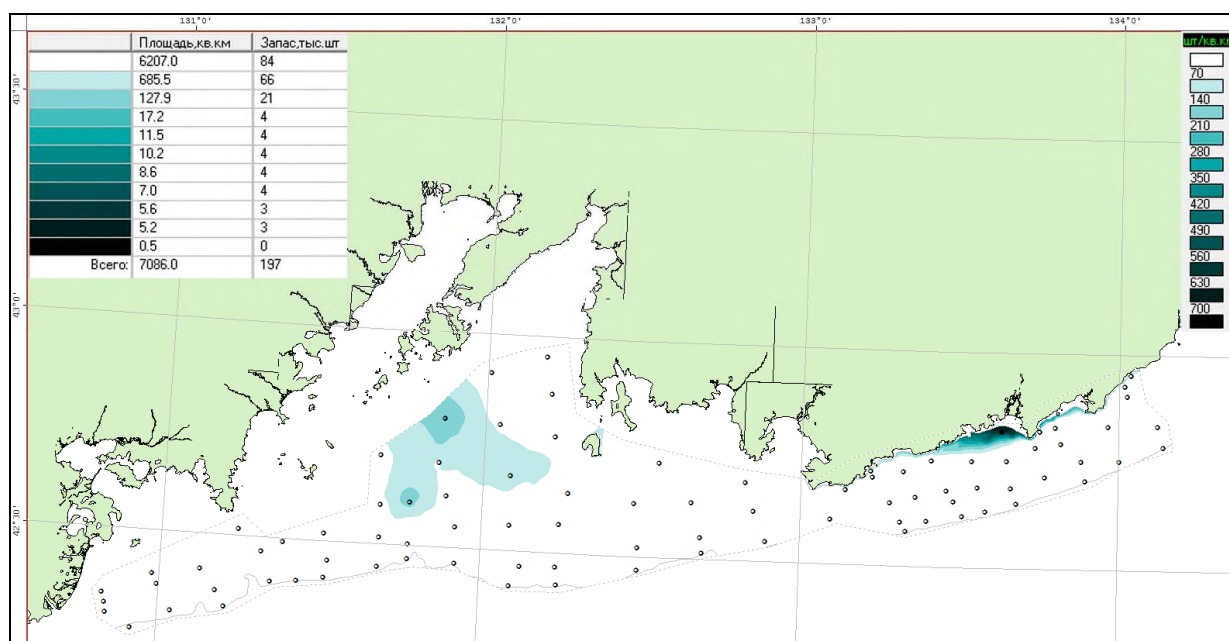


Рис. 15. Распределение (экз./км²) непромысловых самцов краба камчатского в ранне-зимний период 2024 г.

В северо-западной части Татарского пролива наибольшие уловы камчатского краба наблюдались на глубинах 35-119 м.

По данным 2022 г., краб образовывал малочисленные локальные группировки, приуроченные к зонам малых глубин (13-110 м). Значимых промысловых скоплений за период работ обнаружено не было. Средняя плотность скоплений самцов промыслового размера на этом участке составила 137 экз./км², при максимальной плотности – 638 экз./км², средний

улов на ловушку – 0,45 экз., максимальный – 2,1 экз. В целом по району исследований средний улов промысловых самцов на ловушку составил 0,15 экз., средняя плотность – 45,4 экз./км².

После 2012 г., синхронно с промысловым запасом, отмечается падение среднего улова промысловых самцов на ловушку, которое в 2020 г. достигло своего минимального значения за всю историю промысла – 0,04 экз./лов. (рис. 16).

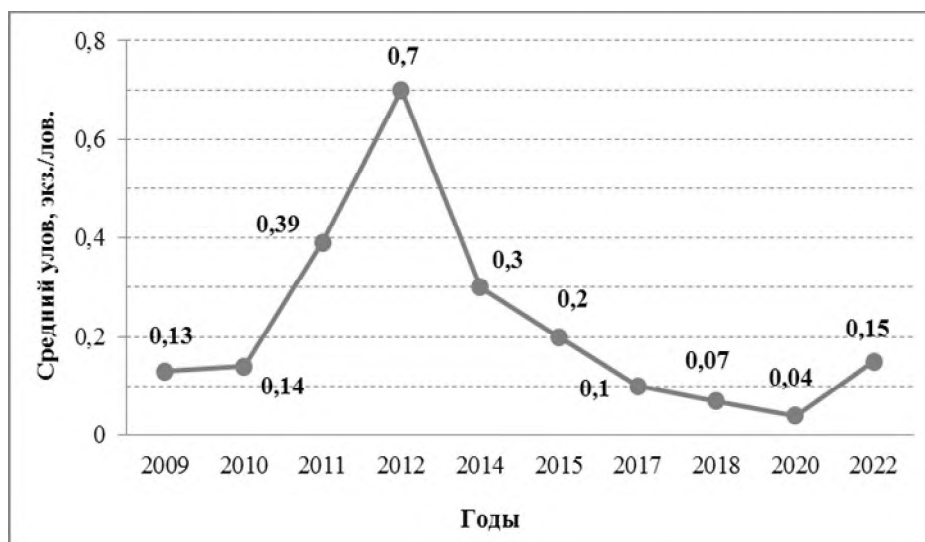


Рис. 16. Динамика средних уловов промысловых самцов краба камчатского в подзоне Приморье, севернее мыса Золотой.

В то же время, по материалам ловушечной съемки на НИС «Зодиак» в 2022 г., отмечается рост среднего улова промысловых самцов на ловушку – до 0,15 экз.

Таким образом, в 2022 г. в северо-западной части Татарского пролива происходило пополнение промысловой части запаса за счет поколения, которое было отмечено в ходе съемки 2020 г.

При этом, максимальные уловы севернее мыса Золотой отмечались в 2011 (3,47 экз./лов.) и 2012 (3,68 экз./лов.) годах. После 2012 г. наблюдается плавное падение этого показателя: 2014 г. – 2,1 экз./лов., 2015 г. – 1,0 экз./лов., 2017-2018 гг. – 0,9 экз./лов. В 2020 г. максимальный улов составил 1,06 экз./лов., а в 2022 г. – 2,1 экз./лов.

Одновременно со снижением промыслового запаса, начиная с 2013 г. наблюдается снижение количества пререкрутов 1-го и 2-го порядка севернее мыса Золотой (рис. 17).

В 2015 и 2017 гг. численность пререкрутов достигла минимальных значений. Так, в 2015 г. численность пререкрутов 1-го порядка составила 0,04 млн экз., 2-го порядка – 0,01 млн экз., а в 2017 г. сократилась до 0,02 млн экз. для обеих групп. В 2020 г., по данным ловушечной съемки, численность пререкрутов 1-го порядка составила 0,09 млн экз., 2-го порядка – 0,08 млн экз. В 2022 г., по данным ловушечной съемки, численность пререкрутов 1-го порядка составила 0,10 млн экз., 2-го порядка – 0,07 млн экз.

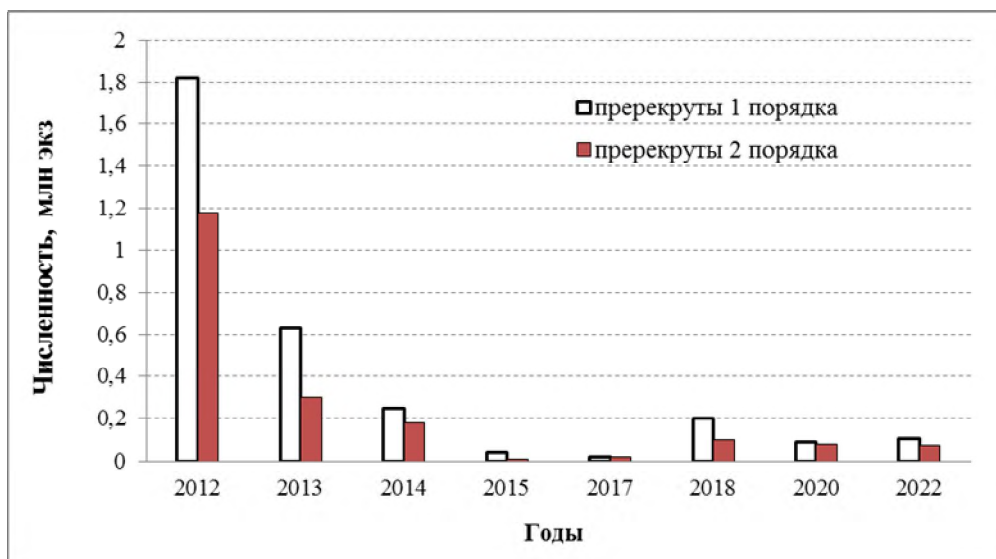


Рис. 17. Динамика численности пререкрутов 1-го и 2-го порядка краба камчатского в подзоне Приморье (севернее м. Золотой), по данным ловушечных съемок.

В 2022 г. средняя ШК самцов составила 174,5 мм, средняя масса – 2,777 кг. Основу уловов самцов камчатского краба, около 54,2%, составили особи с шириной карапакса 150-189 мм (рис. 18).

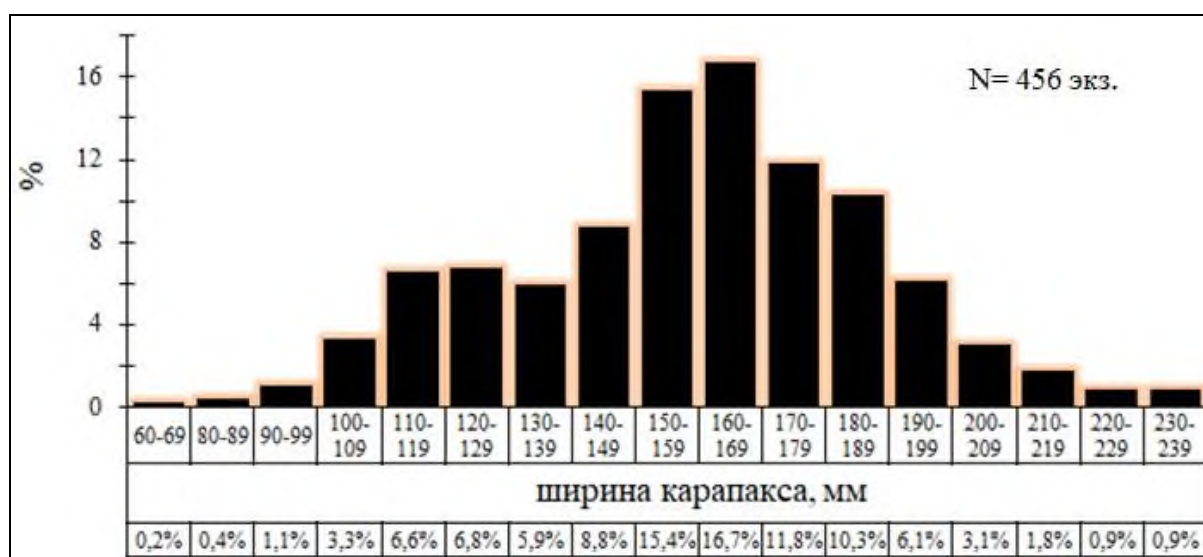


Рис. 18. Размерный состав самцов краба камчатского по данным ловушечной съемки, выполненной в северо-западной части Татарского пролива на НИС «Зодиак» в 2022 г.

В 2022 г. незначительное скопление было отмечено на юге исследуемого района, от мыса Песчаный до залива Советская Гавань, на глубинах 18-77 м. Как правило, в скоплениях присутствовали особи всех размерно-функциональных групп (рис. 19).

С середины 2000-х гг. скопления камчатского краба начали активно мигрировать из районов, прилегающих к м. Золотой, смещаясь в северо-восточном направлении, к 2014 г. их распределение достигло 48° с.ш., в 2015 г. участки с повышенной плотностью скоплений краба стали встречаться и севернее данной параллели. В 2018 г. скопления камчатского краба были отмечены возле мыса Сюркум (50° с.ш.).

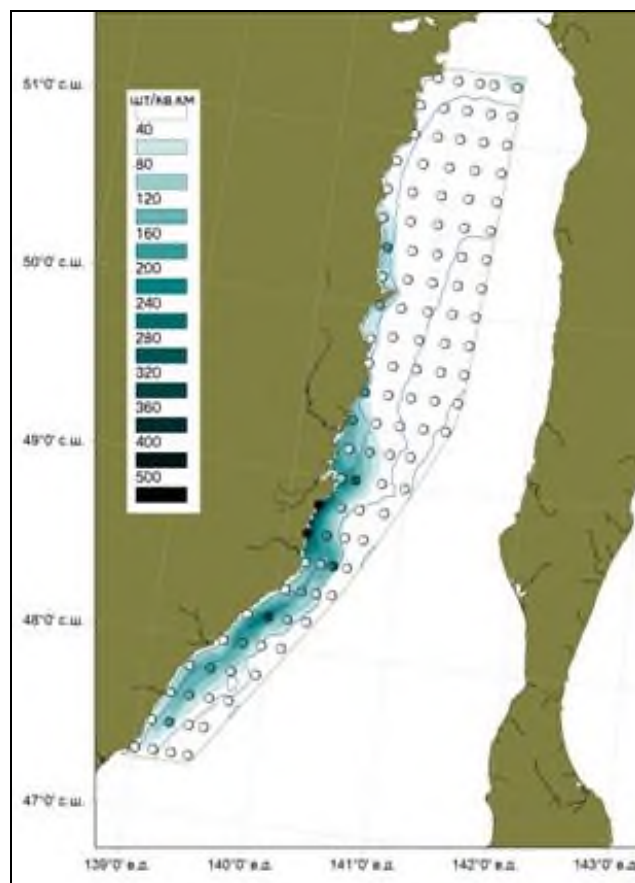


Рис. 19. Распределение промысловых самцов (экз./км²) краба камчатского по данным ловушечной съемки на НИС «Зодиак» в 2022 г.

Определение биологических ориентиров. Биологические ориентиры оценивались на основе результатов моделирования динамики биомассы запаса конечно-разностной моделью с запаздыванием. Граничным ориентиром по биомассе B_{lim} служила величина, равная 20% биомассы, соответствующей максимальной численности пополнения. Граничный ориентир по промысловому изъятию u_0 определялся исходя из объема необходимого для проведения НИР [Бабаян, 2000] и равен отношению этого объема (10 т) к граничному ориентиру по биомассе. В качестве целевого ориентира по промысловому изъятию u_{tr} выбрано математическое ожидание оценки максимального устойчивого вылова (MSY). MSY оценивался по результатам имитационного моделирования при различных долях изъятия. Соответственно, в качестве целевого ориентира по биомассе выбрано математическое ожидание биомассы, соответствующей MSY ($B_{tr} = B_{MSY}$). Биологические ориентиры для камчатского краба подзоны Приморье приведены в таблице 6.

Таблица 6

Биологические ориентиры для краба камчатского в подзоне Приморье (биомасса в тыс. т)

Граничный ориентир по биомассе (B_{lim})	Целевой ориентир по биомассе (B_{tr})	Граничный ориентир по промысловому изъятию для выполнения НИР	Целевой ориентир по промысловому изъятию (u_{tr})	Граничный ориентир по доле промыслового изъятия (u_{lim})
1,63	3,52	0,61%	16,5%	32,5%

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, необходимой 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 20.

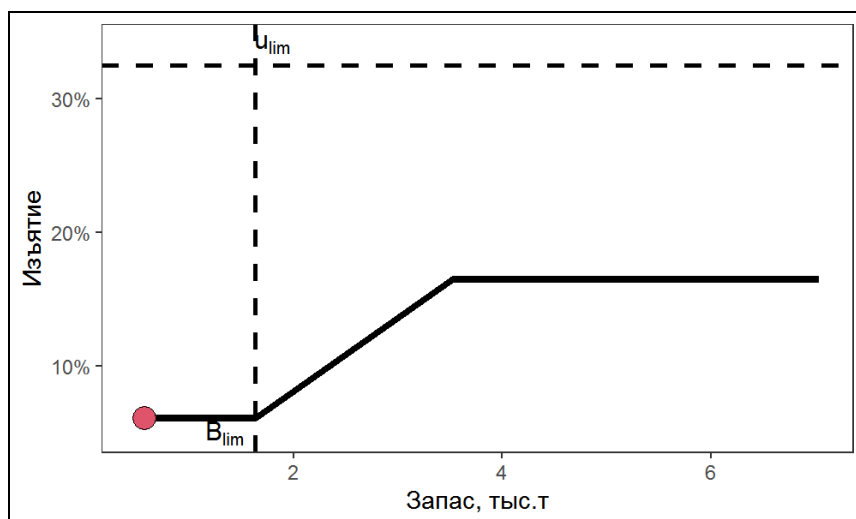


Рис. 20. Графическое представление ПРП для краба камчатского подзоны Приморье.

В соответствии с «Правилами регулирования промысла приоритетных крабов и крабоидов», граничный ориентир для подзоны Приморье определен в 1,63 тыс. т, целевой – 3,52 тыс. т.

В целом для подзоны Приморье оценка промысловой биомассы камчатского краба, полученная методами математического моделирования в 2024 г., составляет 0,58 тыс. т, что в 2,8 раза ниже граничного ориентира, соответствующего крайне нежелательному для промысла состоянию запаса, в связи с чем, современный статус запаса следует оценить как «депрессивный».

Прогнозирование состояния запаса. Для построения прогнозного значения запаса на 2026 г. были использованы оптимизированные параметры конечно-разностной модели с запаздыванием (рис. 21). Моделирование, выполненное с использованием данных учетных съемок, показало значительную неопределенность оценки запаса: прогноз запаса на 2026 г. находится в 95% доверительном интервале до 7,41 тыс. т, при средней величине – 0,57 тыс. тонн.

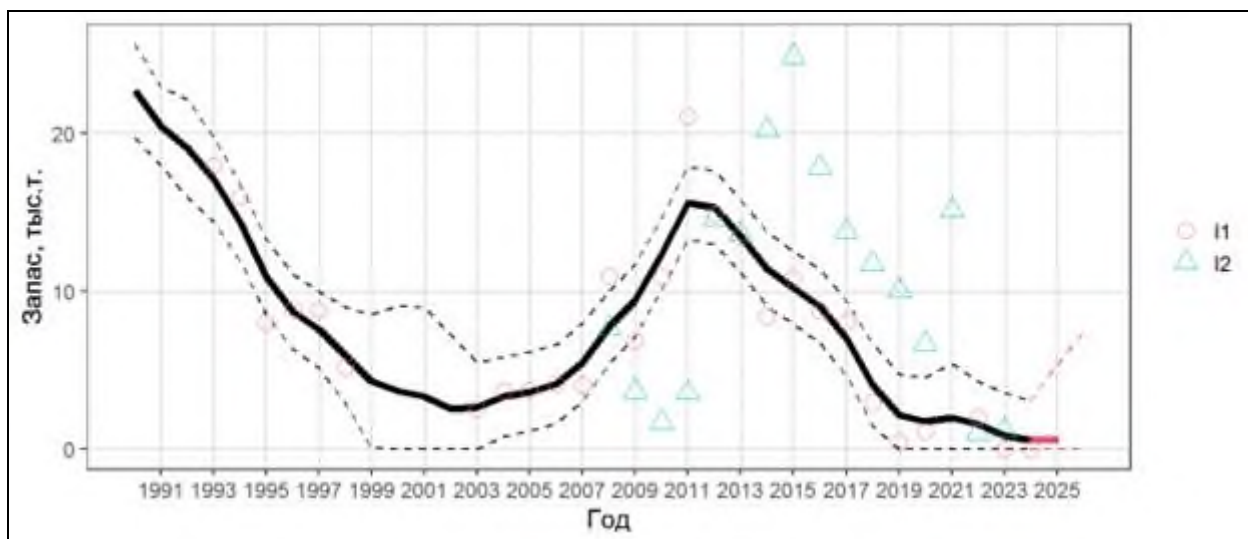


Рис. 21. Динамика биомассы запаса краба камчатского в подзоне Приморье, по данным моделирования. Обозначения: I1 – оценки запаса по результатам траловых и ловушечных съемок, I2 – индексы уловов по материалам промысловой статистики.

При этом, вероятность того, что биомасса окажется ниже граничного ориентира, оценена как $P(B_{2026} \leq B_{lim}) = 0,46$ (рис. 22). Таким образом, результаты моделирования показывают, что сколь-нибудь значимое повышение биомассы запаса камчатского краба подзоны Приморье маловероятно.

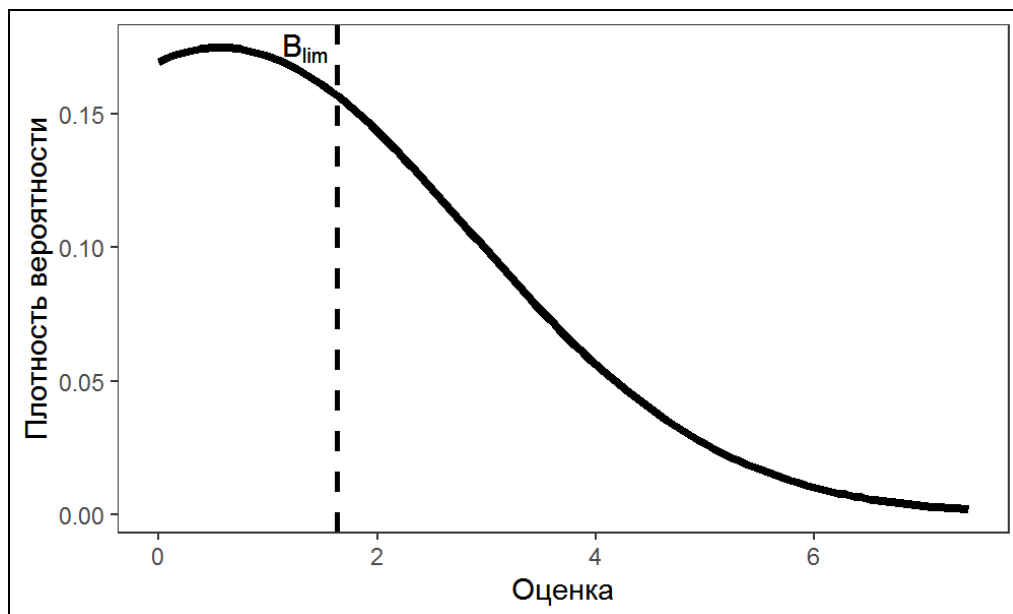


Рис. 22. Распределение ожидаемой в 2026 г. биомассы запаса краба камчатского подзоны Приморье.

Диаграмма Кобе, иллюстрирующая динамику состояния системы запас-промысел камчатского краба в подзоне Приморье, представлена на рисунке 23. При расчётах по оси X отложено отношение оценки промысловой биомассы в год t к целевому ориентиру по биомассе (биомассе обеспечивающей максимальный устойчивый вылов) $\frac{B_t}{B_{MSY}}$. По оси Y отложено отношение оценки промысловой смертности в год t к целевому ориентиру по

промысловой смертности (изъятию, обеспечивающему максимальный устойчивый вылов) $\frac{F_t}{F_{MSY}}$.

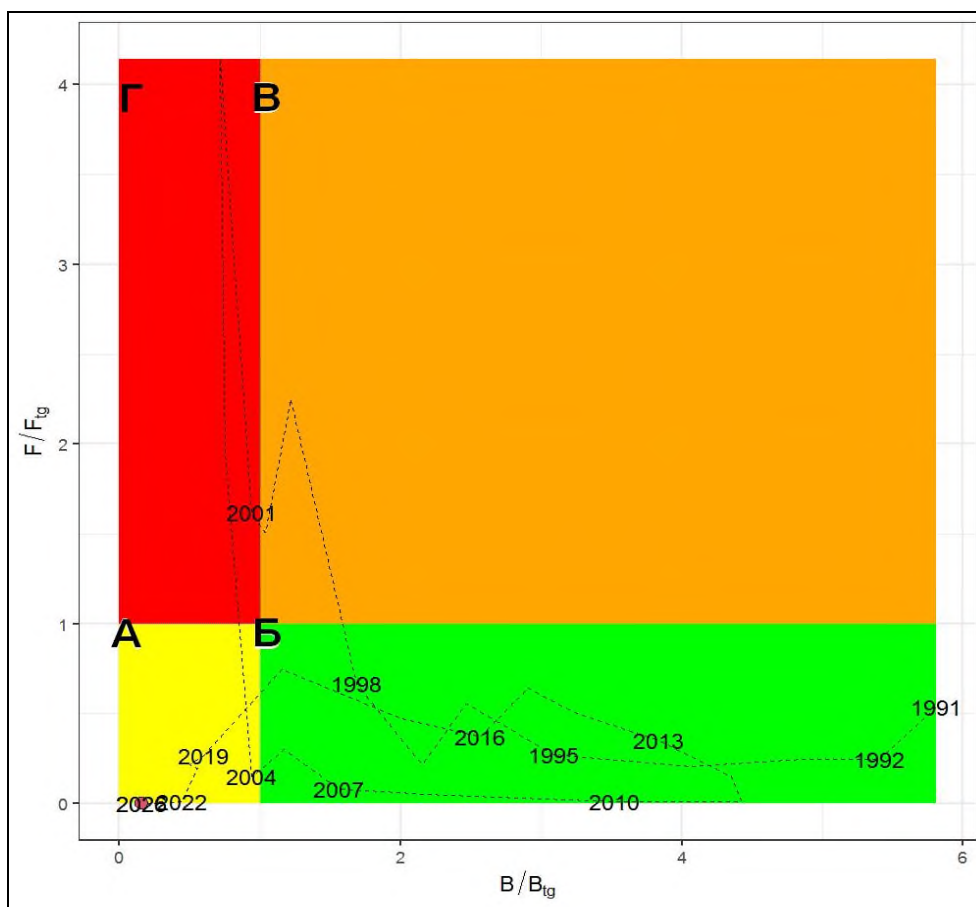


Рис. 23. Диаграмма Кобе для краба камчатского в подзоне Приморье.

На диаграмме Кобе выделяется четыре сектора:

А – представляет ситуацию, когда, при низкой биомассе, на запас осуществляется низкий промысловый пресс;

Б – при высокой численности запаса нагрузка на запас оптимальна либо субоптимальна, при данном состоянии системы запас-промысел запасу не угрожает перелов;

В – при высокой численности наблюдается высокая промысловая нагрузка, что может привести к перелову;

Г - соответствует высокой промысловой нагрузке при низком обилии запаса.

Обоснование объема ОДУ. Промысел краба камчатского в подзоне Приморье был закрыт в 2021 г. в связи с резким падением промыслового запаса ниже граничного ориентира. Траловая и ловушечная съемки, выполненные в 2022 и 2024 гг., не показали признаков улучшения состояния запаса. По результатам моделирования на 2026 г. промысловый запас составит около 0,57 тыс. т, что заметно ниже граничного ориентира.

Однако, высокая неопределенность прогноза, высокая вероятность дальнейшего снижения биомассы промыслового запаса ниже граничного ориентира, которая составляет 46%, а также траектория диаграммы Кобе

(состояния системы запас-промысел в последние годы) и ретроспективные данные промысла не позволяют в настоящее время рекомендовать возобновление промысла краба камчатского в подзоне Приморье.

Для выполнения НИР в подзоне Приморье (площадь района исследований составляет около 71 тыс. км²), при проведении ловушечных и траловых съёмок необходимо ресурсное обеспечение в 0,005 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба камчатского в подзоне Приморье на 2026 г. в объеме 0,005 тыс. т исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.**

Краб камчатский (*Paralithodes camtschaticus*)

61.06 - зона Японское море

61.06.2 - подзона Западно-Сахалинская

Исполнитель: Г.В. Жуковская (СахНИРО)

Кураторы: Д.В. Артеменков, С.И. Моисеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Информационной основой обоснования ОДУ на 2026 г. служат результаты учетных траловых съемок, выполненных у западного побережья Сахалина от 46°00' до 51°20' с.ш. в 2003-2024 гг.

В ходе траловых съемок было выловлено в 2003 г. 50 экз. крабов, в 2004 г. – 99, в 2007 г. – 175, в 2009 г. – 55, в 2010 г. – 15, в 2011 г. – 32, в 2013 г. – 34, в 2017 г. – 84, в 2018 г. – 654.

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

В ходе учетной траловой съемки, выполненной в мае-июне 2022 г. на НИС «Владимир Сафонов», было выполнено 82 траления, промерено 446 экз. краба. В 2024 г. на НИС «Владимир Сафонов» было выполнено 67 тралений (рис. 1), промерено 252 экз. краба.

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

В целом, структура и качество доступного материала для данной единицы запаса соответствуют III уровню информационного обеспечения (прил. 1 к Приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.).

Обоснование выбора методов оценки запаса. Для оценки численности обловленной части запаса камчатского краба, по данным траловых съемок, была применена прикладная компьютерная программа «Surface Mapping System» ver. 6.04 [Wackernagel, 1995]. Данные интерполировались в узлы регулярной сетки с помощью метода «kriging» с однократным сглаживанием [Keckler, 1994]. Для расчета результата в узле сетки использовались данные пяти ближайших станций. Запас оценивался как величина объема, ограниченного сверху поверхностью плотностей, построенных программой, а снизу – нулевым значением плотности.

Моделирование динамики численности ранее выполнялось с помощью модели Деризо-Шнютэ [Deriso, 1980; Schnute, 1987] на основе анализа ретроспективных данных. Расчет этой величины проведен исходя из аппроксимированных с помощью модели Деризо-Шнютэ значений биомассы

за пятилетний период (2013-2017 гг.), полученных по данным прямого учета. Исходя из полученных модельных значений, рассчитаны эксплуатационные коэффициенты, целевые, буферные и предельные ориентиры управления запасом.

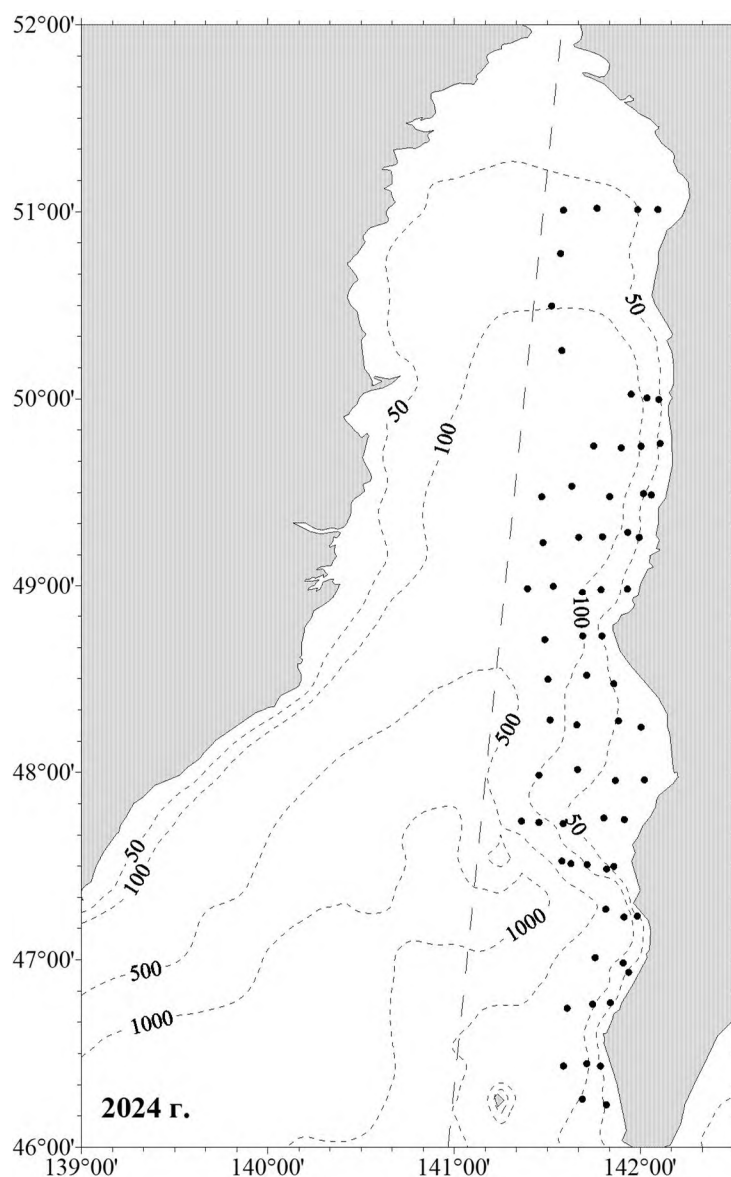


Рис. 1. Карта-схема комплексной траловой съемки на НИС «Владимир Сафонов» в районе западного Сахалина в 2024 г.

Имеющаяся к настоящему времени информация (индексы запаса, промысловых усилий, вылова) не позволяет в полной мере провести ограниченное аналитическое оценивание состояния запаса и ОДУ с использованием продукционных моделей. Отсутствие с 2003 г. промысловых данных накладывает ограничение на применение продукционных моделей. Предварительно, для оценки промысловой биомассы использовалась конечно-разностная модель с запаздыванием Деризо-Шнютэ [Deriso, 1980; Schnute, 1987] на основе анализа ретроспективных данных. По результатам исследований были определены промысловые ориентиры для формирования ПРП на основе «принципа предосторожности» [Бабаян, 2000].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Западно-сахалинская популяция камчатского краба на уровне взрослых особей почти полностью изолирована от приморской популяции участками дна с большими глубинами, зонами тектонических разломов и участками илистых грунтов. Это не исключает обмен личинками между этими популяциями, однако, он очень незначительный. Промысел камчатского краба в этом районе впервые был начат в 1909 г. Существенный перелом крабов в тридцатые и в конце пятидесятих годов прошлого века привел к длительной депрессии популяции. Тенденция постепенного увеличения численности популяции наметилась только в конце 80-х годов, чему в немалой степени способствовал переход с сетных орудий лова на ловушки, позволяющие вести селективный промысел крабов, не губя молодь. Значительное увеличение вылова камчатского краба у западного Сахалина было отмечено начиная с 1993 г. Наибольшей величины, согласно официальной статистике, вылов камчатского краба достиг в 1997 г. С 2000 года продолжилась деградация запаса промыслового стада камчатского краба, в основном, по причине тотального браконьерства.

С 2003 г. по 2011-2012 гг. запас находился на историческом минимуме, траловые уловы были единичны. С 2012-2013 гг. начался рост запаса, продолжающийся по настоящее время. В настоящее время промысловый запас достиг 8,0 тыс. т, что более чем в 2 раза ниже биомассы, при которой данная популяция достигает своей наибольшей продуктивности (18,0 тыс. т). Промысел возобновлен в 2022 году с объемом ОДУ 150 т. Вылов в 2022 году составил 148,8 т, это 99% от годового ОДУ. Вылов краба в 2023 г., практически, равнялся вылову в предыдущий год – 148,3 т, освоение ОДУ составило 99%. В 2024 г. годовой вылов камчатского краба в водах западного Сахалина составил 148,8 т, что составляет 99% от ОДУ. Характер промысла показал снижение численности камчатского краба и ухудшение промысловых показателей практически в два раза, по сравнению с годом возобновления промысла (табл. 1).

Таблица 1

Промысловая статистика по камчатскому крабу Западно-Сахалинской подзоны

Год	Вылов, т	Средний улов на судосутки, т	Максимальный улов на судосутки, т	Количество судов на промысле	Количество судосудок
2022	148,164	8,7	15,6	2	17
2023	148,001	5,9	14,0	3	25
2024	148,838	4,3	8,8	3	35

Учетная траловая съемка, выполненная на НПС «Профессор Пробатов» в сентябре-октябре 2013 г., показала, что общая площадь, занятая самцами камчатского краба, составила 2729 мили², а средняя величина улова – 0,98 экз. Средняя численность самцов обловленной части запаса составила 447,3 тыс. экз., с 95%-ми доверительными границами от 351,8 до 542,8 тыс. экз. Доля промысловых самцов от их общей численности составила 50,0%.

Численность промысловой части популяции по результатам траловой съемки 2013 г. составила 223,6 тыс. экз., или 693 т. По результатам съемки 2017 г., промысловая численность самцов составила 445 тыс. экз., биомасса 1430,4 т (табл. 2).

Таблица 2

Численность Западно-Сахалинской популяции краба камчатского по данным траловых съемок, выполненных в 1987-2024 гг.

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

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

По данным, полученным при проведении учетной траловой съемки в мае-июне 2020 года, общая площадь, занятая камчатским крабом, составила 18613,44 км². Численность промысловых самцов обловленной части запаса составила 1902,45 тыс. экз. или 5669,5 т.

Площадь, занятая промысловыми самцами камчатского краба, по данным съемки 2022 г., составила 19236 км². Численность промысловых самцов обловленной части запаса составила 2687,4 тыс. экз. или 8626,5 т. По данным съемки 2024 г. численность промысловых самцов составила 1958 тыс. экз. или 8420 т, распределение промысловых особей представлено на рисунке 2.

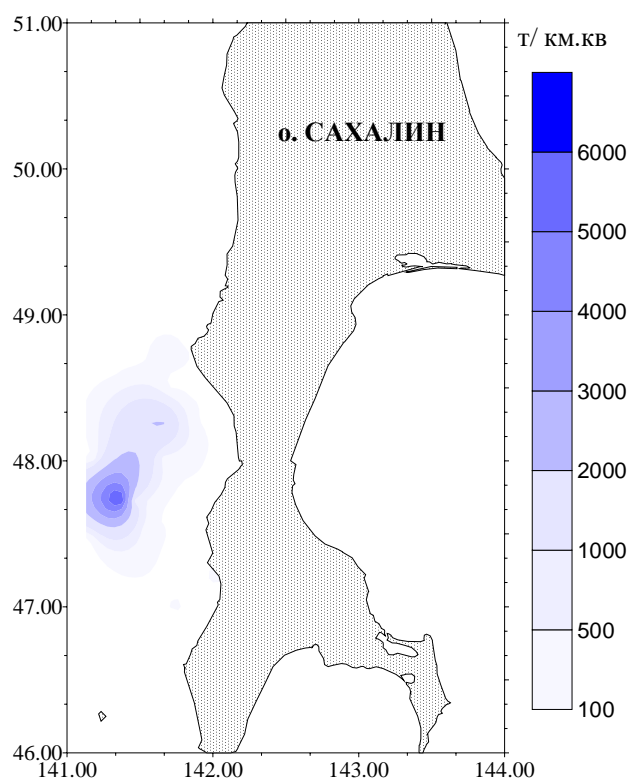


Рис. 2. Распределение промысловых самцов краба камчатского у Сахалина в 2024 г.

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

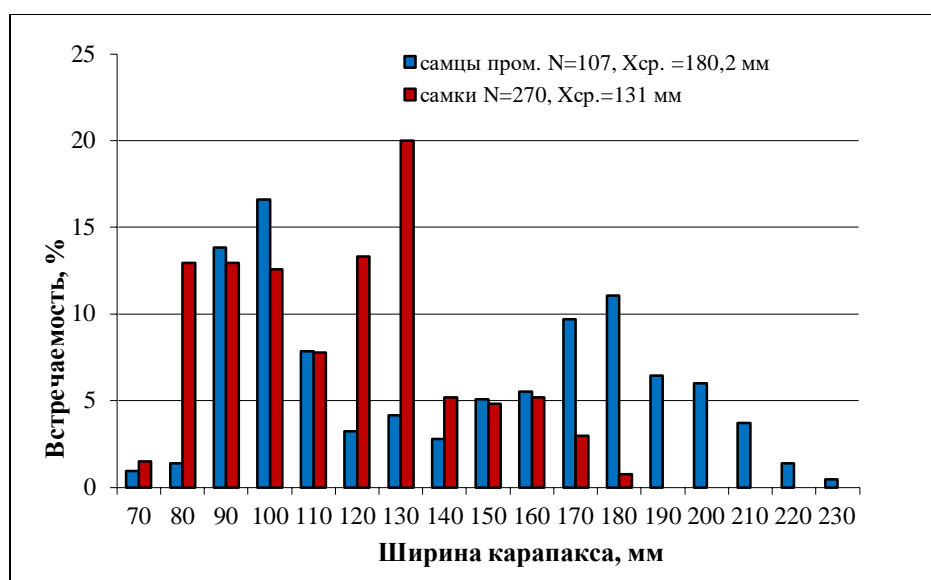


Рис. 3. Размерный состав самцов краба камчатского у западного Сахалина в июне-июле 2020 года.

В настоящее время популяция восстанавливается, но урожайных поколений в 2022 г. не выявлено. Некоторое количество молодежи размером 80-

100 мм по ШК присутствует в уловах, но их доля в размерном составе самцов ниже, по сравнению с промысловой частью популяции (рис. 4). В 2024 г. доля молоди сократилась еще больше.

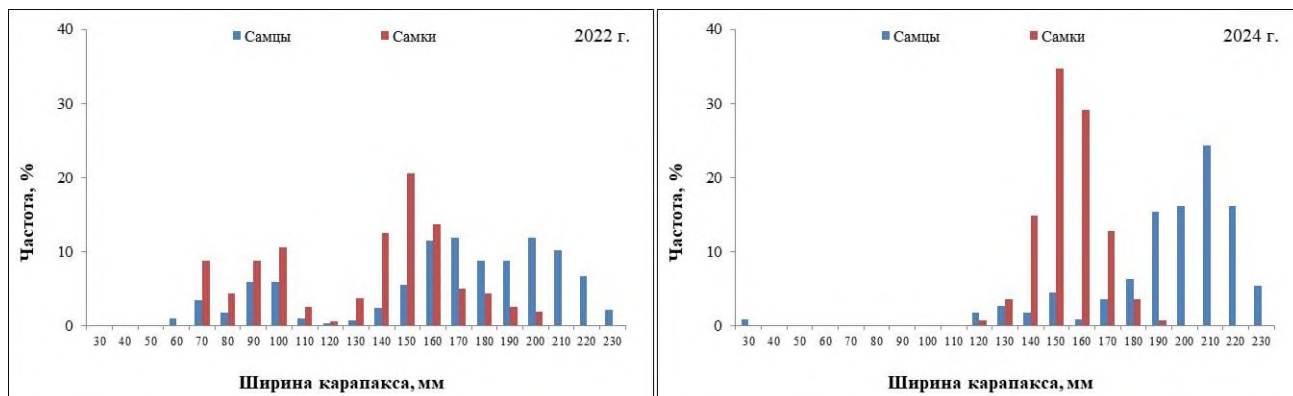


Рис. 4. Размерный состав самцов и самок краба камчатского у западного Сахалина в 2022 и 2024 гг. (2022 г.: N самок = 160 экз., N самцов = 286 экз.; 2024 г.: N самок = 141 экз., N самцов = 111 экз.).

По данным наблюдений на промысле, в уловах 2023 г. присутствовали самцы с шириной карапакса от 129 до 243 мм, при среднем значении – 196,6 мм, самок – от 120 до 209 мм, при среднем значении – 155,4 мм. В уловах отмечалась значительная доля промысловых самцов с доминированием особей в размерных классах 190-210 мм (рис. 5).

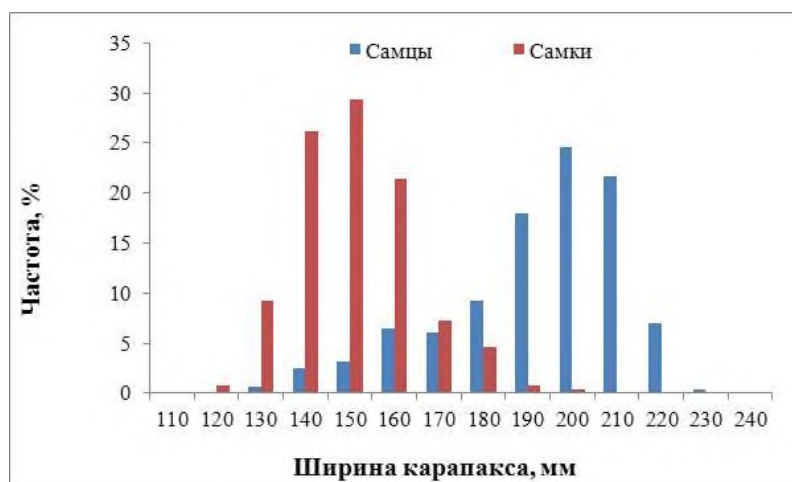


Рис. 5. Размерный состав самцов и самок краба камчатского у западного Сахалина в январе-феврале 2023 года (N самок = 646 экз., N самцов = 599 экз.).

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

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

Таблица 3

Ориентиры управления запасом камчатского краба Западно-Сахалинской подзоны

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

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

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

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

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

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

По полученным значениям биологических ориентиров (см. табл. 3) построена диаграмма (рис. 6), представляющая правила управления запасом камчатского краба Западно-Сахалинской подзоны на 2026 год.

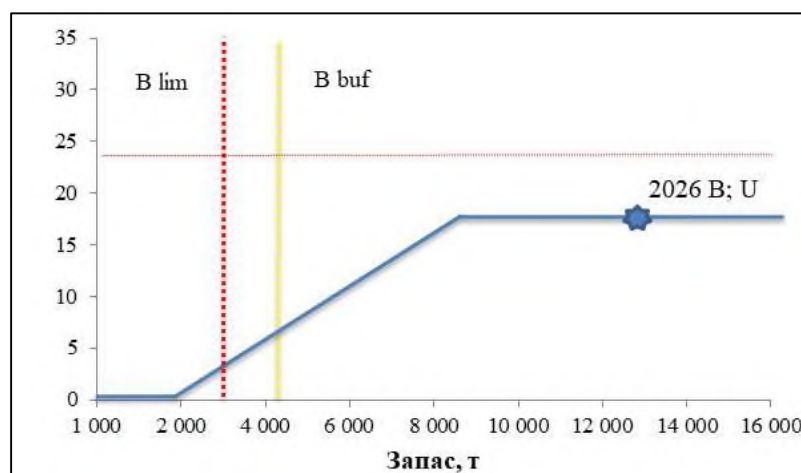


Рис. 6. Диаграмма стратегий управления запасом краба камчатского у западного побережья Сахалина в рамках «предосторожного» подхода.

Прогнозирование состояния запаса. Промысловая статистика за 1990-е гг. недостоверна, в связи с чем, были использованы экспертные оценки изъятия, выполненные А.К. Клитиним. Реальное изъятие в те годы оценивалось с помощью анализа кривой вылова (Catch Curve Analysis – CCA) [Chapman, Robson, 1960] и по материалам японской статистики о заходах промысловых судов в порт и сдаче живого краба.

Промысловая биомасса камчатского краба в настоящее время достигла величины, превышающей буферный ориентир. Отсутствие промысловых данных по состоянию популяции за последние пять лет не позволяет корректно прогнозировать состояние запаса, применяя производственные модели. Только в 2015, 2018, 2020 и 2022 гг. получены результаты, показывающие тенденцию к увеличению численности. Съемка 2024 г. показала стабилизацию численности. По данным, полученным в 1985-1995 гг., можно построить производственную кривую (рис. 7), но ее точность для прогнозирования состояния запаса, по ряду причин, остается под вопросом.

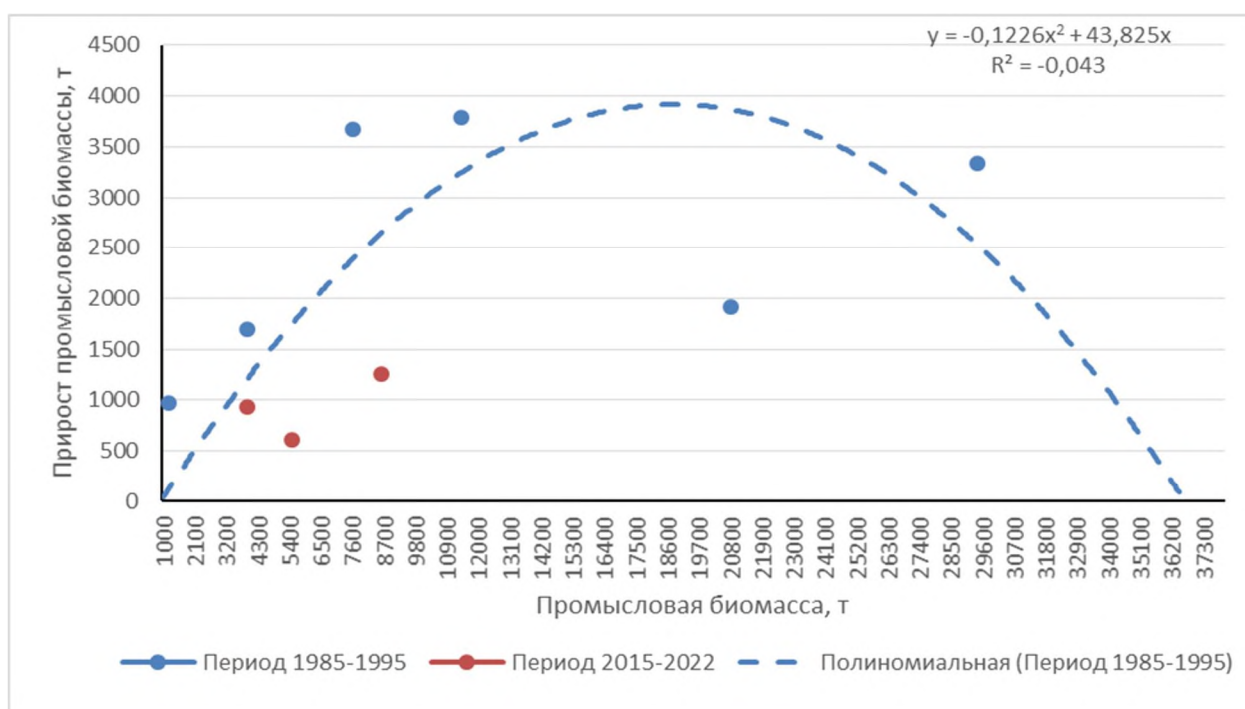


Рис. 7. Отношение фактического прироста промысловой биомассы краба камчатского у западного побережья Сахалина к ее величине в периоды 1985-1995 и 2015-2022 гг., и рассчитанная по данным периода 1985-1995 гг. производственная кривая.

Приросты биомассы в период 1985-1995 гг. во многом были следствием урожайных поколений, тогда как, в период 2015-2022 гг. продуктивность запаса существенно ниже. Кроме того, данные за период 2015-2022 гг. имеют короткий ряд наблюдений и не могут использоваться для оценки зависимости. По более полным данным, за период 1985-1995 гг., емкость среды составляет около 36,0 тыс. т, а V_{msy} – около 18 тыс. т. По производственной кривой, величина запаса к 2026 году должна составить 13,35 тыс. т, но фактическая величина, возможно, будет несколько ниже.

Обоснование объема ОДУ. Прогнозируемая величина промыслового

запаса краба камчатского в Западно-Сахалинской подзоне в 2026 г. может составить 13,35 тыс. т, что превышает целевой ориентир по биомассе и позволяет применить целевой коэффициент эксплуатации 17%.

Однако, промышленное освоение запаса краба камчатского в Западно-Сахалинской подзоне долгое время не осуществлялось, актуальные данные, характеризующие реакцию запаса на увеличение интенсивности промысла, отсутствуют. В связи с этим, в рамках предосторожного подхода необходимо определить объем изъятия краба камчатского в Западно-Сахалинской подзоне на 2026 г. на уровне 2025 г. – в объеме 150,0 т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба камчатского в Западно-Сахалинской подзоне на 2026 г. в объеме 0,150 тыс. т.**

Краб синий (*Paralithodes platypus*)

61.01 – зона Западно-Берингоморская

Исполнители: А.В. Лысенко, И.С. Черниенко (ТИНРО)
Кураторы: Д.В. Артеменков, С.И. Моисеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Для оценки промыслового запаса популяции синего краба на 2026 г. использованы данные учетных донных траловых съёмок, выполненных в Западно-Берингоморской зоне в июле-августе 2024 г. на НИСах «Дмитрий Песков» и «ТИНРО», общее количество донных тралений в указанной зоне составило – 190. Площадь исследованной акватории Западно-Берингоморской зоны, на глубинах от 30 до 350 м, составила 164 тыс. км² (рис. 1). Кроме того, были привлечены данные предыдущих съёмок, а также данные промысловой статистики.

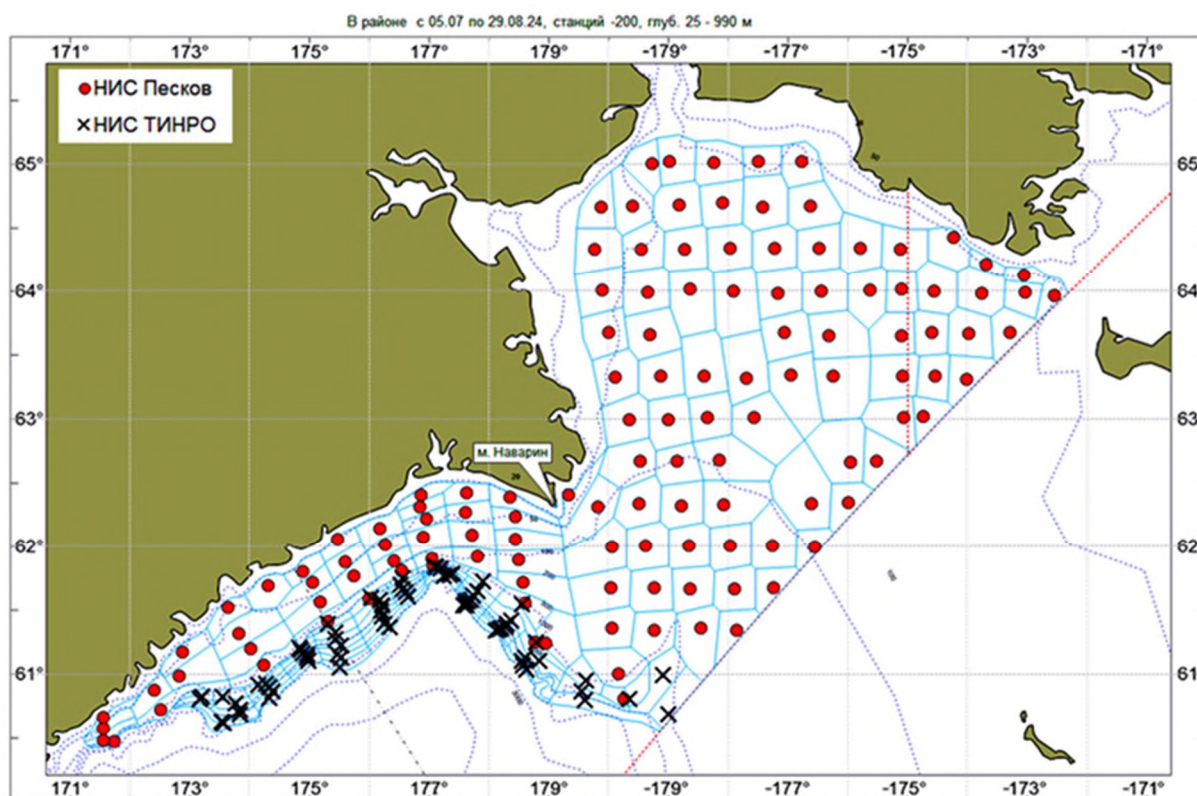


Рис. 1. Карта-схема района работ и траловых станций, выполненных на НИС «Дмитрий Песков» и НИС «ТИНРО» в Западно-Берингоморской зоне в июле-августе 2024 г.

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

1) 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;

2) Олюторско-Наваринский – с севера ограничен береговой линией, с

запада и востока ограничен мысами Олюторский и Фаддея. Олюторско-Наваринский район подразделялся на 2 подрайона:

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

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

Траления выполнялись в светлое время суток стандартным донным тралом ДТ/ТВ 27,1/24,4 м с ячеей 10 мм в кутцовой части. Трал 27,1/24,4 м представляет собой сетной мешок, который изготавливается из двух пластин – верхней и нижней. Периметр сечения трала по гужу нижней подборы в условной посадке 0,5 составляет 24,4 м, длина верхней и нижней подбор без голых концов составляет 27,1 и 26 м, соответственно.

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

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

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

Время траления определялось продолжительностью нахождения трала на грунте от момента его касания грунта до момента отрыва.

Коэффициент уловистости трала для краба синего, как и прежде, принимали равным 0,75.

У крабов выделялись следующие размерные группы: промысловые самцы – ширина карапакса (ШК) 130 мм и более, непромысловые самцы – ширина карапакса менее 130 мм. Непромысловые самцы подразделялись по ширине карапакса на следующие группы: пререкруты I порядка – 115-129 мм по ШК, пререкруты II порядка – 100-114 мм, молодые самцы – менее 100 мм.

Кроме того, у промысловых самцов выделялась группа особей с шириной карапакса 150 мм и более (в тексте – крупноразмерные самцы). Они представляют особый интерес для рыбопромышленников.

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 был охвачен неравномерно (рис. 2-3).

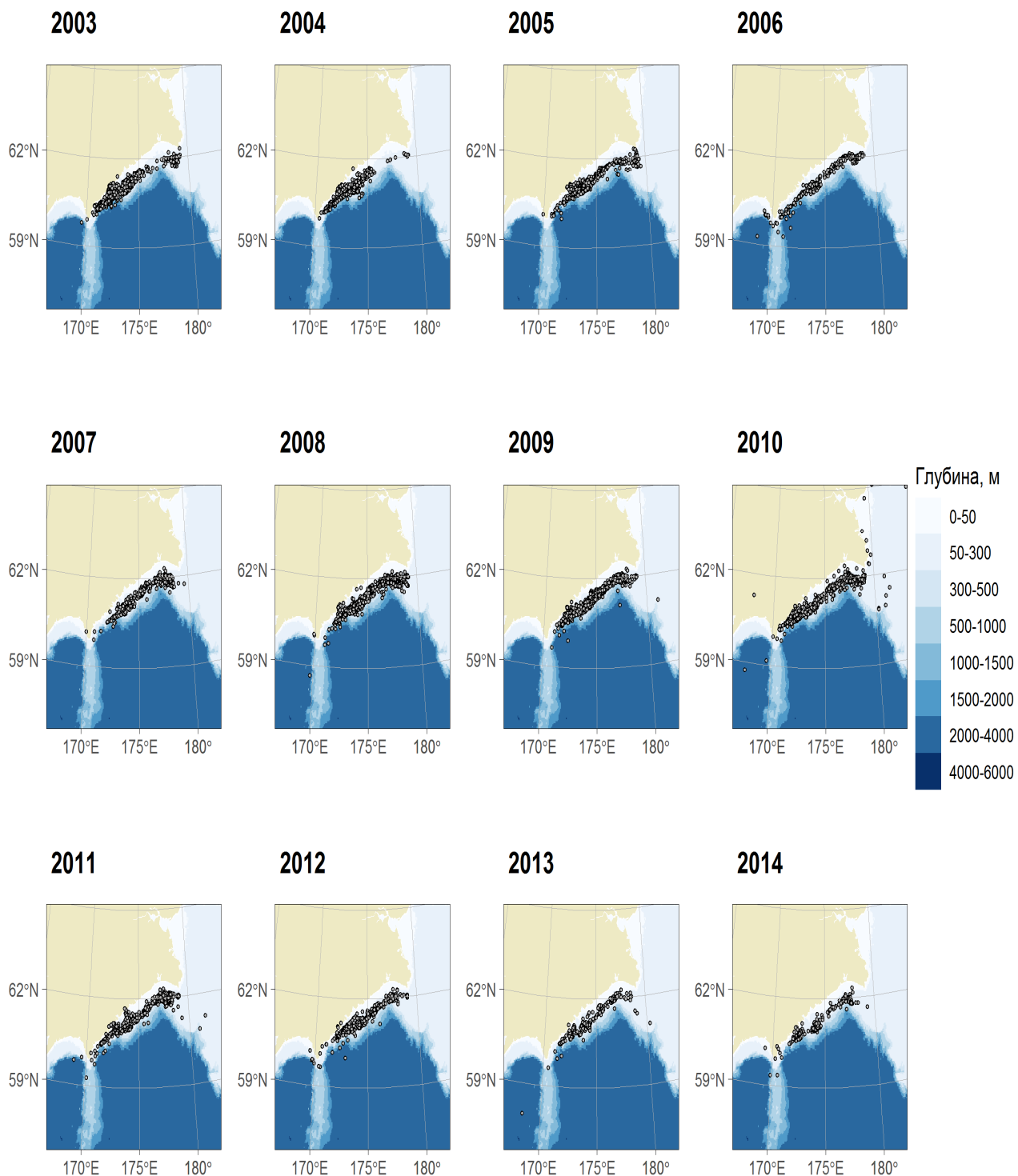


Рис. 2. Распределение промыслового усилия в 2003-2014 гг.

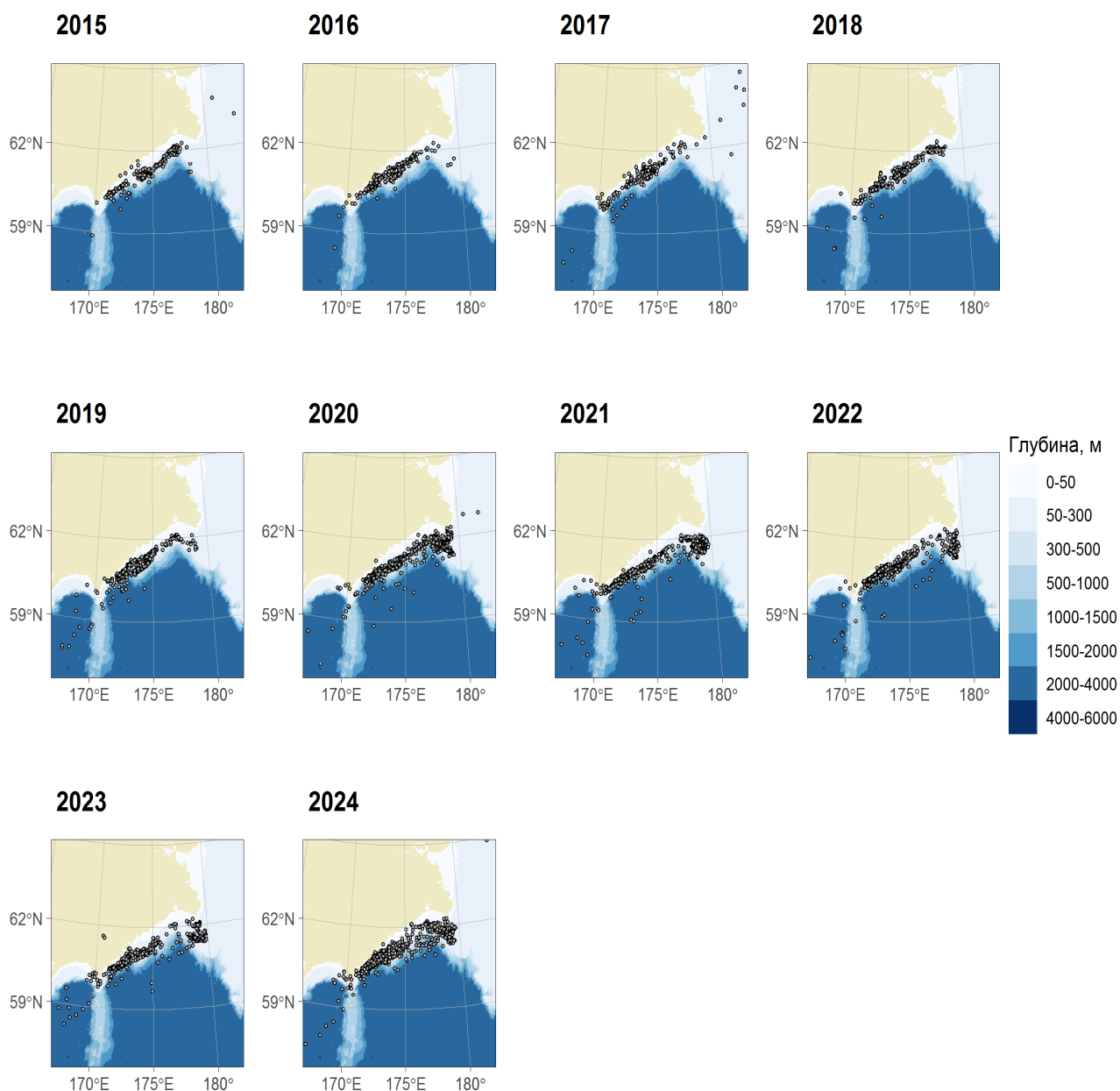


Рис. 3. Распределение промыслового усилия в 2015-2024 гг.

На *рисунке 4* приведена динамика сопутствующих природных и производственных факторов. D – глубина (м), L – длина судна (м), P – мощность двигательной установки (Квт), p_Y – доля года, E – промысловое усилие для судна (сутки). Как видно, эти факторы также изменялись в широком диапазоне.

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

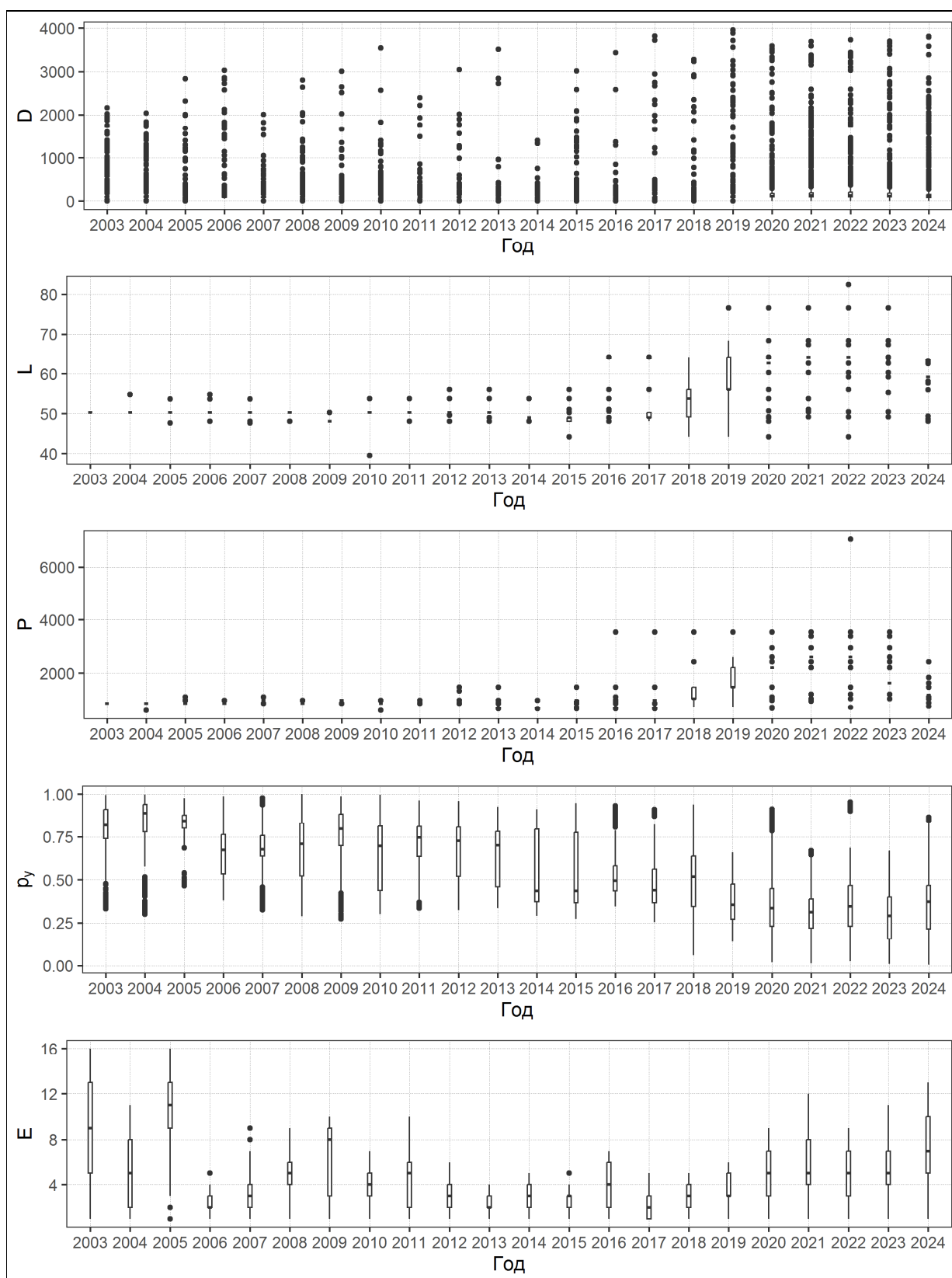


Рис. 4. Динамика значений природных и производственных факторов в 2003-2024 гг.

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

Таблица 1

Факторы, учтенные при стандартизации индекса обилия

Переменная	Обозначение	Единицы измерения
Год	Y	Категориальная переменная
Широта	φ	Градусы с десятичными долями
Долгота	λ	Градусы с десятичными долями
Циклическая компонента 1	d_{sin}	Радиианы
Циклическая компонента 2	d_{cos}	Радиианы
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 использованы обобщенные аддитивные модели (GAM) [Черниенко, 2021]. Связь дисперсии с математическим ожиданием задавалась составным распределением Пуассона-Гамма (Твиди) степенной функцией с параметром p [Jorgensen, 1997].

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

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

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

Рассматривали следующие модели-кандидаты:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 выбиралась модель с наименьшим значением информационного критерия Шварца (BIC) [Burnham, Anderson, 2002].

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

Таблица 2

Информационные критерии и объясненная дисперсия для моделей-кандидатов

		AIC	BIC	Var _{expl}
<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>жс</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 вычислялись ее значения для каждого года, с фиксацией значения факторов на медианах. Значения факторов, использованные для стандартизации, приведены в таблице 3.

Таблица 3

Значения факторов, использованных для стандартизации индексов

Фактор	Значение
φ	174,02
λ	61,09
D	100
d_{sin}	0,0172
d_{cos}	0,9999
L	50,3
P	970
E	5

Номинальные и стандартизованные значения индексов приведены на рисунке 5.

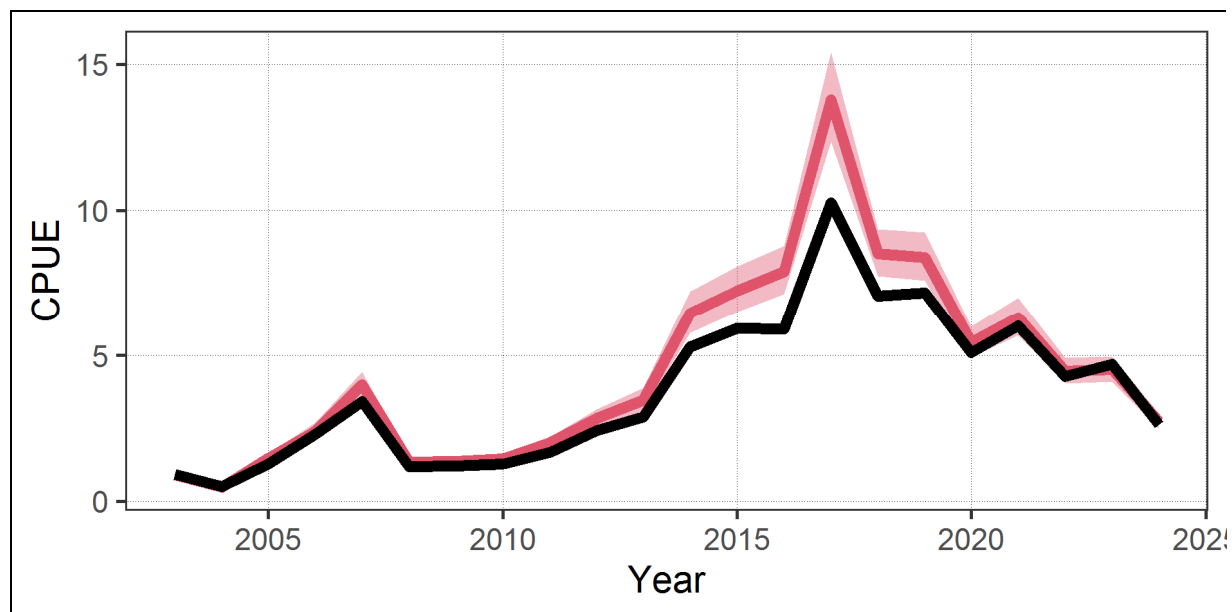


Рис. 5. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов с доверительными интервалами (красная область).

Имеющиеся данные позволяют отнести информационное обеспечение прогноза к первому уровню, что даёт возможность применять для оценки запаса и прогнозирования его состояния когортные модели.

Для моделирования динамики запасов крабов и крабоидов, как правило, применяют модели, основанные на динамике численности размерных групп (Length Based Analysis – LBA) а также их частный случай – модели, основанные на динамике численности функциональных групп (CSA) [Collie, DeLong, Kruse, 2005; Collie, J. S, Sissenwine M.P., 1983].

Для расчета запаса использовали модификацию модели, предложенной специалистами КамчатНИРО. В исходной версии в модели [Ильин, Иванов, 2015] выделены следующие функциональные группы крабоидов: рекруты, пререкруты и промысловые самцы, причем, под пререкрутами авторы понимают пререкрутов второго порядка, а под рекрутами – пререкрутов первого. Мы выделили четыре функциональных группы: пререкруты II (100-114 мм по ширине карапакса), пререкруты I (115-129 мм), рекруты (130-149 мм) и пострекруты (150 мм и более) [Федотов, Черниенко, 2022].

Динамика функциональных групп описали системой уравнений:

$$\begin{aligned}
 N_{1,t} &= N_{1,t-1} + \varepsilon_{1,t} \\
 N_{2,t} &= e^{-M}pN_{1,t-1} + e^{-M}(1-p)N_{2,t-1} + \varepsilon_{2,t} \\
 N_{3,t} &= e^{-M}pN_{2,t-1} + e^{-M}(1-p)N_{3,t-1} - C_{3,t-1} + \varepsilon_{3,t} \\
 N_{4,t} &= e^{-M}pN_{3,t-1} + e^{-M}N_{4,t-1} - C_{4,t-1} + \varepsilon_{4,t}
 \end{aligned}$$

где $N_{i,t}$ – численность (экз.) функциональной группы i в год t , $i = 1$ – пререкруты II, $i = 2$ – пререкруты I, $i = 3$ – рекруты, $i = 4$ – пострекруты II, p – вероятность линьки, M – мгновенная естественная смертность, C_3 и C_4 – соответственно, уловы (экз.) рекрутов и пострекрутов в год t , $\varepsilon_{i,t}$ – нормально распределенные случайные величины со стандартными отклонениями σ_{Ni} . Динамику численности пререкрутов II рассматривали как случайное блуждание.

Уравнения наблюдения имели вид:

$$I_{i,j,t} = q_{i,j}N_{i,t} + \theta_{i,j,t}$$

где $I_{i,j,t}$ – значение индекса для функциональной группы i из источника j в год t , $q_{i,j}$ – коэффициенты улавливаемости для функциональной группы i из источника j , $\theta_{i,j,t}$ – нормально распределенные случайные величины со стандартными отклонениями σ_{lij} . Источниками информации послужили оценки численности (экз.) функциональных групп по материалам учетных траловых съемок ($j=1$), показатели интенсивности промысла из ИС «Рыболовство» ($j=2$) и удельные уловы (экз./лов.) полученные по результатам наблюдений на промысле ($j=3$).

Уравнения переписали в матричном виде и представили в форме пространства состояний [Newman и др., 2014]:

$$\begin{aligned} I_t &= qN_t + \theta_t \\ N_t &= TN_{t-1} - C_{t-1} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (14)$$

где I_t – вектор значений индексов биомассы запаса (улов на усилие, оценка запаса по съемке и т.д.) в год t , q – матрица наблюдения, содержащая коэффициенты улавливаемости, θ_t – вектор ошибок наблюдения в год t , N_t – вектор численностей функциональных групп в год t , T – матрица перехода между состояниями, C_t – вектор уловов по функциональным группам в год t , ε_t – вектор шумов процесса в год t .

$$N_t = \begin{bmatrix} N_1 \\ N_2 \\ N_3 \\ N_4 \end{bmatrix}_t$$

где N_1 – это численность предрекрутов II порядка, экз., N_2 – численность предрекрутов I порядка, N_3 – численность рекрутов, экз., N_4 – численность пострекрутов, экз.

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ e^{-Mp} & e^{-M}(1-p) & 0 & 0 \\ 0 & e^{-Mp} & e^{-M}(1-p) & 0 \\ 0 & 0 & e^{-Mp} & e^{-M} \end{bmatrix}$$

$$C_t = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ C_3 \\ C_4 \end{bmatrix}_t$$

$$q = \begin{bmatrix} q_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & q_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & q_m \end{bmatrix}$$

При более строгом подходе уравнение наблюдения должно включать средние веса для рекрутов и пострекрутов. Однако, данные по весам доступны не для всех лет. Поэтому коэффициент улавливаемости для индексов промысловой статистики следует понимать как произведение коэффициента улавливаемости для численности, умноженного на средний вес размерно-функциональной группы. Межгодовые колебания среднего веса, таким образом, могут рассматриваться как часть ошибки наблюдения.

Для представления пространства состояний использовали фильтр Калмана [Федотов, Черниенко, 2022]. [Михеев А.А. Применение фильтра Калмана в когортной модели для корректировки оценок запаса при наличии неучтенного вылова // Вопросы рыболовства. 2016. Т. 17. № 1. С. 20–41.]

Параметры p и M полагали незначительно различающимися для всех функциональных групп и приняли равными. Коэффициенты улавливаемости для индексов численности рекрутов и пострекрутов, по материалам траловых съемок, приняли равными единице. Предрекруты в период проведения съемок находятся на мелководье, на каменистых грунтах, что делает их частично недоступными для тралового учета. По этой причине, коэффициенты улавливаемости для этих групп приняли меньшими единицы и оценивали моделью, как и коэффициенты улавливаемости для прочих индексов функциональных групп. Для расчетов использовали язык сценариев R. Расчет оптимального изъятия проводили с применением принципа предосторожного подхода к управлению ресурсами [Бабаян, 2000].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Показатели промысла синего краба в Западно-Беринговоморской зоне за последние годы приведены в *таблице 4*.

Таблица 4

Промысловые показатели работы судов в Западно-Беринговоморской зоне
на промысле краба синего в 2014-2024 гг.

Год	Количество судов	Вылов, т	Средний улов на судосутки, т	Количество судосуток
2014	7	1584,615	5,483	289
2015	14	1872,233	6,616	283
2016	16	2204,262	5,909	373
2017	15	2926,750	10,057	291
2018	16	3871,093	7,051	549
2019	21	3863,233	7,33	527
2020	24	4727,029	5,30	891
2021	24	4604,354	6,01	766
2022	31	4416,43	4,05	1088
2023	29	4440,14	4,5	979
2024	35	3951,71	2,9	1412

В 2024 г. в Западно-Беринговоморской зоне, со 2 января и по 10 декабря, на промысле краба синего работало 35 судов, количество судосуток составило 1405, а средний улов был равен 2,9 т. Большая часть ОДУ (70,5%) была освоена с января по июнь. В целом, промысловые показатели в 2024 г. представлены в *таблице 5*.

Таблица 5

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

Месяц	Количество судов	Вылов, т	Средний улов на судосутки, т	Количество судосуток
Январь	14	996,75	5,8	171
Февраль	10	295,40	3,0	97
Март	16	329,97	2,5	127
Апрель	20	326,70	2,1	155
Май	20	507,14	1,9	263
Июнь	20	409,15	1,4	289
Июль	6	140,96	1,1	125
Август	4	120,24	1,9	62
Сентябрь	2	72,68	4,8	15
Октябрь	3	169,23	9,4	18
Ноябрь	7	451,04	6,4	70
Декабрь	4	132,45	6,6	20

Динамика вылова и ОДУ в 2014-2024 гг. показана на *рисунке 6*. Как и в предыдущие годы, доля освоения достигает почти 100%.

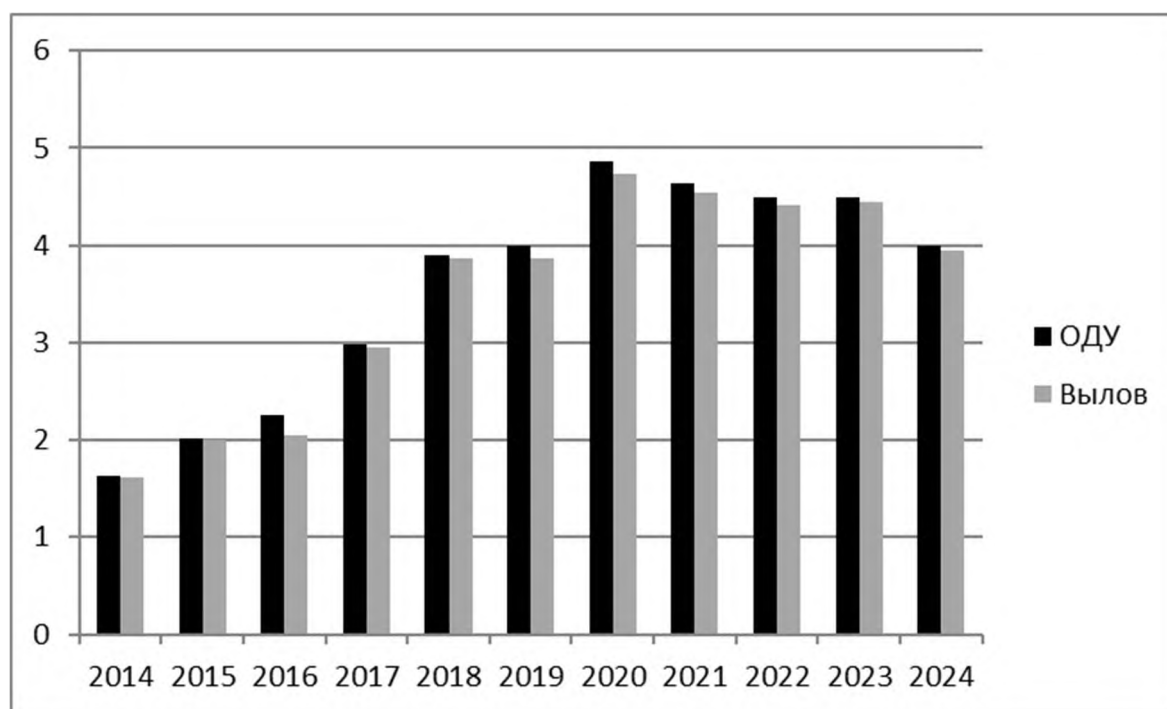


Рис. 6. ОДУ и вылов промысловых самцов краба синего в Западно-Беринговоморской зоне в 2014–2024 гг. По оси абсцисс – годы, по оси ординат – тыс. т.

Динамика промыслового запаса в Западно-Беринговоморской зоне в период с 2005 по 2024 гг. показана на *рисунке 7*. В 2005-2009 гг. промысловый запас варьировал от 5,5 до 6,8 млн экз., а после 2009 г. начал снижаться и в 2011 г. составил всего 3,3 млн экз. Произошло это и в связи с элиминацией старших возрастных групп самцов, и под воздействием промысла. В 2012-2013 гг. численность промысловых самцов возросла до 6,0 и 7,5 млн экз., соответственно. В 2014 г. промысловый запас увеличился до 13,7 млн экз., а в 2015 г. – до 15,220 млн экз. В 2016 г. он достиг 16,795 млн

экз. Это было связано с тем, что большое количество молодых особей (ШК менее 100 мм) и пререкрутов I и II порядков (ШК 115-129 и 100-114 мм, соответственно), отмеченное еще в 2010-2014 гг. (табл. 6), в период 2012-2016 гг. становились рекрутами и вступили в промысловую часть популяции. В 2017 г. численность промысловых особей увеличилась до 18,133 млн экз.

В 2018 г. съемка выполнялась на ограниченном пространстве и была глубоководной, поэтому оцененная численность промысловых самцов была очень сильно занижена. В связи с этим, в 2018 г. оценка численности промысловых самцов была сделана с помощью моделирования, с использованием данных съемок прошлых лет, методом когортного анализа, она была оценена в 16,400 млн экз.

В 2019 г. оценка численности промысловых самцов, также, была сделана по результатам моделирования и составила 15,06 млн экз. Как видно из рисунка 7, промысловый запас синего краба, начиная с 2018 г., неуклонно снижается. По результатам проведенных работ, в 2020 г. запас снизился почти до исторического минимума за последние 15 лет.



Рис. 7. Динамика индекса прямого учета численности промысловых самцов синего краба в Западно-Беринговоморской зоне в 2005-2024 гг. (в 2018-2019 гг. оценки были выполнены по моделям).

Результаты донной траловой съемки, выполненной на СРТМ «Валерий Маслаков» в сентябре 2021 г., позволили выделить 6 участков с повышенной плотностью (более 1,5 тыс. экз./кв. милю) распределения промысловых самцов, однако, запас, практически, остался на уровне 2020 г. По результатам съемки 2024 г. наблюдается небольшое увеличение учетной промысловой численности, но, по сравнению с 2014-2019 гг., она также на низком уровне, а непромысловые группы самцов находятся на историческом минимуме, сходном с 2021 г. (табл. 6).

Таблица 6

Численность (млн экз.) различных функциональных групп синего краба в 2005-2024 гг.

Год	Пререкруты II	Пререкруты I	Рекруты	Пострекруты
	100-114 мм	115-129 мм	130-149 мм	≥150 мм
2005	3,63	2,57	1,85	4,65
2006	2,80	1,91	1,73	4,07
2007	2,77	1,73	2,11	4,69
2008	1,64	0,91	1,81	3,69
2009	2,51	1,39	1,63	3,97
2010	2,53	1,39	0,94	2,86
2011	2,48	2,08	1,59	1,71
2012	5,05	4,95	3,91	2,09
2013	2,62	3,11	4,17	3,33
2014	2,07	3,28	7,09	6,61
2015	0,62	1,37	3,33	11,87
2016	0,81	1,67	3,61	13,19
2017	0,80	1,72	3,92	14,18
2018	-	-	3,54	12,86
2019	-	-	4,25	10,85
2020	1,94	2,05	2,08	3,90
2021	0,644	1,250	2,17	3,84
2024	0,940	0,710	3,05	3,31

*в 2022 и 2023 гг. траловые и ловушечные съемки не проводились

В исследованном районе (рис. 8) синий краб встречен на 40 станциях (31,0%) на площади 36 тыс. км², в диапазоне глубин 30-146 м, при температуре воды у дна от -0,3 до 5,3°C.

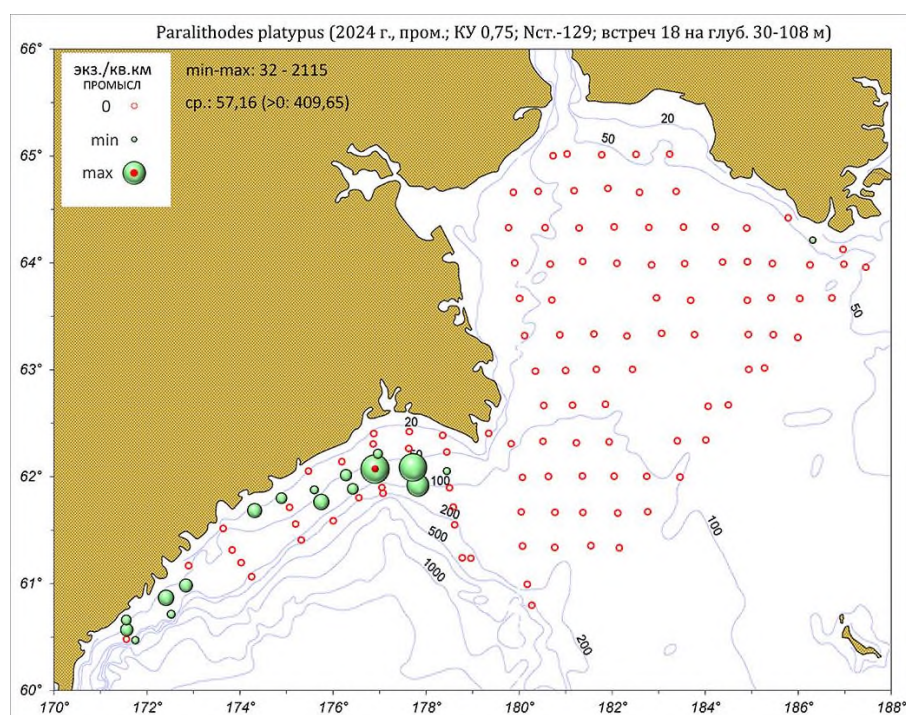


Рис. 8. Распределение (экз./км²) промысловых самцов синего краба в Анадырском заливе и на корякском шельфе в июле-августе 2024 г.

Самцы промыслового размера (от 130 мм по ШК) (рис. 8) встречены только на корякском шельфе, на 18 станциях, с плотностью распределения от 32 до 2115 экз./км² (средняя – 409,6 экз./км²) на площади 11,7 тыс. км². Максимальное обилие отмечено к юго-западу от м. Наварин, в координатах 62°04' с.ш., 176°53' в.д., на глубине 71 м.

Размерное распределение самцов в 2019-2024 г. и соотношение размерных групп синего краба в период с 2005 по 2020 гг. показано на рисунках 9-12 и в таблицах 6-7.

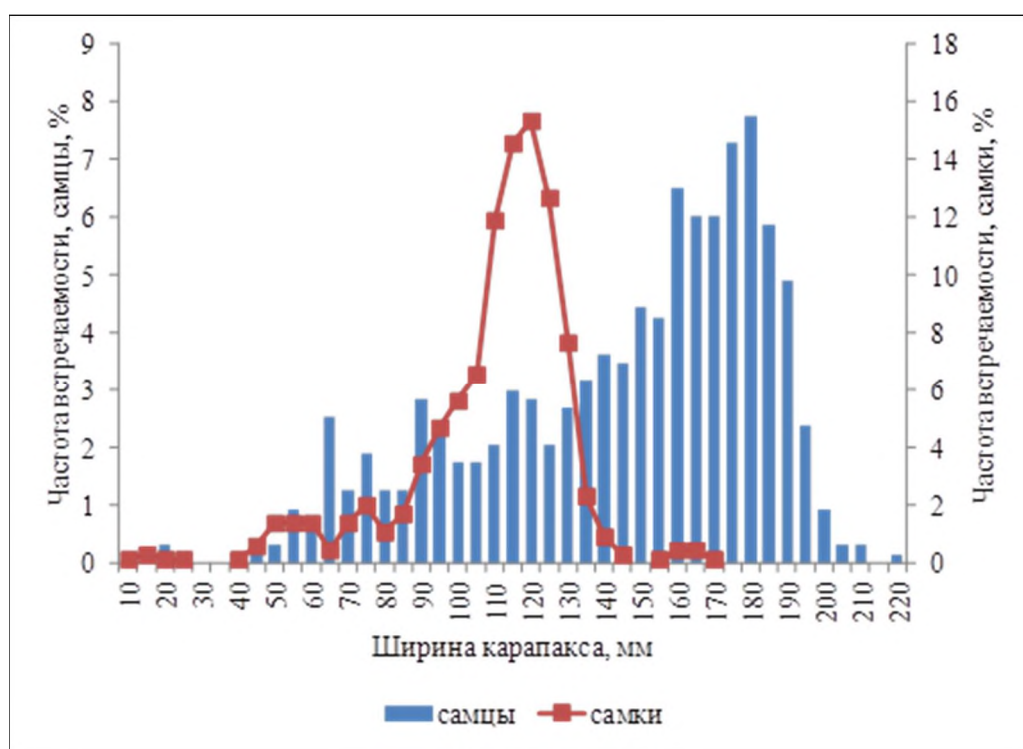


Рис. 9. Размерный состав синего краба в Анадырском заливе и на корякском шельфе в июле-августе 2019 г.

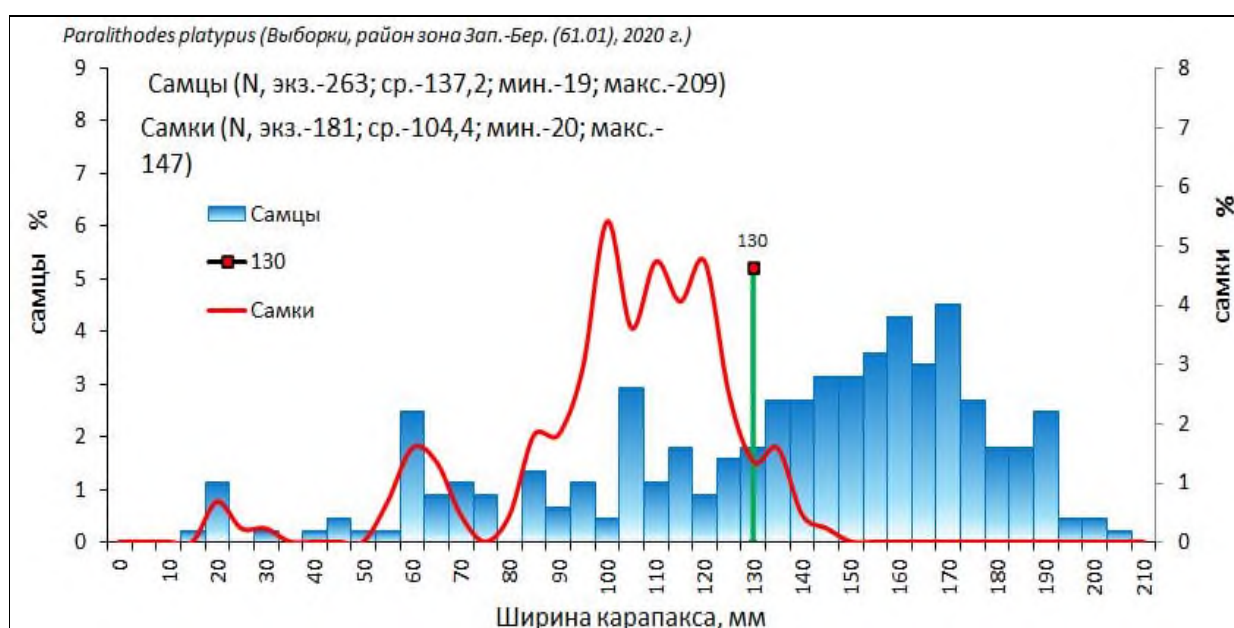


Рис. 10. Размерный состав синего краба в Анадырском заливе и на корякском шельфе в августе-сентябре 2020 г.

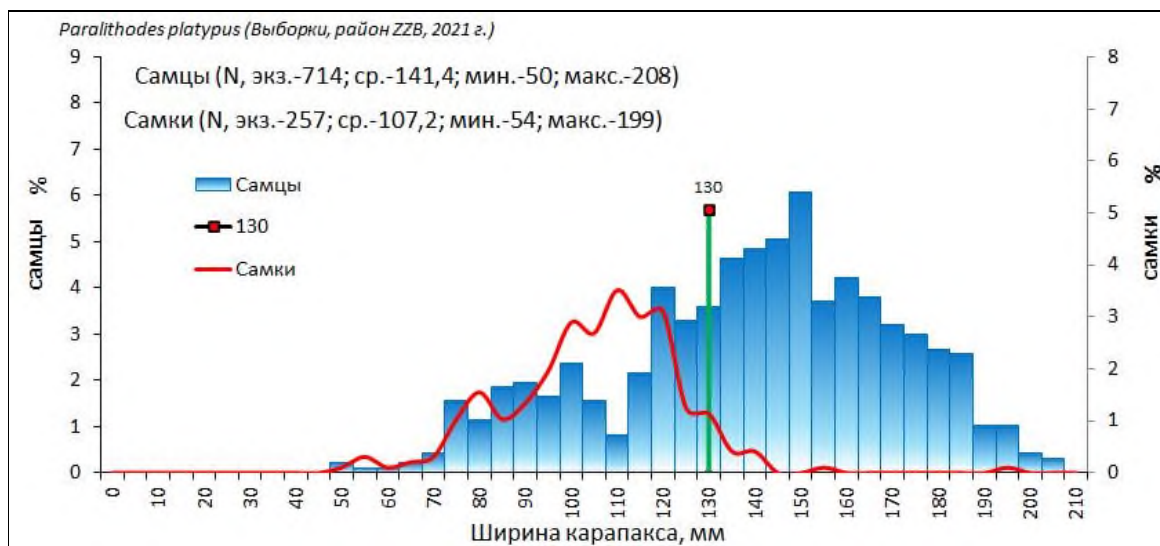


Рис. 11. Размерный состав синего краба в Анадырском заливе и на коряжском шельфе в сентябре 2021 г.

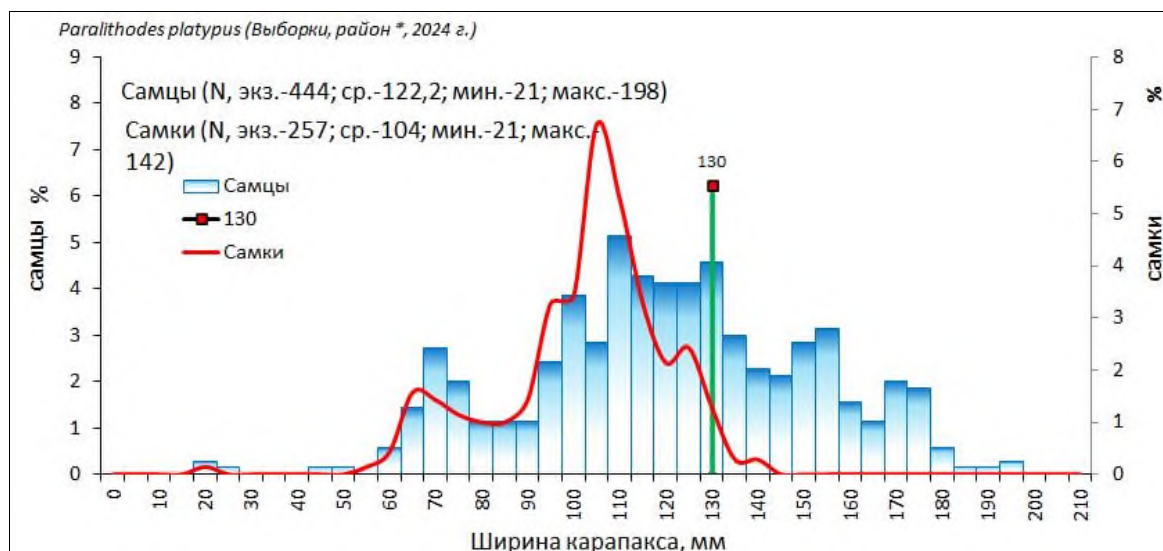


Рис. 12. Размерный состав синего краба в Анадырском заливе и на коряжском шельфе в июле-августе 2024 г.

Таблица 7

Соотношение размерных групп и доля промысловых самцов синего краба в Западно-Беринговоморской зоне в 2005-2024 гг., % (по данным траловых съемок)

Год	Ширина карапакса, мм					Доля пром. самцов, %
	<100	100-114	115-129	130-149	≥150	
2005	34,3	19,3	13,3	14,5	18,6	33,1
2008	59,1	10,6	4,2	11,1	15,0	26,1
2010	60,0	14,6	6,7	6,8	11,9	18,7
2012	25,5	23,7	23,4	20,5	6,9	27,4
2014	6,3	11,8	15,8	42,2	23,6	66,1
2015	3,5	3,8	7,7	27,0	58,0	85,0
2016	3,1	3,2	8,6	26,0	59,1	85,1
2017	24,6	2,5	5,5	17,2	50,2	67,4
2019	17,3	7,6	8,4	16,2	50,5	66,7
2020	17,5	16,2	17,0	17,2	32,3	49,5
2021	12,4	6,4	12,9	26,8	41,4	68,2
2024	20,9	18,6	19,8	18,9	21,6	40,5

Анализ межгодовой динамики размерного состава самцов показал, что в последние годы в ней произошли заметные изменения. Так, доля промысловых самцов в 2010 г. составляла 18,7% (самый низкий показатель за последние годы), а затем она начала постепенно повышаться и в 2014 г. составила 66%. В 2015-2016 гг. она увеличилась до 85%, в 2017 г. она была оценена в 67,4%, а в 2019 г. – в 66,7% и осталась, практически, на уровне 2017 г. В 2020 г. доля промысловых самцов начала уменьшаться и снизилась до 50%, а в 2021 г. выросла до 68%, но к 2024 г. снова снизилась до 41%.

Необходимо отметить, что к 2008-2010 гг. произошло уменьшение доли промысловых самцов с ШК 130-149 мм, но к 2015-2016 гг. она стабилизировалась на уровне 26%. Следует отметить, что к 2010 г. заметно возросла доля молодых самцов. Вероятнее всего, это связано с появлением в популяции в 2005-2006 гг. урожайного поколения. Это косвенно подтверждается данными учетных траловых съемок 2005, 2008 и 2010 гг., по результатам которых доля молодых самцов составляла, соответственно, 34,3%, 59,1% и 60,0% от общего количества самцов. В 2012-2013 гг. часть из них стала рекрутами и пополнила собой промысловую часть популяции. В тоже время, доля молодых самцов в 2014-2016 гг. резко уменьшилась до 3,1-6,5%, однако, в 2017 г. она возросла до 24,6% от общего количества самцов, а в 2019 г. опять снизилась до 17,3%.

Результаты исследований 2020 года показали увеличение доли молодежи всех размерных групп, с одновременным снижением доли промысловых самцов, особенно старшевозрастных групп (с ШК ≥ 150), что, на фоне увеличившегося промыслового пресса – закономерно.

Траловая съемка 2021 г. показала уменьшение доли молодежи всех размерных групп, однако, увеличилась доля промысловых самцов, особенно группы пострекрутов (130-149 мм по ширине карапакса).

В 2024 г. произошло незначительное увеличение доли молодежи всех размерных групп, с одновременным снижением доли промысловых самцов, особенно старшевозрастных групп, как в 2020 г.

Статус запаса краба синего в Западно-Беринговоморской зоне определен как «стабильный». Учитывая тенденцию к стабилизации численности промыслового пополнения (группа рекрутов), отмеченную при выполнении съемок 2017-2024 гг. (их доля в уловах была на уровне 17-27%) (см. *табл. 7*), предлагается сохранить этот статус для данной единицы запаса.

Определение биологических ориентиров. На основании ретроспективных данных по динамике запаса синего краба в Западно-Беринговоморской зоне, рассчитаны целевой и граничный ориентиры управления, которые составляют 9,31 и 3,83 млн экз. (23,27 и 9,57 тыс. т), соответственно. Целевой ориентир по промысловой смертности определен величиной 19%, граничный – 36%. В *таблице 8* приведены ориентиры управления промыслом для синего краба Западно-Беринговоморской зоны.

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

B_{lim}	B_{tr}	u_0	u_{tr}	u_{lim}
9,57	23,27	0%	19%	36%

Обоснование правила регулирования промысла. Правила регулирования промысла (ПРП) для запаса синего краба в Западно-Беринговоморской зоне 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 выполнения 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 13.

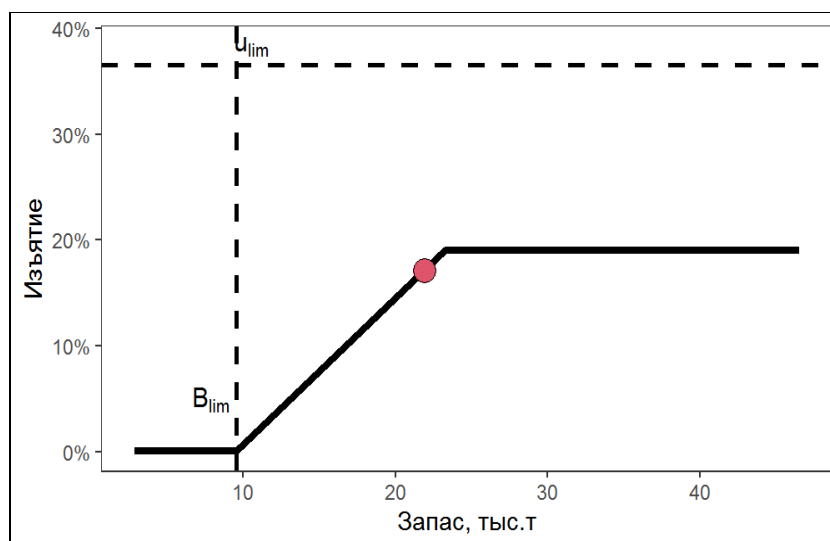


Рис. 13. Графическое представление ПРП для синего краба Западно-Беринговоморской зоны.

Прогнозирование состояния запаса. Оценка запаса в 2024 г., полученная по результатам моделирования, находится в 95% доверительном интервале 13,73-19,23 тыс. т (6,3-8,82 млн экз.), в среднем – 16,48 тыс. т (7,56 млн экз.). Оценка ожидаемой в 2026 г. величины запаса находится в 95% доверительном интервале 16,19-31,92 тыс. т (7,43-14,64 млн экз.), в среднем – 24,05 тыс. т (11,03 млн экз.) (рис. 14-15). Ожидаемая оценка запаса незначительно выше целевого ориентира, это связано с результатами учетной траловой съемки 2024 года.

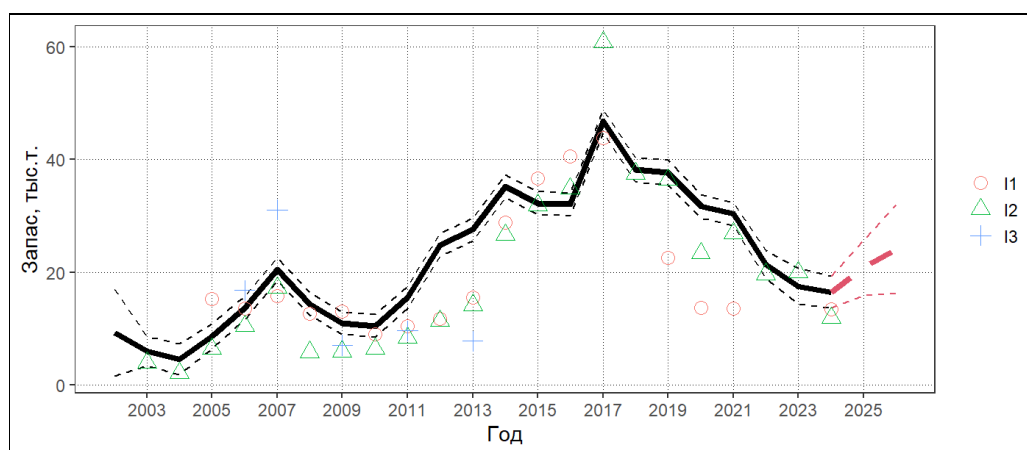


Рис. 14. Динамика промысловой биомассы синего краба в Западно-Беринговоморской зоне. I1 – оценка запаса, I2 – интенсивность промысла, I3 – уловы на ловушку по данным наблюдений на промысле.

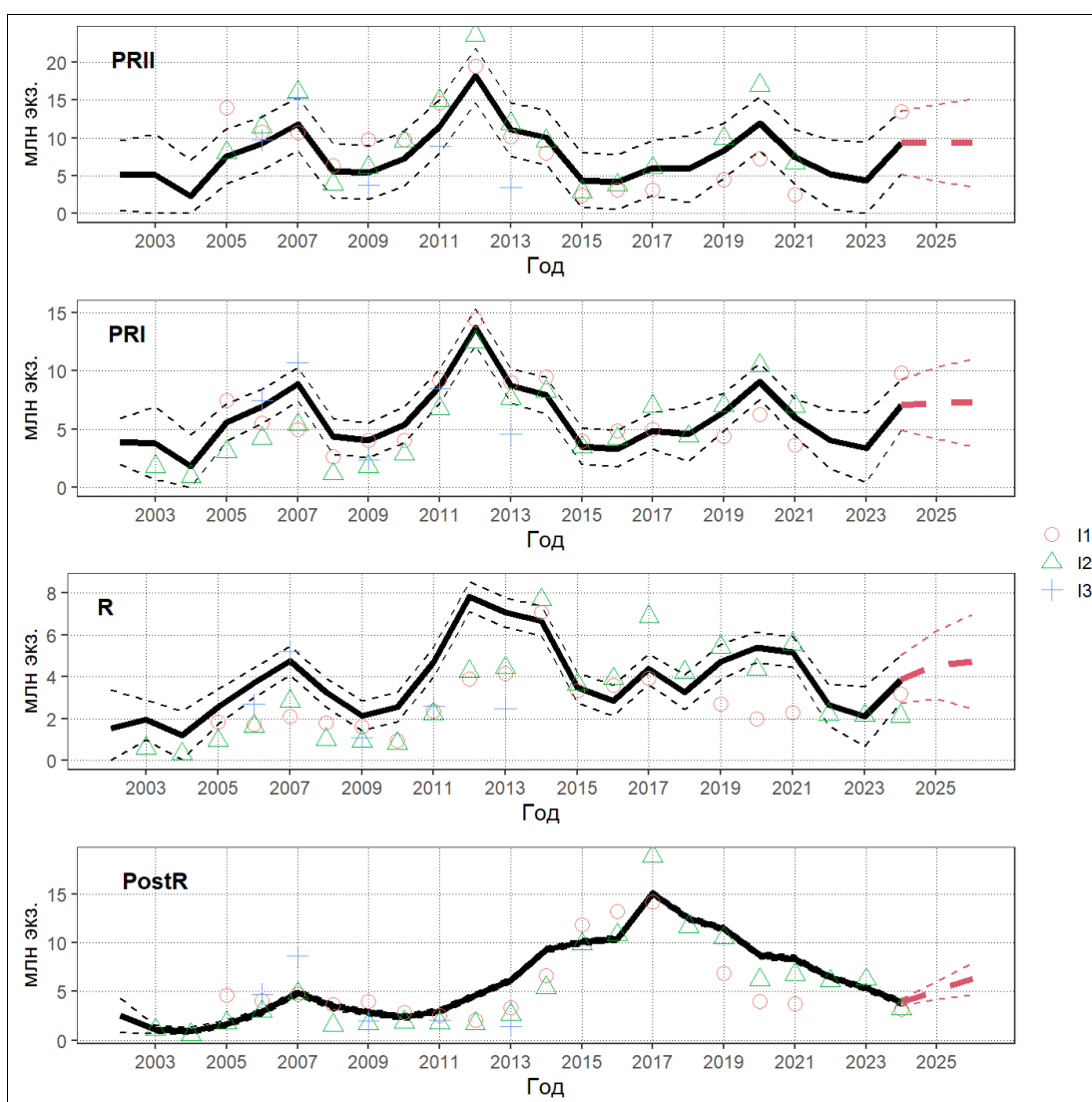


Рис. 15. Динамика численности предрекрутов 1-го (PRI), 2-го (PRII) порядков, пополнения (R) и пострекрутов (PostR).

Определение объема ОДУ. В соответствии с принятым ПРП (см. *рис. 12*), ОДУ синего краба может составить 4,570 тыс. т. Вместе с тем, несмотря на обнадеживающие результаты съемок 2024 г. в отношении возможного

пополнения, нельзя не принимать во внимание некоторое снижение промысловых показателей. Учитывая это, а также неопределенность в оценке ожидаемой величины запаса, предлагается сохранить объем ОДУ на уровне 2025 года – 3,985 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба синего в Западно-Беринговоморской зоне на 2026 г. в объеме 3,985 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов. Ожидаемая в 2026 г. величина промыслового запаса демонстрирует довольно большую неопределенность, однако, риск достижения биомассой граничного ориентира отсутствует (рис. 16).

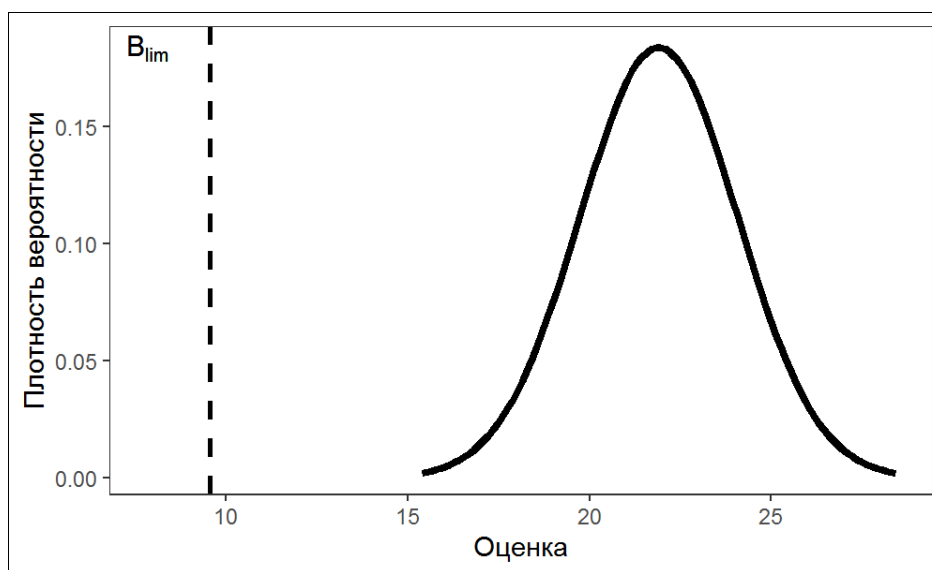


Рис. 16. Распределение вероятности для ожидаемой биомассы запаса.

Краб синий (*Paralithodes platypus*)

61.02 – зона Восточно-Камчатская

61.02.1 – подзона Карагинская

Исполнитель: П.Ю. Иванов (КамчатНИРО)

Куратор: С.И. Моисеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Основой для подготовки обоснования ОДУ синего краба в Карагинской подзоне на 2026 г. послужили данные учетной донной траловой съемки на СРТМ «Валерий Маслаков» (ООО «Антей») в октябре 2021 г. Выполнено 76 контрольных тралений на глубинах 26–370 м. Исследованиями охвачена акватория около 17,5 тыс. км² (рис. 1А). Биологическому анализу подвергнуто 96 экз. синего краба.

Последняя учетная работа по оценке состояния популяции синего краба в Карагинской подзоне – донная траловая съемка на НИС «Дмитрий Песков» (ТИНРО) в августе 2024 г., в ходе которой было выполнено 68 контрольных тралений на глубинах 13–259 м. Исследованиями была охвачена акватория около 16,0 тыс. км² (рис. 1Б). В уловах трала отмечено только 13 экз. синего краба, что не позволяет провести сравнительный анализ полученных данных в межгодовом аспекте, в силу нерепрезентативной выборки.

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 синего краба, как и прежде, принимали равным 0,75.

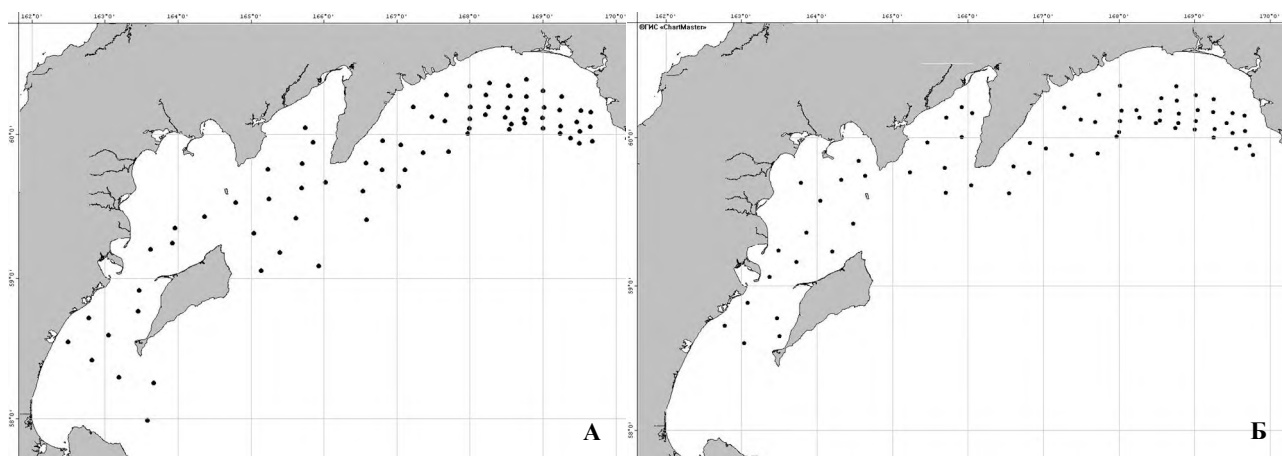


Рис. 1. Карта-схема контрольных траловых станций в Карагинской подзоне, выполненных на СРТМ «Валерий Маслаков» в 2021 г. (А) и НИС «Дмитрий Песков» в 2024 г. (Б).

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.

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

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

Поскольку, как будет показано ниже, промысел синего краба в Карагинской подзоне, фактически, отсутствует, 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 все имеющиеся сведения о состоянии запаса синего краба, в том числе, по данным учетных донных траловых съемок.

Оценка запаса получена 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].

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

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Популяция синего краба в Карагинской подзоне большого промыслового значения никогда не имела, в том числе, в 1998-2001 гг., когда ОДУ в этом районе достигал 70 т, но процент освоения не превышал 5%. В 2003 г. вылов синего краба достиг максимальной исторической величины – 9,7 т. В последние годы синий краб вылавливается исключительно при проведении научно-исследовательских работ (рис. 2).

В 1998–2002 гг. ежегодно на промысле в Олюторском заливе работали 2–5 судов. Средний вылов на судосутки варьировал в пределах 0,1–0,8 т. С 2004 по 2008 гг. промысел синего краба в Карагинской подзоне не велся, ввиду запрета на его добычу, в связи с неблагоприятным состоянием запаса. Начиная с 2009 г. минимальные объемы ОДУ выделяются только для проведения НИР.

По данным учетных работ, среднесуточный улов промысловых самцов на одну коническую ловушку в 2002 г. в восточной части залива не превышал 0,5 экз., что значительно ниже, чем в 1997 г. (4,2 экз./лов.). В 1999 г. среднесуточный улов составлял 2 экз./лов. В 2006 и 2007 гг. этот показатель находился на низком уровне – 0,2 экз./лов., в 2010 г. несколько увеличился до 0,7 экз./лов., но в последующем упал практически до нуля, составив в 2014 г. 0,1 экз./лов. (рис. 3).

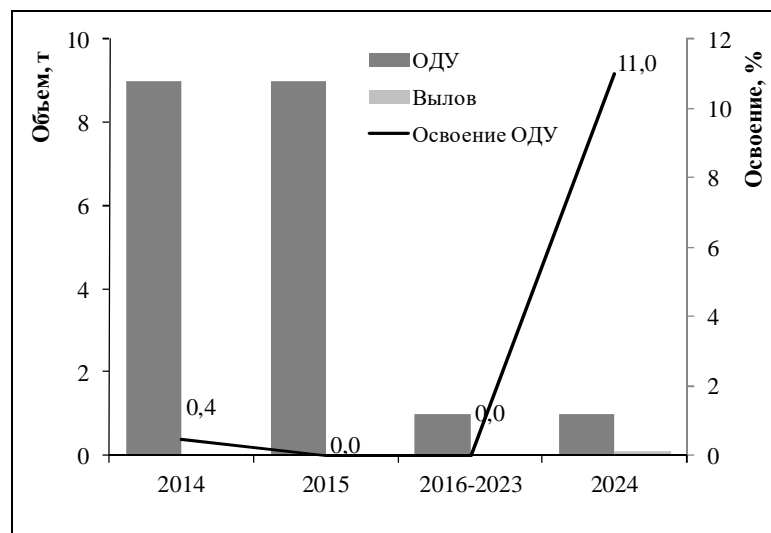


Рис. 2. ОДУ, вылов и освоение ОДУ синего краба в Карагинской подзоне в 2014-2024 гг.

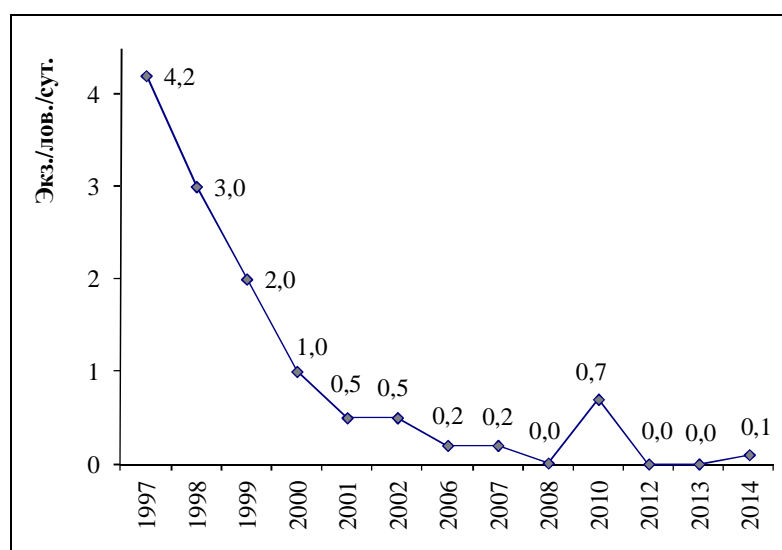


Рис. 3. Средний улов на коническую ловушку в сутки самцов синего краба в 1997-2014 гг. в Олюторском заливе.

Основу траловых уловов синего краба в изучаемом районе в последние годы формировали самцы, при этом среди них, вплоть до 2019 г., преобладали непромысловые особи. В последние два года в уловах значительно преобладали промысловые самцы (табл. 1). В ловушках до недавнего времени среди самцов преобладали промысловые особи (табл. 2).

Таблица 1

Межгодовая динамика качественного состава траловых уловов
синего краба в Карагинской подзоне

Функциональная группа	Доля в улове, %					
	2012 г.	2014 г.	2017 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Самки	39,4	41,4	57,2	34,2	15,7	15,6
Непромысловые самцы	47,7	35,6	39,9	34,2	9,4	12,5
Промысловые самцы	12,9	23,0	2,9	31,6	74,8	71,9
Самцы	60,6	58,6	42,8	65,8	84,3	84,4

Таблица 2

Межгодовая динамика качественного состава ловушечных уловов
синего краба в Карагинской подзоне

Функциональная группа	Доля в улове, %		
	2007 г.	2010 г.	2014 г.
Самки	34,2	22,4	42,2
Непромысловые самцы	9,3	23,7	25,9
Промысловые самцы	56,6	53,8	32,0
Самцы	65,8	77,6	57,8

В 2014 г. максимальный суточный улов промысловых самцов синего краба, в размере 4 экз./лов., имел место в восточной части Олюторского залива, в районе с координатами 60°09' с.ш., 169°11' в.д., на глубине 69 м. На всей остальной площади работ он не превышал 1 экз./лов. Здесь же отмечены и наивысшие уловы самцов непромыслового размера и самок – 1,2 и 3,0 экз./лов./сут, соответственно.

В 2021 г. максимальные величины уловов промысловых самцов синего краба – 30 экз./трал. (818 экз./км²) и 10 экз./трал. (299 экз./км²) отмечены в наиболее восточных районах работ (59°57,3' с.ш., 169°40,6' в.д., 110 м, и 60°03,6' с.ш., 169°14,4' в.д., 98 м). Ещё два участка повышенной плотности промысловых самцов располагались в центральной части Олюторского (60°10,9' с.ш., 168°31,1' в.д., 92 м) и северной части Карагинского заливов (59°19,2' с.ш., 165°02,3' в.д., 83 м). Уловы здесь достигали 6 экз./трал. (174 экз./км²). Средний улов самцов синего краба промыслового размера на всей исследованной акватории составил в 2021 г. 1,2 экз./трал. (32 экз./км²). Уловы непромысловых самцов не превышали 3 экз./трал. (81 экз./км²) и были зафиксированы на наиболее плотном скоплении промысловых самцов в восточной части Олюторского залива. Средний улов непромысловых самцов в целом по району работ составил 0,2 экз./трал. (5 экз./км²).

По результатам траловой съемки 2020 г., основные скопления промысловых самцов зафиксированы в центральной и восточной частях Олюторского залива в пределах изобат 93–163 м. Максимальный улов промысловых самцов достигал 46,5 экз. на 30 мин. траление на участке с координатами 60°08' с.ш., 168°14' в.д., на глубине 130 м. Здесь же были отмечены самые большие уловы непромысловых самцов и самок – 10,5 и 19,5 экз./траление, соответственно.

По данным траловой съемки 2012 г., размеры самцов в уловах варьировали от 79 до 181 мм. В 2014 г. самцы имели размеры 41–185 мм, в 2017 г. – 14–152 мм, в 2019 г. – 80–192 мм, в 2020 г. – 16–202 мм, а в 2021 г. – 105–209 мм.

Средний размер промысловых самцов синего краба, по данным ловушечных съемок, в 2010 г. достигал 160 мм, в 2012 г. составил 150,8 мм, в 2013 г. – 165 мм, в 2014 г. – 150,0 мм.

Размерно-частотное распределение самцов в уловах ловушек в 2010 г. имело бимодальный вид. Первая мода составляла 93 мм, вторая, более ярко выраженная – 162 мм (рис. 4). Преобладали самцы с размерами 145–170 мм по

ШК (51%). Для сравнения: в одномодальных распределениях, построенных на основе данных, собранных в 2006 и 2007 гг., моды составляли 130 и 145 мм, соответственно. Гистограмма, построенная на основе данных съемки 2014 г., значительно отличается от таковой 2010 г.: большая часть (79%) самцов в уловах приходилась на группу 105–150 мм, а мода составляла 150 мм.

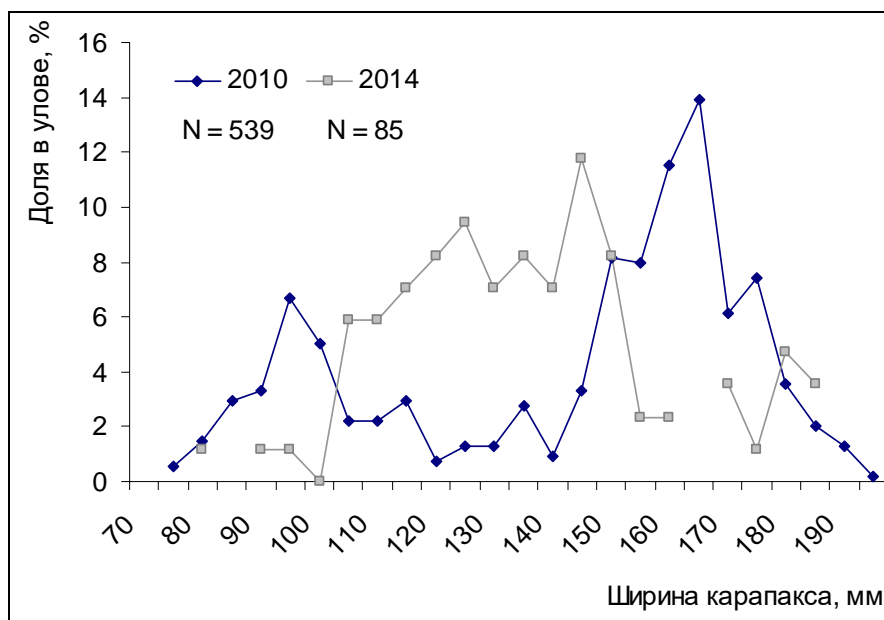


Рис. 4. Размерный состав самцов синего краба в ловушечных уловах в Карагинской подзоне в 2010 и 2014 гг.

Гистограммы размерного состава, построенные по данным траловых съемок, представляют собой неравномерные кривые, содержащие пробелы для некоторых размерных групп, и не отражают их реального соотношения. Очевидно, что по имеющимся в последние годы материалам провести объективный анализ размерного состава самцов синего краба Карагинской подзоны, с оценкой его реального современного состояния и прогнозом возможных тенденций, не представляется возможным.

В 1997 г. промысловый запас достигал 0,390 млн экз. и за 5 лет снизился более чем в 10 раз, составив в 2002–2003 гг. 0,030 млн экз. Затем, возможно из-за отсутствия промысла, оцененная численность промысловых самцов синего краба несколько увеличилась – до 0,073 млн экз. в 2006 г. и до 0,102 млн экз. – в 2007 г. По оценке 2010 г. запас вырос до 0,130 млн экз.

По данным 2012 и 2013 гг., ввиду малой репрезентативности выборки, оценки численности получить не представлялось возможным.

В 2014 г. численность промысловых самцов, по данным траловой съемки в 12-мильной зоне, составила 0,193 млн экз., по данным ловушечной съемки за пределами территориальных вод – 0,082 млн экз.

По результатам траловой съемки в Олюторском заливе в 2017 г., численность промысловых самцов синего краба оценить не представлялось возможным в силу нерепрезентативной выборки. Оценки численности непромысловых самцов и самок составили, соответственно, 0,420 и 0,613 млн экз.

Численность промысловых самцов синего краба в 2019 г. оценена в размере 0,474 млн экз., непромысловых самцов – 1,007 млн экз., самок – 1,033 млн экз.

Результаты учетных работ 2020 г. продемонстрировали значительный рост численности промысловых самцов синего краба, которая составила 1,845 млн экз. Оценки численности непромысловых самцов и самок были равны, соответственно, 0,250 и 0,435 млн экз.

По итогам съемки 2021 г., численность синего краба в подзоне снизилась: промысловых самцов учтено 0,574 млн экз., непромысловых самцов – 0,052 млн экз., самок – 0,130 млн экз.

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

Прогнозирование состояния запаса. С учетом того, что до настоящего момента не существует последовательного ряда адекватных биологически-промысловых показателей, характеризующих состояние группировки синего краба рассматриваемой подзоны за последние годы, применить какую-либо достоверную методику расчета прогностической оценки промыслового запаса не представляется возможным.

Обоснование объема ОДУ. Многие годы ОДУ синего краба определяется экспертно, величина его остается неизменной и рекомендуется он только для проведения НИР. Учитывая, что специализированный промысел синего краба на протяжении длительного времени не ведется, величина запаса определяется экспертно, предлагается ОДУ для синего краба в Карагинской подзоне в 2026 г. установить в объеме, достаточном только для проведения научных исследований – 1,0 т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба синего в Карагинской подзоне на 2026 г. в объеме 0,001 тыс. т исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.**

Краб синий (*Paralithodes platypus*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.1 – подзона Северо-Охотоморская

Исполнители: С.В. Клинушкин (МагаданНИРО),

А.В. Харитонов (ХабаровскНИРО)

Кураторы: Д.В. Артеменков, С.И. Моисеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. При подготовке прогноза ОДУ синего краба на 2026 г. использованы промысловые и биостатистические материалы, собранные в ходе учетно-ловушечной съемки на НИС «Зодиак» Магаданским филиалом ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» (МагаданНИРО), Хабаровским филиалом ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» (ХабаровскНИРО) и Тихоокеанским филиалом ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО) в 2024 г. (рис. 1), а также материалы МагаданНИРО, полученные в 2017 г. (табл. 1). Для анализа привлечены архивные данные (2004-2020 гг.), включающие в себя материалы НИР, промышленного лова, мониторинга промысла и данные ССД или ОСМ (2013-2024 гг.).

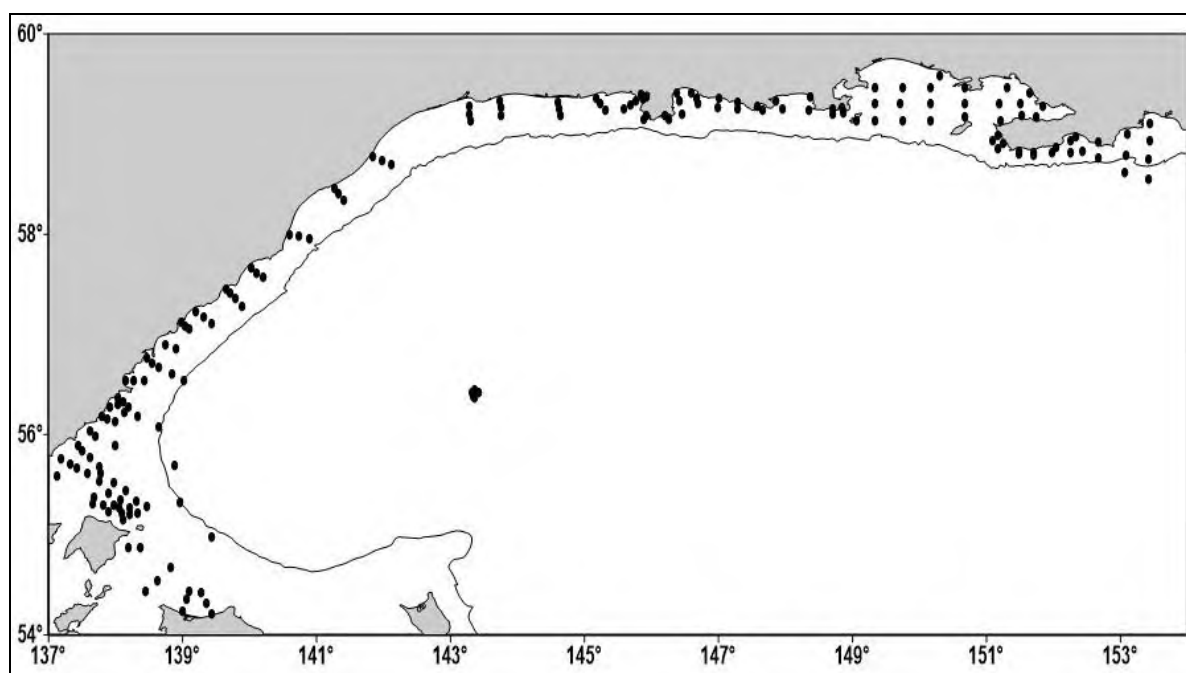


Рис. 1. Карта-схема станций, выполненных на НИС «Зодиак» в 2024 г.

Таблица 1

Данные, использованные при подготовке прогноза ОДУ краба синего
в Северо-Охотоморской подзоне на 2026 г.

Год	Сроки работ	Район исследований	Кол-во станций	Самцов, экз.	Орудия лова	Организация сбора материалов
2024	август-октябрь	акватория 136°38'-153°26' в.д.	186	6240	конические ловушки	МагаданНИРО, ХабаровскНИРО, ТИНРО
2017	май-июнь	Банка Ионы	7	324		МагаданНИРО

Информационное обеспечение прогноза ОДУ можно отнести к III уровню, согласно категориям, представленным в приложении 1 к Приказу Росрыболовства от 06 февраля 2015 г. № 104.

Обоснование выбора метода оценки запаса. Расчет оценки запаса по результатам научных учетных съемок выполнялся методом сплайн-аппроксимации [Столяренко, Иванов, 1988] с помощью программы «КартМастер v.4.1» [Бизиков и др., 2007]. В расчетах применялся средний показатель влияния глубины – 500, параметр сглаживания – 0,032. Эффективная площадь облова конусовидной ловушки была принята равной 3300 м² [Михайлов и др., 2003; Мельник и др., 2014].

Межинститутской рабочей группой по методологии оценки сырьевой базы рыболовства (РГМ) для оценки запасов с III уровнем информационного обеспечения рекомендовано использовать немодельные методы, объединенные в категорию DLM методов [Бабаян и др., 2018].

В прогнозных материалах на 2026 г. для этой единицы запасов при определении ОДУ был применён метод CurC (из семейства методов Constant Catch) [Geromont, Butterworth, 2015], реализованный в программном пакете DLMtool (в среде R). Пакет DLMtool включает в себя более 100 методов расчёта. Входной информацией для расчётов послужили сведения о вылове по годам и среднесуточный вылов по данным ССД.

Ретроспективный анализ состояния запасов и промысла. Специализированный промысел синего краба в Северо-Охотоморской подзоне проводится в зал. Бабушкина и на шельфе южнее его, а также в районе банки и о. Ионы; неспециализированный (в качестве прилова на промысле камчатского краба) – на участке западнее 147°00' в.д.

По данным ФГБУ «ЦСМС», степень освоения запасов синего краба в Северо-Охотоморской подзоне в 2014-2023 гг. находилась на высоком уровне и в разные годы варьировала от 86 до 100% от выделенных объемов. В 2024 г. освоение ОДУ так же было высоким, по данным ССД, вылов синего краба достиг 600 т, что составляет более 98% общего допустимого улова (рис. 2).

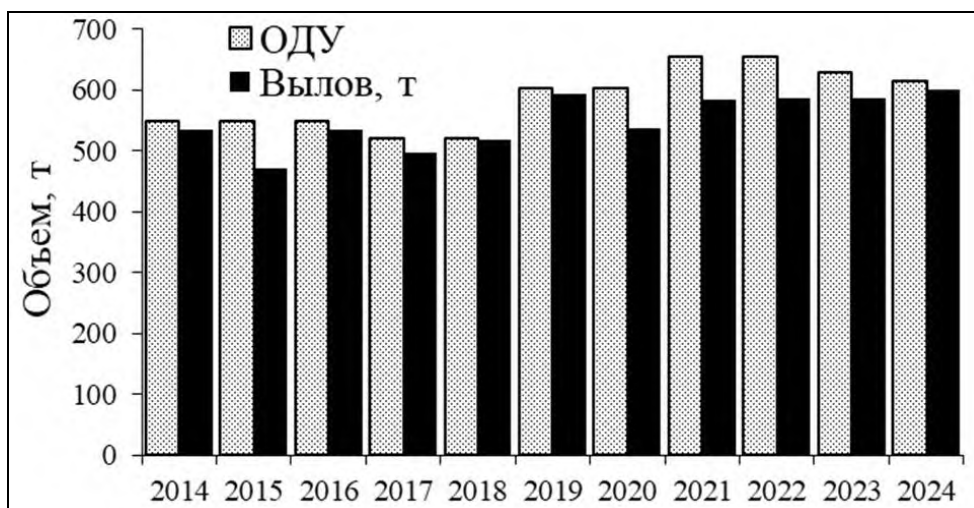


Рис. 2. Динамика освоения ОДУ синего краба в Северо-Охотоморской подзоне.

Начиная с 2016 г., большая часть общего вылова приходится на зал. Забияка, зал. Бабушкина и шельф южнее зал. Бабушкина (акватория восточнее 152°00' в.д.) (рис. 3). В отдельные годы (2020-2021 гг.) синий краб добывался на акватории банки и о. Ионы. На акватории западнее 147° в.д., где ведется его неспециализированный промысел, вылов синего краба незначителен. В районе, ограниченном координатами 147°-152° в.д., промысел практически не ведется.

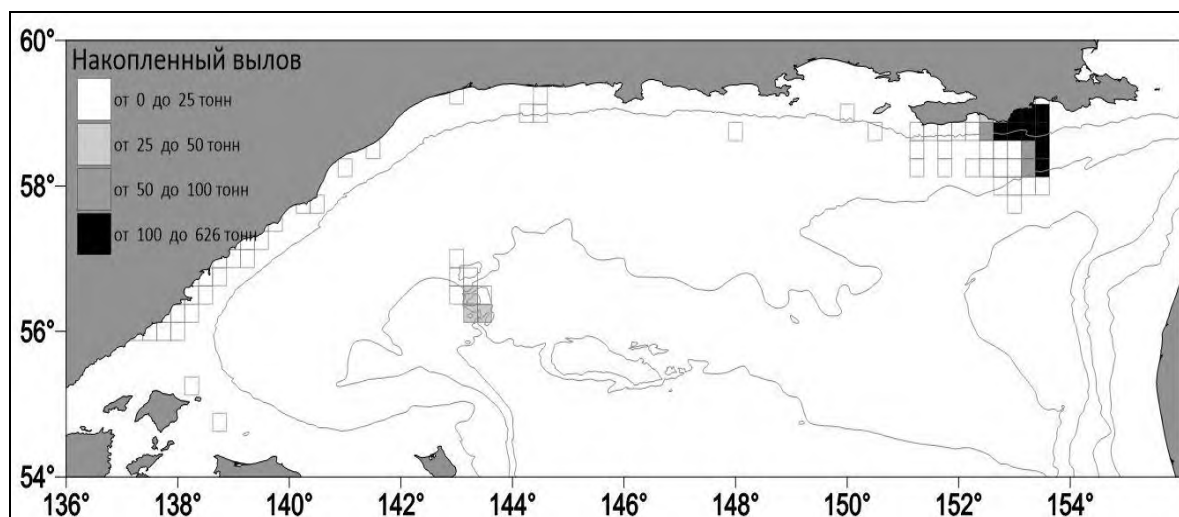


Рис. 3. Суммарный вылов синего краба за 2016-2024 гг., по данным судовых суточных донесений (ССД).

Уловы на усилие (среднесуточные уловы) судов на промысле синего краба в Северо-Охотоморской подзоне, в зависимости от года промысла, могут значительно варьировать (табл. 2). Это зависит от того, где происходит значительная часть вылова синего краба. На участках неспециализированного лова, где основным объектом вылова является камчатский краб, среднесуточные уловы синего краба ниже. Если промысел ведется, в основном, на участках специализированного лова, то среднесуточные уловы синего краба выше. Кроме того, в пределах одного промыслового участка может наблюдаться естественная динамика уловов. В 2019-2022 гг. отмечено увеличение среднего улова на судосутки при добыче синего краба. В 2023-2024 гг. среднесуточный вылов снизился до уровня 2017-2018 гг.

Таблица 2

Среднесуточные уловы на промысле синего краба
в Северо-Охотоморской подзоне в 2016-2024 гг.

Год	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Средний улов на судосутки, т	3,603	2,684	2,469	3,556	3,286	3,578	3,494	2,996	2,705

В районе, ограниченном координатами 147°00'-153°30' в.д. уловы, в зависимости от участка исследований, значительно различались. На акватории 147°00'-152°00' в.д. в 2024 г. средний улов на ловушку составил 0,9 экз. Средние уловы на этом участке в 2011, 2013, 2017, 2020 гг.

варьировали от 0,1 до 1,0 экз./лов. В 2024 г. средний улов на ловушку промысловых особей в северо-восточной части Северо-Охотоморской подзоны (зал. Забияка, зал. Бабушкина и шельф южнее его) составил 1,4 экз. Средние уловы на этом участке в 2006-2012, 2017-2020 гг. варьировали от 1,4 до 4,4 экз./лов.

Исследования, проведенные в разный временной период, показали наличие сезонной изменчивости уловов. В августе и октябре промысловые скопления синего краба находятся на разных глубинах (рис. 4).

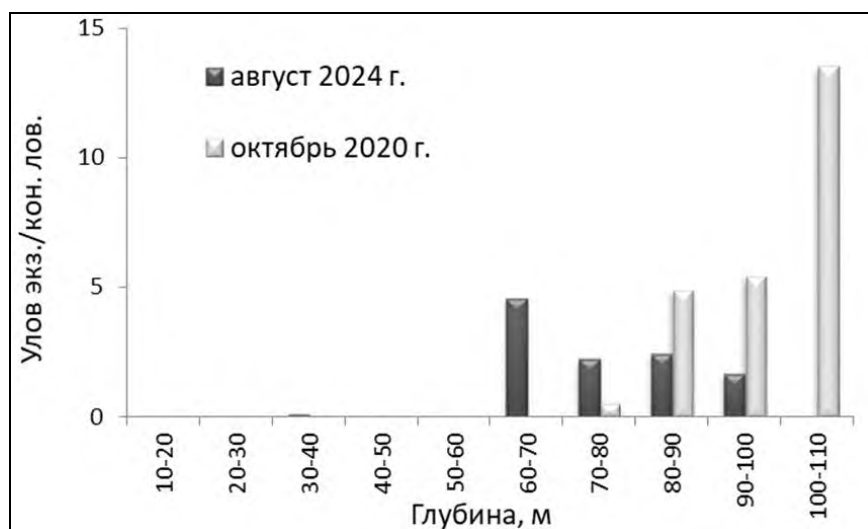


Рис. 4. Изменчивость уловов промысловых самцов синего краба по глубине в октябре 2020 г. и в августе 2024 г. в районе зал. Бабушкина и зал. Забияки (восточнее 152° в.д.).

По материалам ловушечной съемки 2024 г., в северо-восточной части Северо-Охотоморской подзоны ширина карапакса самцов варьировала от 80 до 178 мм, составляя в среднем 131,0 мм (рис. 5). Доля промысловых самцов в уловах была близка к 54%. В 2019-2020 гг. в уловах преобладали крабы размером 130-160 мм, в 2024 г. – 120-150 мм по ширине карапакса.

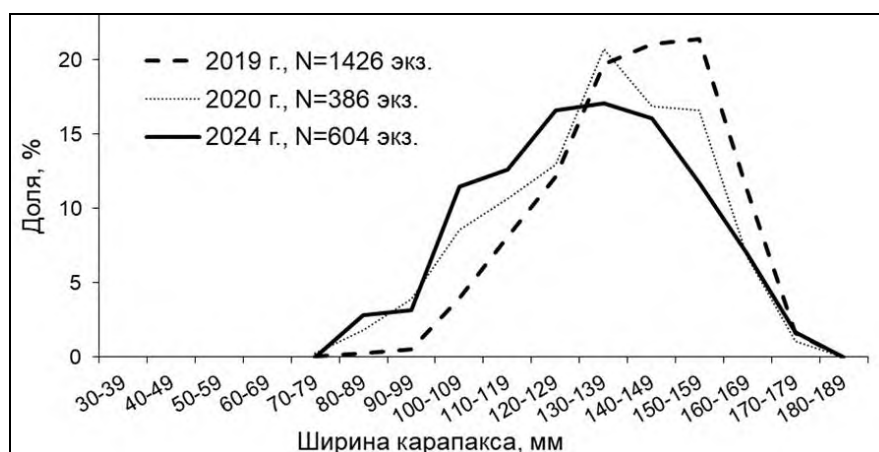


Рис. 5. Вариационные ряды ширины карапакса самцов синего краба из ловушечных уловов в северо-восточной части Северо-Охотоморской подзоны в 2019, 2020, 2024 гг. (зал. Бабушкина и шельф южнее его).

Многолетний анализ размерного состава уловов синего краба в Северо-Охотоморской подзоне выявил уменьшение средних размеров крабов и доли

промысловых особей по направлению с востока на запад (табл. 3). Различия в размерном составе связаны с более суровыми гидрологическими условиями обитания синего краба в северо-западной части Охотского моря, по сравнению с северо-восточной его частью [Артеменков и др., 2022]. Большое значение в гидрологии рассматриваемой акватории имеет ядро холода, которое проявляется в теплый период года и представляет собой слой воды с отрицательной температурой, который выстилает шельф в северо-западной части Охотского моря. Банка Ионы, из-за особых гидрологических условий, под влияние ядра холода не попадает [Морошкин, 1966].

Таблица 3

Средние размеры карапакса самцов синего краба и доля промысловых особей в Северо-Охотоморской подзоне, по данным 2013-2020 гг.

Акватория	Средний размер карапакса самцов, мм	Доля промысловых самцов, %	Проанализировано самцов, экз.
136-140° в.д.	106,7	8	7286
140-143° в.д.	109,2	13	3063
143-146° в.д.	112,5	20	2182
146-149° в.д.	118,4	31	1848
149-152° в.д.	111,0	20	3735
152-153°30' в.д.	138,3	72	3990
(Банка и о. Ионы)	128,2	51	324

Для оценки биологических показателей синего краба в северо-восточной части Северо-Охотоморской подзоны используется акватория, где ежегодно проводится промысел и имеются данные за ряд лет наблюдений – шельф южнее зал. Бабушкина. В 2024 г. биологические характеристики самцов оказались выше уровня предыдущих лет (табл. 4).

Таблица 4

Биологическая характеристика самцов синего краба в северо-восточной части Северо-Охотоморской подзоны, на шельфе южнее зал. Бабушкина (ИЭЗ)

Год	Средняя ширина карапакса самцов, мм	Средняя ширина карапакса промысловых самцов, мм	Доля промысловых особей, %	N, экз.
2006	122,5±0,5	140,1±0,4	32	1190
2007	124,6±1,0	139,8±0,6	48	349
2008	131,1±0,7	139,6±0,5	58	336
2010	125,8±0,6	142,1±0,4	46	889
2012	119,6±0,5	142,1±0,5	31	835
2019	140,2±0,6	147,4±0,4	75	814
2020	131,4±1,1	144,7±0,8	58	234
2024	134,5±1,1	147,8±1,0	60	245

Примечание: данные за 2009 г. нерепрезентативны, данные за 2011 и 2013-2018, 2021-2023 гг. отсутствуют.

На участке, ограниченном координатами 136°30'-147°00' в.д., средний улов промысловых самцов в 2024 г. составил 0,6 экз./лов. Максимальный улов (10,0 экз./лов.) наблюдали на участке между мысом Одян и мысом Энкен, на глубине 78 м. Согласно материалам исследований 2006-2015, 2018,

2020 гг., максимальные уловы синего краба достигали 12 экз./лов., при среднем улове – 0,2 экз./лов.

Ширина карапакса самцов синего краба в 2024 г. изменялась в пределах 54-171 мм, среднее значение для всех самцов составляло 115,0 мм, а для промысловых самцов – 139,4 мм (рис. 6).

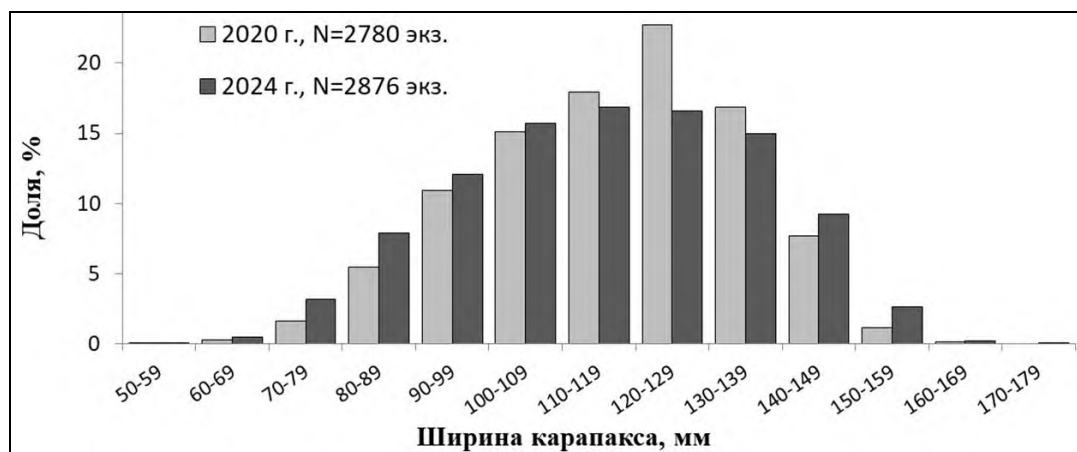


Рис. 6. Вариационные ряды ширины карапакса самцов синего краба (западнее 147°00' в.д.) в 2020 г. и 2024 г.

Учитывая, что в уловах самцов присутствуют особи всех размерно-функциональных классов, а их распределение в размерной структуре, в целом, соответствует распределению 2020 г., можно считать, что состояние группы синего краба на участке западнее 147° в.д. находится в стабильном состоянии.

В районе банки и о. Ионы обитает небольшая популяция синего краба. В районе банки Ионы, по данным 2017 г., в мае-июне, на глубинах 56-120 м, уловы промысловых особей (более 130 мм по ширине карапакса) на коническую ловушку достигали 3,9 экз., в среднем – 1,5 экз. По данным 2012 г. средний улов промысловых особей также составил 1,5 экз./лов.

Основу уловов самцов синего краба в районе банки Ионы в 2017 г. формировали особи с шириной карапакса 130-139 мм (рис. 7).

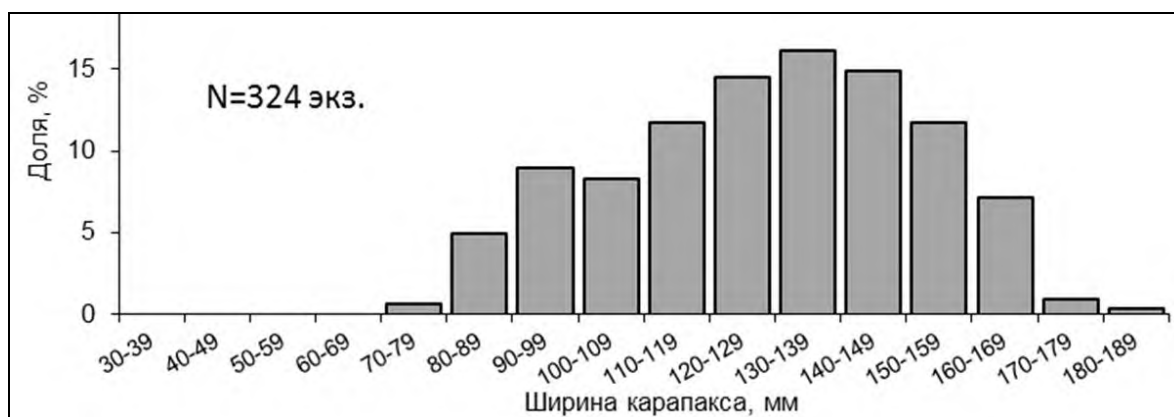


Рис. 7. Размерный ряд ширины карапакса самцов синего краба в районе банки Ионы в 2017 г.

Основные биологические параметры самцов, исследованных в 2005,

2007, 2012 и 2017 гг., представлены в *таблице 5*. В 2017 г. средний размер самцов снизился, по сравнению с 2012 г., и при этом оказался на уровне 2005 и 2007 гг., составив в среднем 128,2 мм. Средний размер промысловых самцов – 146,8 мм.

Таблица 5

Биологическая характеристика самцов синего краба
на акватории банки Ионы по многолетним данным

Год	Средняя ширина карапакса самцов, мм	Средняя ширина карапакса промысловых самцов, мм	Доля промысловых особей, %	N, экз.
2005	128,6±0,6	144,4±0,4	52	1159
2007	127,0±1,4	146,0±1,0	33	249
2012	135,2±1,2	150,5±0,7	67	461
2017	128,2±1,3	146,8±0,9	51	324

В районе о. Ионы, по данным 2024 г., в августе, на глубинах 52-88 м, уловы промысловых особей на коническую ловушку достигали 7,8 экз., в среднем – 5,8 экз. Основу уловов самцов синего краба формировали особи с шириною карапакса 150-159 мм (*рис. 8*). Средний размер самцов составил 135,6 мм по ширине карапакса, промысловых самцов – 149,8 мм.

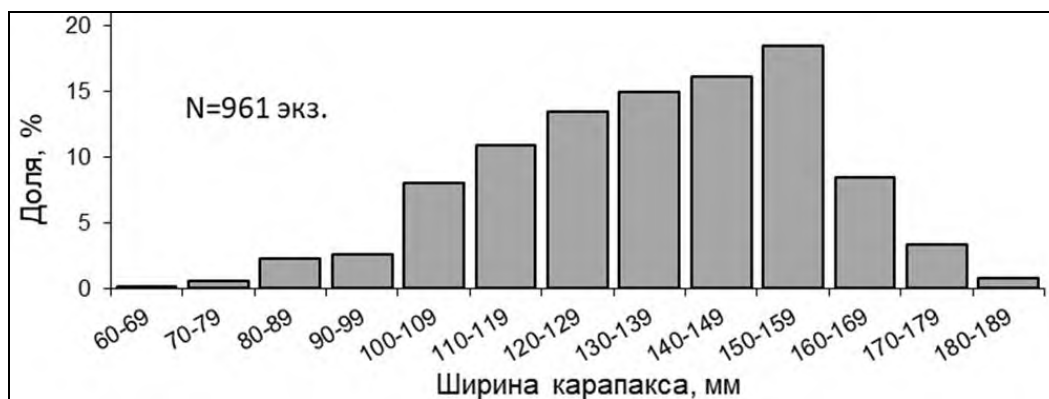


Рис. 8. Вариационный ряд ширины карапакса самцов синего краба в районе о. Ионы в 2024 г.

Действующие меры ограничения рыболовства. Согласно действующим «Правилам рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна», утвержденным Приказом Минсельхоза РФ от 06.05.2022 г. № 285, для синего краба установлен промысловый размер не менее 130 мм по ширине карапакса. Действуют запретные для добычи сроки в Северо-Охотоморской подзоне на период линьки – с 1 августа по 30 сентября.

В качестве еще одной меры сохранения и рационального использования синего краба Приказом Минсельхоза России от 13.05.2021 г. № 291 и от 28.03.2023 г. № 311 введены минимальные объёмы его добычи (вылова) в сутки на одно судно. Для Северо-Охотоморской промысловой подзоны указанный объем составляет 0,73 т для среднетоннажного и 0,13 т – для малотоннажного судна.

Определение биологических ориентиров управления. Определение границ допустимой (биологически безопасной) области управления запасом

выполнено с учетом положений, изложенных в работах В.К. Бабаяна [2000], А.И. Буяновского [2012]. Учитывая III уровень информационной обеспеченности прогноза ОДУ, оценки ориентиров управления носят приближенный характер.

Ориентиры управления запасом для краба синего Северо-Охотоморской подзоны установлены согласно Приказу ФГБНУ «ВНИРО» от 10.04.2023 г. № 81 «Об утверждении Правил регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов» (далее – Приказ № 81), целевой ориентир по биомассе (численности) установлен на уровне 5,94 млн экз., граничный ориентир составил 2,30 млн экз., уровень эксплуатации установлен в 14%.

Обоснование правила регулирования промысла (ПРП). Регулирование промысла осуществляется с помощью зонального ПРП. В качестве цели эксплуатации запаса предложено получение стабильного (постоянного) улова. При изменении состояния запасов, в пределах границ каждого ориентира, изменяется рекомендуемая величина общего улова. В случае, если запас оценивается объемом менее B_{lim} , вводится запрет на промысловую эксплуатацию. В пределах между B_{lim} и B_{tr} улов изменяется линейно (рис. 9).

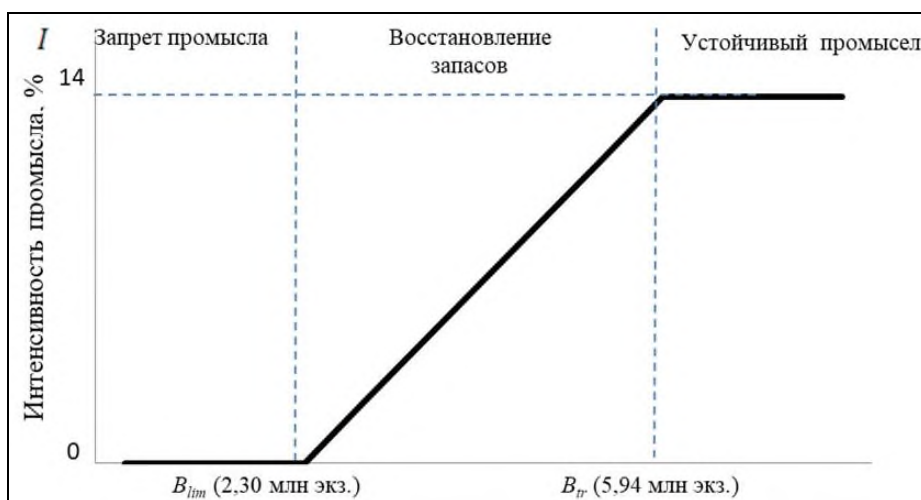


Рис. 9. Общая схема регулирования промысла синего краба в Северо-Охотоморской подзоне.

Прогнозирование состояния запаса. Промысловый запас рассчитывался как произведение средней массы промыслового самца на его численность. В Северо-Охотоморской подзоне, западнее 152° в.д., в качестве средней массы промыслового краба используется величина – 1,5 кг, восточнее 152° в.д., а также в районе банки и о. Ионы, применяется средняя масса промыслового самца – 1,7 кг. Такие различия по участкам в размерно-массовых характеристиках крабов специалистами МагаданНИРО связываются с влиянием ядра холода [Морошкин, 1966; Шершенкова, Чернявский, 2006]. Суммарный промысловый запас синего краба в Северо-Охотоморской подзоне составил 25,216 тыс. т, или 15,919 млн экз. (табл. 6).

Таблица 6

Результаты оценки запаса синего краба в Северо-Охотоморской подзоне

Район работ	Год	Площадь, км ²	Запас, тыс. тонн (млн экз.)	Организация, осуществлявшая сбор материалов
Акватория 136°30'-153°30' в.д.	2024	58910	24,314 (15,919)	МагаданНИРО, ХабаровскНИРО, ТИНРО
о. Ионы	2024	32	0,1 (0,059)	
Банка Ионы	2017	825	0,802 (0,472)	МагаданНИРО
<i>Северо-Охотоморская подзона в целом</i>	<i>Всего</i>	<i>59767</i>	<i>25,216 (16,450)</i>	<i>Объединенные данные</i>

Отдельно рассчитывался запас синего краба на акватории восточнее 152° в.д. (зал. Бабушкина и шельф южнее его), где ведется его основная добыча, на основе данных для этого района будет рассчитываться ОДУ. Промысловый запас синего краба на этой акватории, площадью 5,6 тыс. км², составляет 5,270 тыс. т (3,1 млн экз.).

Согласно зональному правилу регулирования промысла, суммарный промысловый запас находится в состоянии устойчивого промысла, при этом наблюдается увеличение запаса, по сравнению с 2020 г., на 4,7 млн экз., что связано с увеличением исследованной площади почти на 5,5 тыс. км². Запас, оцененный в 2024 г., имеет максимальное значение за все года исследований.

С учетом факта существования различных типов ведения промысла синего краба (специализированный или многовидовой), а также наличия группировок с различными биологическими характеристиками, были выделены дополнительные индикаторы по оценке состояния запаса синего краба: средняя ширина карапакса самцов (СШК), доля промысловых самцов в уловах (ДПС) и средний улов на ловушку промысловых самцов (СУЛ).

Границы индикаторов для акватории зал. Бабушкина и шельфа южнее его (за период 1993-2020 гг.), а также для акватории западнее 147° в.д. (за период 1999-2020 гг.) определены методом перцентилей на основе их годовых значений. Для акватории банки Ионы применен метод равных диапазонов для периода 2005, 2007, 2012 и 2017 гг. Перечисленные методы хорошо отражают состояние и перспективы тех единиц запаса, где значения индикаторов в течение ряда лет колеблются вокруг среднего уровня [Буяновский, 2012].

Средний улов на ловушку промысловых самцов является приоритетным индикатором, средний размер самцов и доля промысловых самцов – вспомогательными (табл. 7).

Многолетний статистический ряд наблюдений имеет значительную вариабельность по объёму информации, поэтому оценка современного состояния запаса синего краба носит приближенный характер.

По данным 2017 и 2024 гг. индикаторы показывают: неопределенное состояние на акватории банки Ионы и на шельфе южнее зал. Бабушкина, на участке западнее 147° в.д. наблюдается рост (табл. 7). Все это, в целом, позволяет оценить статус запаса синего краба в Северо-Охотоморской

подзоне как «стабильный».

Таблица 7

Индикаторы состояния запаса синего краба в Северо-Охотоморской подзоне			
Индикатор состояния запаса	Нейтральная зона индикаторов (желтая)	Уровень индикатора в год съёмки	Цвет индикатора
акватория зал. Бабушкина и шельф южнее его, по данным 2024 г.			
СШК, мм	120,6-127,1	131,0	зеленый
ДПС, %	40,1-59,9	54,0	желтый
СУЛ, экз./кон.лов.	1,9-2,8	1,4	красный
акватория западнее 147° в.д., по данным 2024 г.			
СШК, мм	103,0-106,9	120,2	зеленый
ДПС, %	6,7-10,5	35,9	зеленый
СУЛ, экз./кон.лов.	0,19-0,23	0,6	зеленый
акватория банки Ионы, по данным 2017 г.			
СШК, мм	129,7-132,5	128,2	красный
ДПС, %	44,7-56,3	51,0	желтый
СУЛ, экз./кон.лов.	0,6-1,0	1,5	зеленый

С учетом многолетнего стабильного состояния промысловой части популяции синего краба, предполагается, что промысловый запас в 2026 г. будет находиться выше целевого ориентира по численности.

Обоснование объема ОДУ. Объем ОДУ синего краба в Северо-Охотоморской подзоне на 2026 г. оценили посредством пакета DLMtool. При этом, допустили, что его вылов в 2025 г. будет соответствовать ОДУ, равному 0,607 тыс. т, вылов на судосутки промысла может составить не менее 2,7 т/судосутки. В результате расчетов, средние оценки ОДУ на 2026 г., полученные разными методами для районов, где ведется промысел краба, варьировали от 354 до 943 т (рис. 10).

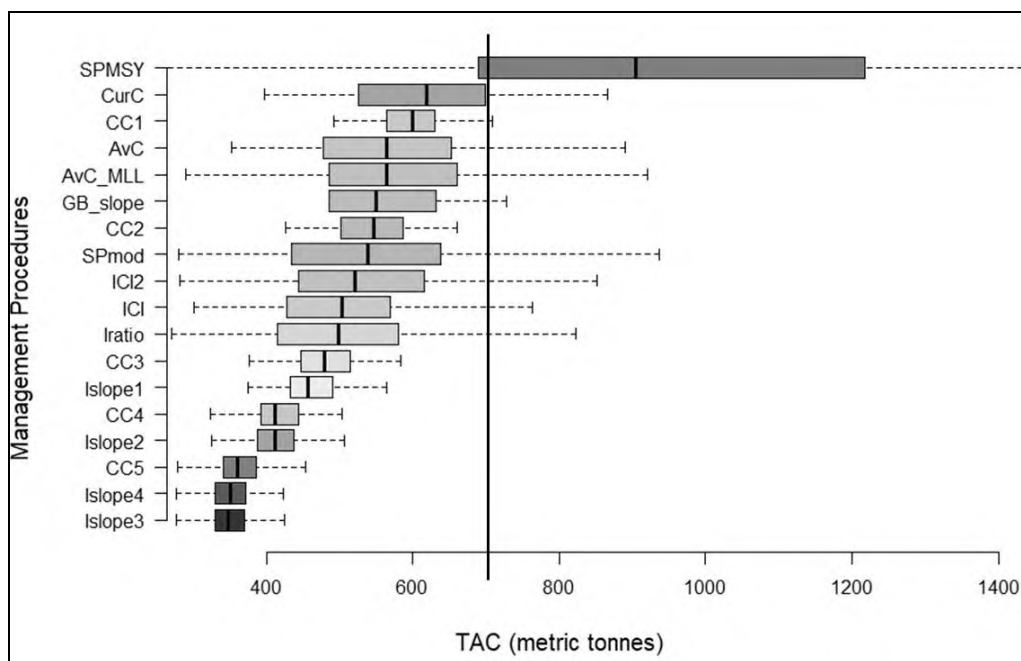


Рис. 10. Графическое представление результатов расчетов ОДУ синего краба в Северо-Охотоморской подзоне методами, реализованными в DLMtool (по оси ординат – процедура управления, метод оценки ОДУ; по оси абсцисс – ОДУ).

Сравнение ОДУ, рассчитанного исходя из зонального правила регулирования промысла, коэффициента изъятия и предельного увеличения ОДУ для стабильного запаса синего краба, с интервальными значениями ОДУ, полученными при использовании методов DLMtool, показало удовлетворительные результаты. Оценка ОДУ находится в пределах 55% интервалов аналогичной расчетной величины, предложенных методов DLM.

По актуальным данным 2024 г., промысловый запас синего краба в Северо-Охотоморской подзоне находится на максимальном уровне за все года исследований. Промысловые показатели среднесуточного вылова находятся в стабильном состоянии, а освоение ОДУ находится на высоком уровне.

В целях получения устойчивого вылова и реализации плана управления запасами синего краба, рекомендуется объем ОДУ краба синего в Северо-Охотоморской подзоне в 2026 г. увеличить на 16%, это соответствует предельному уровню увеличения ОДУ для стабильного запаса. Относительно объема ОДУ 2025 г., равного 607 т, объем ОДУ на 2026 г. предлагается увеличить на 97 т (на 16%), и он составит 704 т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба синего в Северо-Охотоморской подзоне на 2026 г. в объеме 0,704 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов. Целью эксплуатации запаса синего краба является получение стабильного вылова. Решение об установлении ОДУ принималось на основе актуальной оценки промыслового запаса с учетом возможного предельного увеличения ОДУ и немодельных оценок. Современное состояние запаса синего краба является стабильным. В соответствии с целью эксплуатации запаса, предлагается установить величину ОДУ синего краба на 2026 г. в объеме 0,704 тыс. т, что не противоречит классическому методу SurG , применяемому при расчете ОДУ 2021-2023 гг.

Краб синий (*Paralithodes platypus*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.2 – подзона Западно-Камчатская

Исполнители: О.И. Ильин, П.Ю. Иванов (КамчатНИРО)

Кураторы: Д.В. Артеменков, С.И. Моисеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Основой оценки запаса и обоснования ОДУ синего краба в Западно-Камчатской подзоне на 2026 г. являются данные о функциональном составе, размерных рядах самцов, показателях уловов на усилие синего краба, как входных параметров модели, полученные в ходе учетных работ и мониторинга промысла.

В 2024 г. учетная съемка по оценке численности синего краба в зал. Шелихова Западно-Камчатской подзоны не проводилась. Работы в режиме мониторинга промысла научными наблюдателями КамчатНИРО осуществлены на СРТМ «Флорин» (ООО «Дальневосточное побережье») в ноябре, в районе с координатами 58°59,9'-59°08,4' с.ш., 157°19,1'-37,8' в.д., на изобатах 132-142 м. Проанализировано 14 промысловых порядков, состоящих из 160 конических ловушек; взято на биоанализ 2805 экз. синего краба.

При расчете запаса синего краба площадь облова одной конусной ловушки принималась равной, как и прежде, 8500 м² [Характеристика..., 1997; Лысенко, 2001а, б].

Сбор и обработка данных проводились по общепринятым гидробиологическим методам [Родин и др., 1979; Низяев и др., 2006], а построение карт распределения уловов – с использованием программы «КартМастер» 4.1, методом сплайн-аппроксимации плотности запаса [Бизиков и др., 2006].

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

В соответствии с Приказом Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, минимальные требования 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 синего краба в Западно-Камчатской подзоне есть сведения о вылове по функциональным группам в 1996-2024 гг., среднемноголетние данные о массе крабов по функциональным группам, мгновенные

коэффициенты естественной смертности, данные учетных ловушечных съемок о плотности численности промысловых самцов и пререкрутов синего краба, выполненных в зал. Шелихова в последние 10 лет, сведения об уловах на единицу усилия в 2003-2024 гг.

Таким образом, информационное обеспечение прогноза в полной мере соответствует I уровню (приложение 1 к Приказу Росрыболовства №104 от 06.02.2015 г.).

Обоснование выбора метода оценки запаса. Согласно вышеупомянутому Приказу, «доступная информация обеспечивает проведение всестороннего аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ с использованием структурированных моделей эксплуатируемого запаса».

Оценкой состояния запасов с помощью моделей теории рыболовства и прогнозированием величины ОДУ морских промысловых беспозвоночных шельфа Западной Камчатки, в т.ч. запасов камчатского и синего крабов, в начале 2000-х годов занимался В.П. Максименко [Максименко, 2003; Максименко, Лысенко, 2002]. Он использовал популярные когортные методы ВПА [Pope, Shepherd, 1985] и CAGEAN [Deriso et al., 1985]. Однако, при моделировании запасов не принимался во внимание неофициальный вылов, тогда как в то время он превышал ОДУ и официальный вылов в несколько раз. Вследствие этого, В.П. Максименко были получены заниженные оценки запаса. После этих работ оценка состояния запасов промысловых беспозвоночных западно-камчатского шельфа с помощью математических методов, фактически, не производилась.

Исходя из структуры и объема накопленной на сегодняшний день информации по синему крабу северо-восточной части Охотского моря, наиболее целесообразным выглядит применение моделей на базе CSA [Collie, Sissenwine, 1983; Collie, Kruse, 1998], описывающих динамику функциональных групп (молодь, пререкруты, рекруты, промысловые самцы, самки). Использование подобных моделей целесообразно в том случае, когда возраст особей определить не удастся, но по линейным размерам можно судить об их принадлежности к той или иной функциональной группе.

Оценка состояния запасов морских промысловых биоресурсов, как правило, сводится к задаче определения вектора состояния (численность возрастных, размерных, функциональных групп) по результатам ряда наблюдений. Наблюдения сопровождаются случайными ошибками, а значит следует говорить не об определении состояния системы, а об его оценивании путем статистической обработки результатов наблюдений. Так как моделью рассматриваемой системы «запас-промысел» служит система стохастических разностных уравнений линейной регрессии, целесообразно применить методы линейной оптимальной фильтрации [Bucy, Joseph, 1968] и интерполяции [Grewal, Andrews, 1993]. Подробное описание используемой методики оценки запасов изложено в статье О.И. Ильина и П.Ю. Иванова [2015]. Оценка состояния запаса и неизвестных параметров модели сводится

к решению совместной задачи оптимальной фильтрации (интерполяции) и идентификации.

Модельный подход для оценки состояния запасов синего краба Западно-Камчатской подзоны и определения ОДУ используется специалистами КамчатНИРО с 2015 г. и дает удовлетворительные результаты.

Исходными для модели являются:

- данные о фактическом вылове (млн экз.) синего краба в 1996-2016 гг. Оценки объемов реального вылова получили, основываясь на данных таможен Японии, Кореи, США, Канады об объемах импорта крабовой продукции из Российской Федерации [Иванов, 2016; Крабы–2014, 2014; Крабы–2015, 2015; Крабы–2018, 2018]. По этим данным, приближенно, фактический вылов синего краба у Западной Камчатки оценили, считая, что он пропорционален доле ОДУ синего краба в Западно-Камчатской подзоне от общего ОДУ вида в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне. Фактический вылов в 2017-2024 гг. приняли равным официальному.

Также учитывались следующие параметры:

- мгновенные коэффициенты естественной смертности приняли равными 0,2 1/год для всех трех функциональных групп;
- вероятность линьки по функциональным группам (пререкрутов I порядка – 0,9, пререкрутов II порядка – 0,95) [Максименко, Лысенко, 2002].

Для настройки модели использовали данные учетных ловушечных съемок о плотности численности промысловых самцов и пререкрутов синего краба (тыс. экз./км²), выполненных в зал. Шелихова в последние 10 лет.

Из-за действия запрета на добычу синего краба в подзоне к югу от 57°40' с.ш., район, ограниченный по широте 57°00'-57°40' с.ш., при оценке численности не учитывался.

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

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

В 2015-2024 гг. освоение ОДУ синего краба находилось на высоком уровне (табл. 1), при этом, в последние годы ОДУ осваивается уже в первом полугодии на 90% и более.

Таблица 1

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

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение ОДУ, %
2015	3,555	3,497	98,4
2016	3,510	3,440	98,0
2017	3,850	3,817	99,1
2018	3,948	3,915	99,2
2019	3,316	3,282	99,0
2020	3,316	3,301	99,5
2021	2,916	2,904	99,6
2022	2,449	2,438	99,6
2023	2,449	2,434	99,4
2024	2,841	2,828	99,5

Динамика среднесуточного вылова синего краба в I полугодии (по 14 июля) за последнее десятилетие имела общий тренд роста вплоть до 2017 г., когда был зафиксирован максимальный вылов. После 2017 г. отмечена общая тенденция на снижение этого показателя (*рис. 1*), при этом, в 2021 г. вылов на судосутки оказался минимальным за последние девять лет, снизившись до 5,7 т. По итогам промысла 2022 и 2023 гг., вылов на судосутки увеличился до 6,5 и 6,4 т, соответственно, всё еще уступая среднегодовому показателю в 6,9 т. В 2024 г. вылов синего краба на судосутки промысла вырос до 7,4 т.

Освоение запаса синего краба в течение года осуществляет весьма большое количество судов, в последние четыре года – 32-40 единиц, при этом, почти 90% вылова приходится на суда, добывающие краба с целью дальнейшей его транспортировки в живом виде.

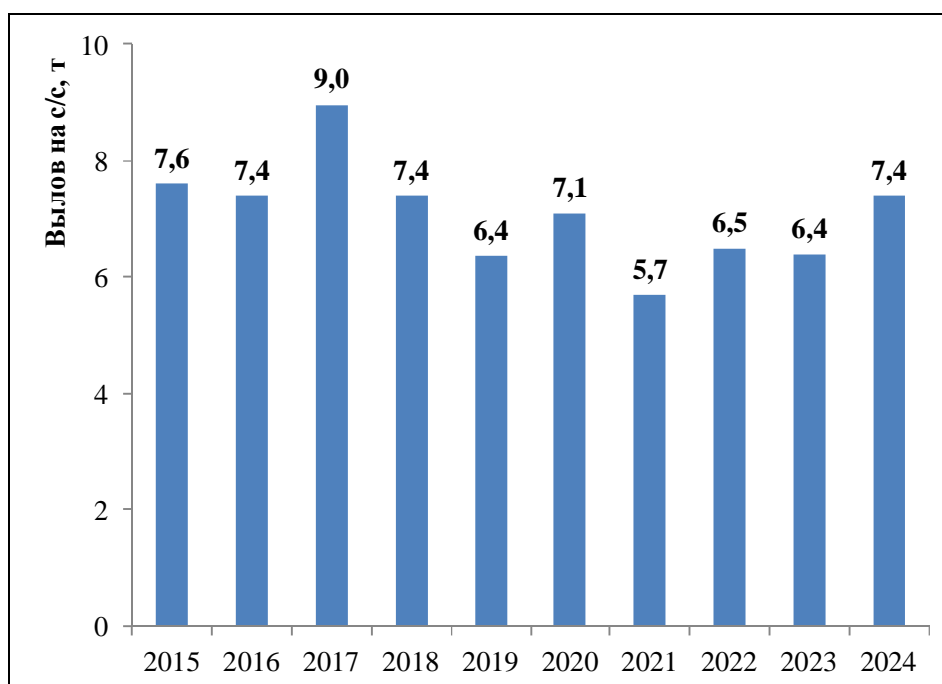


Рис. 1. Межгодовая динамика среднесуточного вылова краба синего в Западно-Камчатской подзоне в период с 1 января по 14 июля.

В период промысла синего краба в последние два года суда в подзоне дислоцируются преимущественно в горле зал. Шелихова, ведя добычу на плотных промысловых скоплениях на склонах глубоководного каньона. В зимне-весенний период добыча ведется, главным образом, в пределах глубин 250–350 м (участок 1 на *рисунке 2*), в весенне-осенний – промысел смещается на глубины менее 200 м, большей частью, в восточном направлении, в сторону западно-камчатского побережья (участок 2 на *рисунке 2*). На юг промысел простирается до границы запретного района (57°40' с.ш.), на севере – ограничен, по большей части, северной широтой 59°30'. В отдельные годы несущественные объемы вылова в подзоне приходятся на участок, граничащий с Северо-Охотоморской подзоной (участок 3 на *рисунке 2*), где отчитываются о вылове суда, как правило, ведущие добычу одновременно в двух промысловых районах.

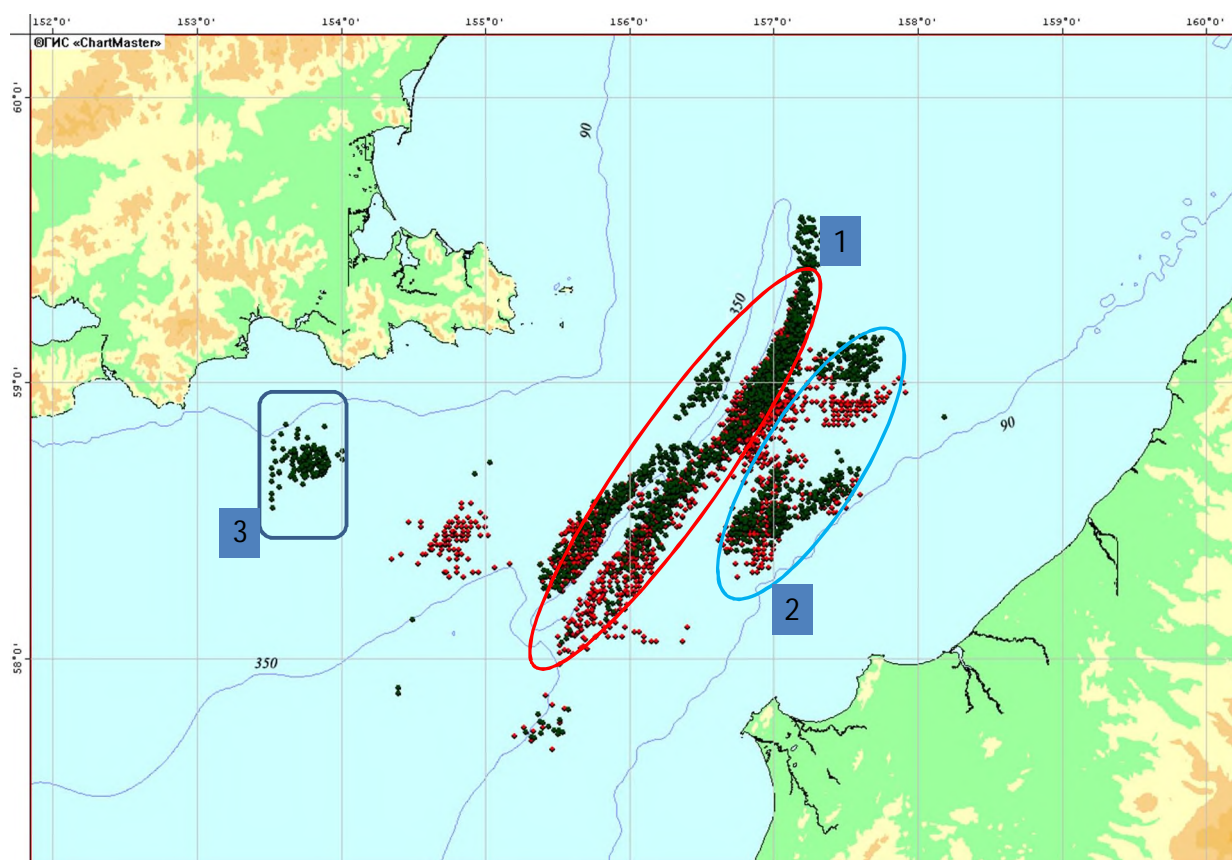


Рис. 2. Дислокация добывающего флота на промысле синего краба в зал. Шелихова Западно-Камчатской подзоны в 2023 (красным) и 2024 (зеленым) гг. (обозначения – в тексте).

В сравнении с 2017 г., результаты учетных работ 2019 г. показали достаточно заметное увеличение численности промысловых самцов, в то время как этот же показатель для самцов непромыслового размера (пополнения) снизился (*табл. 2*). В 2020 г. рост численности промысловых самцов сменился значительным снижением, тогда как количество ближайшего пополнения несколько возросло. По результатам учетных работ 2021 г., количество промысловых самцов и пререкрутов II несколько выросло, а численность ближайшего пополнения (пререкрутов I) – снизилась.

Согласно представленным в *таблице 2* данным о численности, в последние пять лет отмечаются низкие значения этого показателя для всех групп ближайшего и дальнего пополнения промыслового запаса.

Таблица 2

Межгодовая динамика численности синего краба ,
по данным учетных ловушечных съемок, млн экз.

Год	Промысловые самцы	Пререкруты		Молодь	Самки	Площадь работ, км ²	Плотность промысловых самцов, тыс. экз./км ²
		I порядка	II порядка				
2011	7,415	3,330	3,555	7,162	11,698	5300	1,40
2012	7,312	3,816	2,948	5,662	0,642	4870	1,50
2013	13,330	5,810	4,050	4,140	25,190	13245	1,01
2014	12,506	5,533	3,657	4,128	24,989	15656	0,80
2015	13,381	5,055	3,589	2,955	9,315	15605	0,86
2017	9,510	1,761	1,120	1,420	12,699	17881	0,53
2019*	4,182	0,749	0,322	0,156	2,356	7621	0,55
	11,519	1,804	0,763	0,530	8,596	17599	0,65
2020	7,416	2,529	1,423	2,059	6,854	19729	0,38
2021**	6,464	1,311	0,665	0,474	1,238	10419	0,62
	8,066	1,774	1,606	1,641	4,346	26769	0,30
2022	24,821	8,396	7,889	13,922	22,774	40820	0,61
2023	6,831	1,497	1,167	1,587	5,857	24777	0,28

* – данные зимней и весенней учетной съемок;

** – данные зимней и осенней учетной съемок

Поскольку площадь исследований значительно варьировала по годам, в качестве одного из индексов, характеризующих состояние запаса, посчитали целесообразным использовать не только абсолютные оценки численности по результатам ловушечных съемок, но и среднюю плотность распределения краба на единицу площади. Очевидно, что индекс плотности промысловых самцов в последние несколько лет, по данным всех семи учетных съемок 2017-2022 гг., сравнительно низок и значительно уступает этому показателю в период его высоких значений в 2011-2015 гг. В последнее десятилетие прослеживается общая тенденция снижения индекса плотности промысловых самцов, при этом, несмотря на максимальную учетную численность в 2022 г., он продолжал находиться на стабильно невысоком уровне, сопоставимом с данными весенней съемки 2019 г. и зимней съемки 2021 г. (*рис. 3*). Вместе с тем, обращают на себя внимание полученные по итогам съемки 2022 г. максимальные оценки численности и плотности распределения молоди самцов синего краба, которая в ближайшие годы пополнит численность пререкрутов, что в дальнейшем должно привести к росту промыслового запаса.

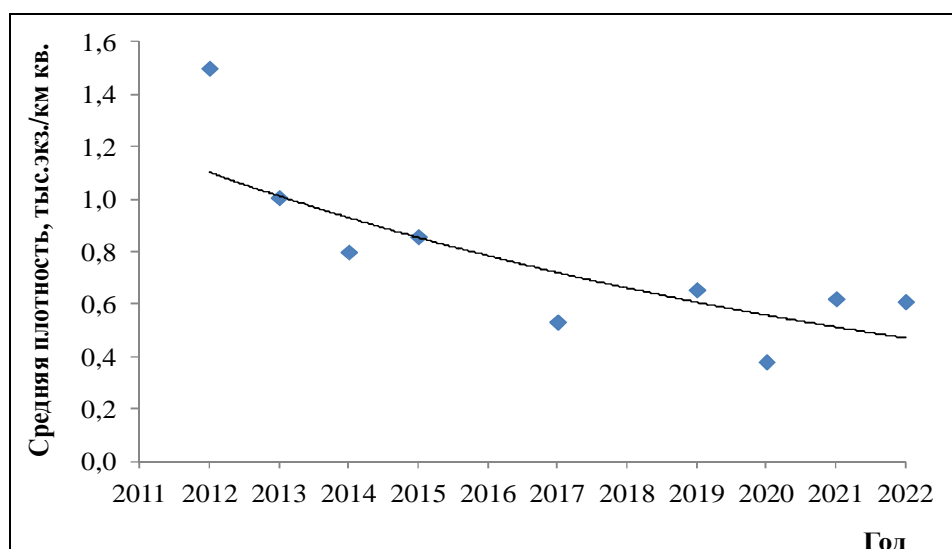


Рис. 3. Межгодовая динамика индекса плотности распределения промысловых самцов синего краба в Западно-Камчатской подзоне по данным учетных съемок в 2012–2022 гг.

Полученные в 2023 г. на НИС «Зодиак» результаты по всем параметрам очень близки к таковым по итогам учетных работ на этом же судне в 2021 г. (табл. 2, 3). Вместе с тем, в сравнении с учетными работами 2022 г., количественные оценки осенью 2021 и 2023 гг. следует считать нерепрезентативными.

Величины уловов самцов за последние годы, по данным учетных работ, представлены в таблице 3. Они находятся в прямой связи со снижением индекса плотности распределения промысловых самцов и численности всех функциональных групп. Вместе с тем, по итогам исследований 2022 г., средний суточный улов самцов всех функциональных групп находился на сравнительно высоком уровне.

Таблица 3

Межгодовая динамика уловов синего краба по данным учетных ловушечных съемок

Год		Улов, экз./лов./сут.		
		Промысловые самцы	Пререкруты I	Пререкруты II
2014		6,7	2,4	1,6
2015		7,6	2,4	1,7
2017		4,3	0,7	0,5
2019	зима	7,3	1,4	0,7
	весна	8,5	1,3	0,5
2020		3,5	1,0	0,6
2021	зима	4,8	1,0	0,5
	осень	2,4	0,6	0,5
2022		5,2	1,8	1,6
2023		2,3	0,5	0,4

По данным промышленного лова в январе 2019 г., среднесуточный улов промысловых самцов составил, в среднем для двух судов – 10,2 экз./лов. (максимум – 31,2 экз./лов.), а в мае того же года – 14,1 экз./лов. (максимум – 35,8 экз./лов.) (табл. 4). Весной 2020 г. показатели уловов промысловых самцов на ловушку оставались на сравнительно высоком уровне – 11,4 экз., достигая максимальных суточных значений – 28,7 экз./лов. В январе 2021 г.

как средний, так и максимальный суточный уловы промысловых самцов существенно снизились (8,7 и 14,0 экз., соответственно), а непромысловых, в целом, увеличились. Результаты мониторинга промысла в марте 2022 г. показали значительный рост среднего и максимального суточных уловов промысловых самцов (20,6 и 28,3 экз., соответственно), при стабильности показателей сравнительно высоких уловов непромысловых самцов. Средний и максимальный суточные уловы промысловых самцов в 2023 г. хоть и несколько снизились, составив 13,7 и 24,0 экз./лов., соответственно, но продолжали оставаться на сравнительно высоком уровне, превышающем среднегодовое (с 2014 г.) значение – 11,0 экз./лов. Результаты мониторинга промысла в 2024 г. продемонстрировали значительный рост уловов всех функциональных групп самцов синего краба, при этом их значения оказались максимальными на современном этапе наблюдений.

Таблица 4

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

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

Размерный состав самцов в уловах в течение пяти лет исследований, вплоть по 2023 г., изменялся мало: от 52 до 68% (в среднем – 59%) промысловых самцов в эти годы были представлены особями с ШК 130-155 мм (рис. 4). В районе научного мониторинга промысла осенью 2024 г. доля промысловых самцов в уловах была ниже (47%), чем в предыдущие годы исследований. Средний размер и масса промысловых самцов остаются сравнительно стабильными (табл. 5).

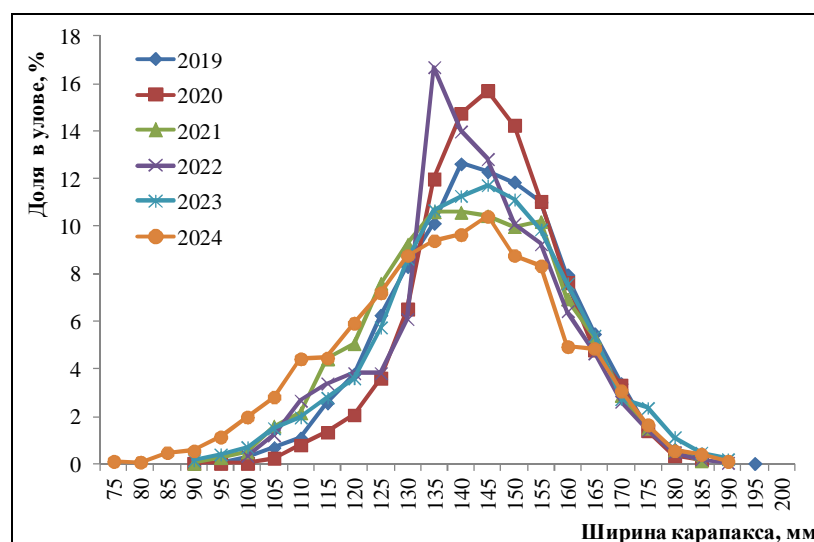


Рис. 4. Размерный состав самцов синего краба в Западно-Камчатской подзоне по данным, полученным в режиме мониторинга промысла.

Таблица 5

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

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

В последние годы в уловах учетных и промысловых порядков всегда преобладали самцы синего краба промыслового размера (рис. 5), при этом, их доля в уловах промысловых порядков составляла в среднем 76%, в учетных – 65%. В целом, соотношение размерных группировок самцов в обоих случаях сходно, за исключением доли молоди, которая значительно выше в учетных орудиях лова. Ловушечные съемки проводятся на обширной площади и нацелены на учет всех функциональных групп самцов, в том числе будущего пополнения промзапаса, тогда как промысел осуществляется на локальных участках, с преобладанием промысловых самцов.

При анализе качественного состава уловов самцов синего краба, по данным учетных ловушечных съемок, обращает на себя внимание сравнительно высокая доля дальнего пополнения (молодь и пререкруты II) в 2022 и 2023 гг. Кроме того, в 2024 г. в уловах промысловых порядков зафиксировано необычно большое относительное количество самцов с ШК менее 120 мм. Вышеуказанные обстоятельства можно рассматривать в качестве положительной тенденции в части существующего потенциального пополнения промыслового запаса.

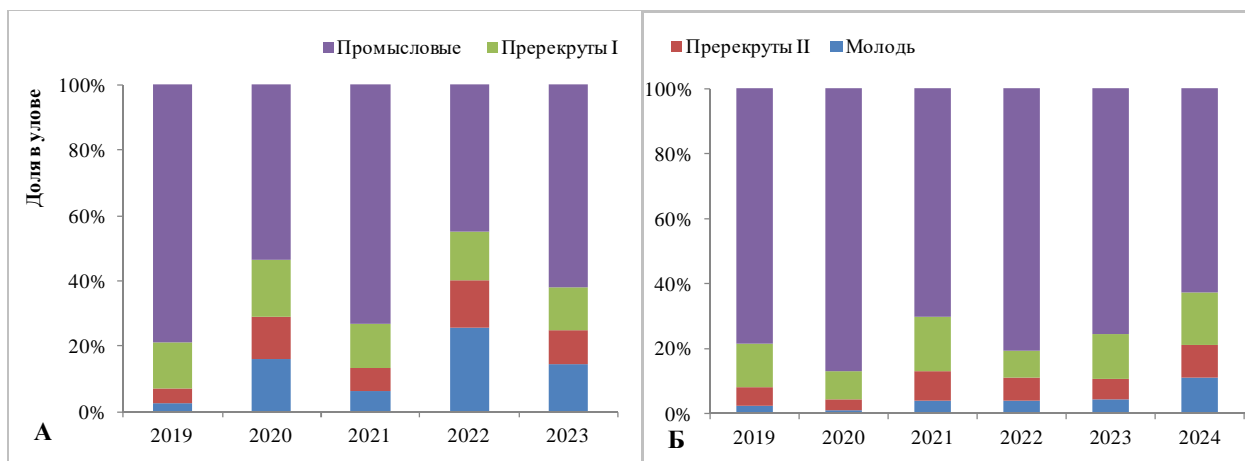


Рис. 5. Состав уловов самцов синего краба в Западно-Камчатской подзоне по данным учетных ловушечных съемок (А) и данным мониторинга промысла (Б).

По модельным оценкам, численность промысловых самцов на начало 2024 г. оценивается на уровне 17,52 млн экз., биомасса – 29,78 тыс. т (рис. 6, 7). Вероятность того, что оценка биомассы промыслового запаса на начало 2024 г. ниже граничного ориентира, составляет 0%, ниже целевого ориентира – 76,0%.

Результаты модельных оценок, в сравнении с данными ловушечных съемок и уловами на усилие, представлены на рисунке 6.

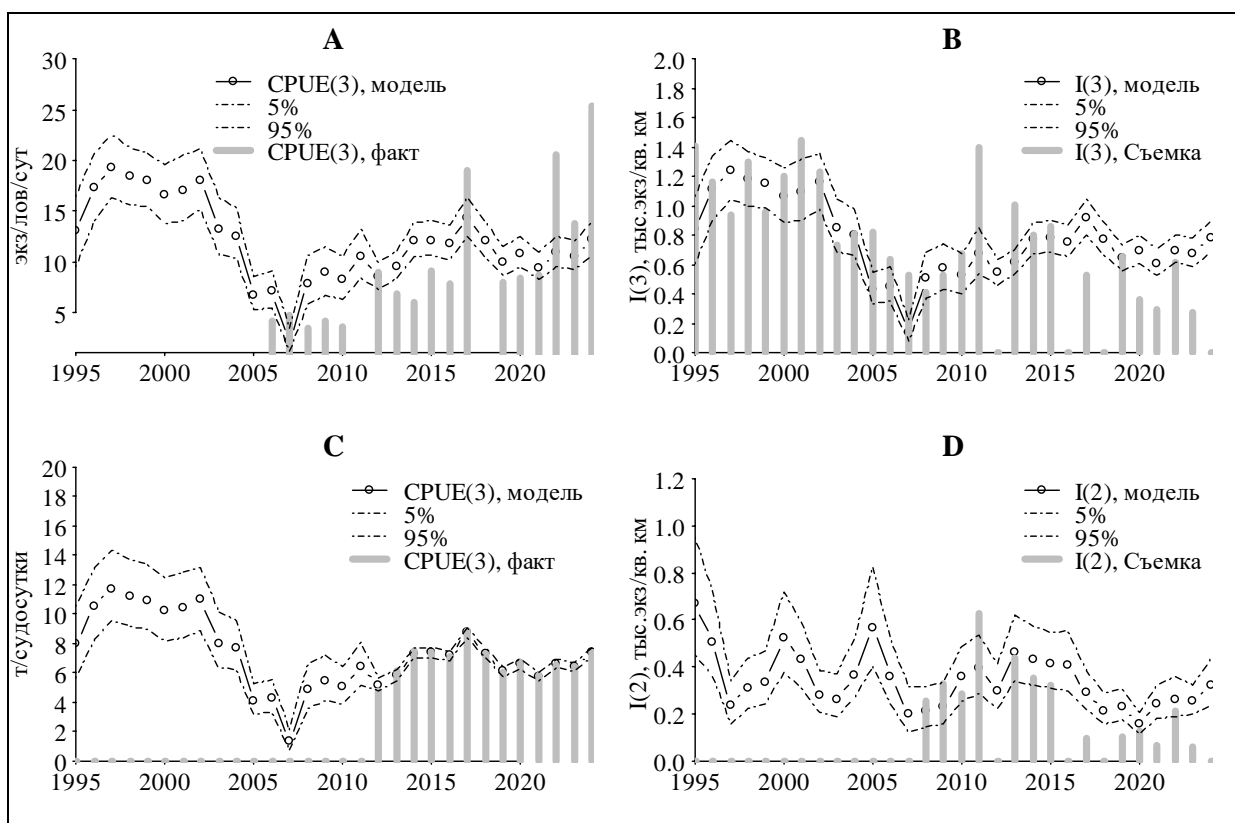


Рис. 6. Исходные и отфильтрованные данные мониторинга (А) и промысловой статистики (С) об уловах на усилие, учетных ловушечных съемок о плотности промысловых самцов (В) и пререкрутов I (D) синего краба в Западно-Камчатской подзоне. Пунктирные линии показывают 90% доверительные интервалы.

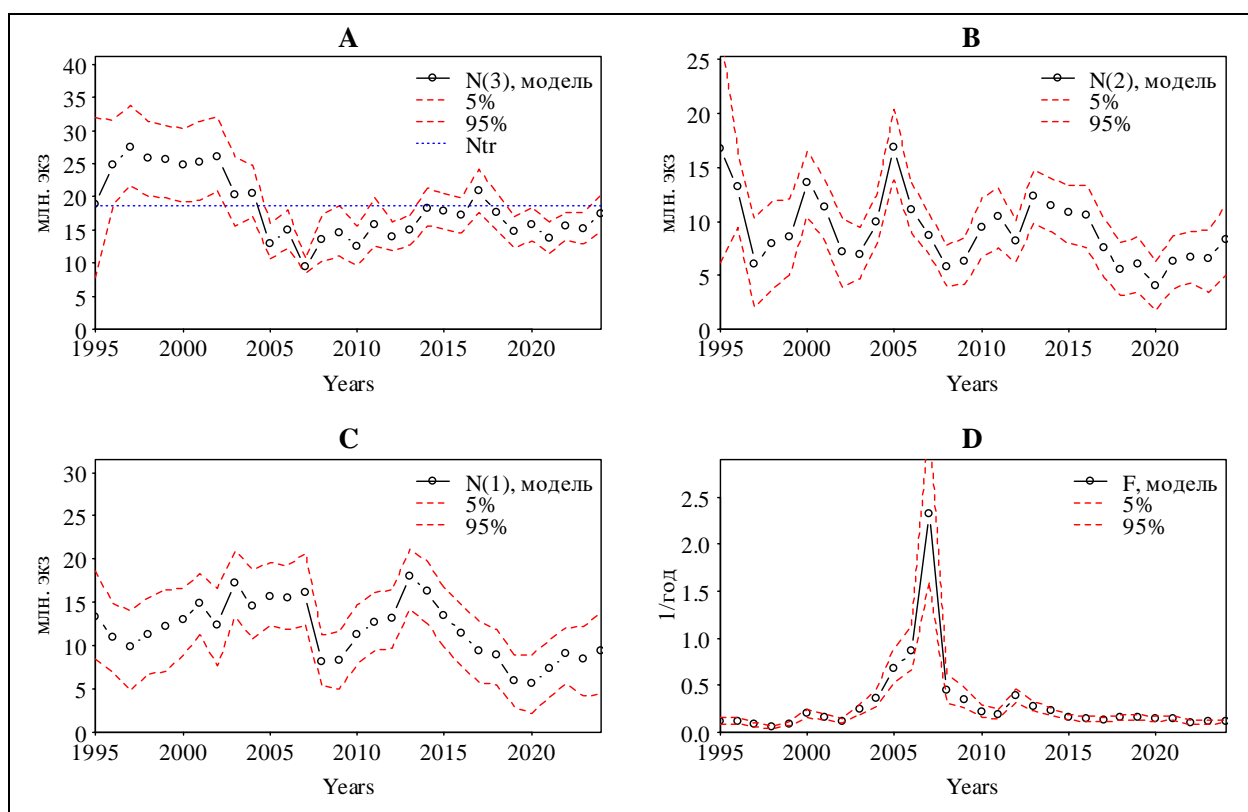


Рис. 7. Численность промысловых самцов (А), пререкрутов I (В) и пререкрутов II (С), и коэффициенты промысловой смертности (D) синего краба в Западно-Камчатской подзоне. Пунктирные линии показывают 90% доверительные интервалы

Определение биологических ориентиров. Оценки некоторых целевых и граничных биологических ориентиров для зонального правила регулирования промысла (ПРП) были определены в обосновании ОДУ синего краба на 2024 г. и представлены в *таблице 6*. В настоящем обосновании ориентиры не изменились.

Таблица 6

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

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

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

Соответствующий целевой ориентир по биомассе промысловых самцов B_{tr} легко определить по кривой равновесной промысловой биомассы на пререкрута (*рис. 8*).

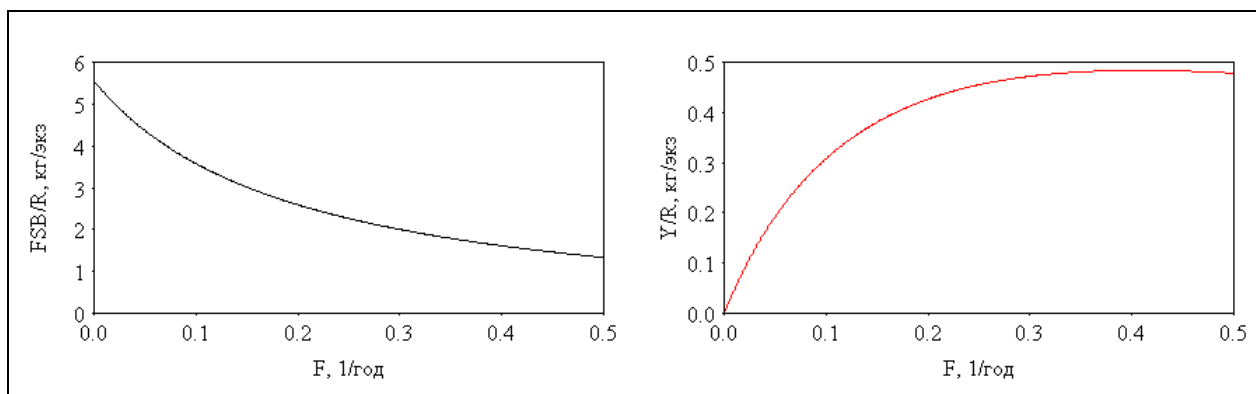


Рис. 8. Кривые равновесной биомассы промысловых самцов (слева) и равновесного улова (справа) на пререкрута.

При численности пререкрутов на среднесноголетнем уровне (12,18 млн экз.) и средней массе промысловых самцов 1,7 кг, он составит 31,2 тыс. т (18,7 млн экз.). Формула для нахождения значений равновесной промысловой биомассы на пререкрута имеет вид:

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

Обоснование правил регулирования промысла. Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках «предосторожного» подхода к управлению промысловыми запасами [Бабаян, 2000], обосновали ПРП синего краба, цель которого – поддержание запаса на уровне высокой продуктивности B_{tr} и последующая его эксплуатация на этом уровне с постоянной интенсивностью промысла F_{tr} . Схема ПРП представлена на рисунке 9.

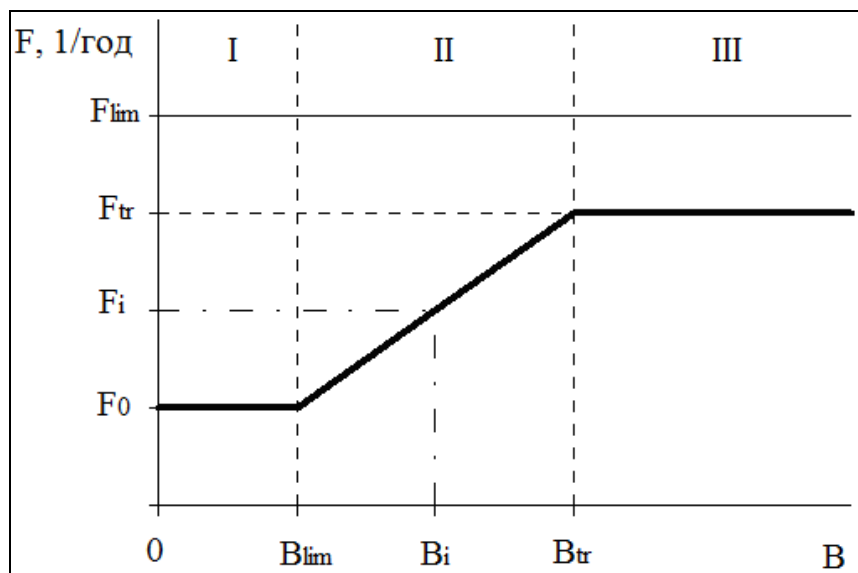


Рис. 9. Схема правила регулирования промысла.

Аналитическая форма ПРП имеет вид:

$F_{rec_i} = 0$, при $B_i < B_{lim}$,

$F_{rec_i} = (F_{tr} - F_0)(B_i - B_{lim}) / (B_{tr} - B_{lim}) + F_0$, при $B_{lim} < B_i < B_{tr}$, $F_0 = 0$,

$F_{rec_i} = F_{tr} = \text{const}$, при $B_i > B_{tr}$.

Прогнозирование состояния запаса. Для прогнозирования состояния запаса использованы те же значения мгновенных коэффициентов естественной смертности, что и в ретроспективе. Коэффициент промысловой смертности промысловых самцов в 2025 г. (медианная оценка – 0,117 год⁻¹) приняли равным утвержденному ОДУ (3,184 тыс. т). В качестве величины пополнения на прогнозный период приняли среднегодовую численность пререкрутов, «зашумленную» с учетом логнормального распределения ошибки параметров (медиана – 11,73 млн экз.). В качестве стартовых значений использовали «зашумленную» численность функциональных групп в терминальном году. Далее, численность функциональных групп на 2 года вперед оценивали по формулам используемой модели динамики численности функциональных групп:

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

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

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

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

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

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

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

Затем провели статистическую обработку полученной выборки.

На начало 2026 г. прогнозная медианная оценка численности промысловых самцов синего краба, согласно расчетам по указанным формулам, составит 18,72 млн экз., биомасса – 31,83 тыс. т. Вероятность того, что биомасса промыслового запаса на начало 2026 г. окажется ниже целевого ориентира, составляет 48,9%, ниже граничного ориентира – 0%.

Таким образом, по модельным оценкам, в течение ближайших двух лет численность промысловых самцов синего краба на шельфе Западной Камчатки незначительно вырастет.

Обоснование объема ОДУ. Полученное значение промысловой биомассы соответствует области эксплуатации восстановленного запаса (см. режим III на рисунке 9). Согласно ПРП, медиана рекомендуемого значения доли изъятия для промысловых самцов синего краба западно-камчатского шельфа в 2026 г. составит 16,3% от величины промыслового запаса.

Величину вылова промысловых самцов синего краба западно-камчатского шельфа на i -й прогнозный год рассчитывали по формуле:

$$C_{i,3} = N_{i,3} E_i; \quad E_i = \frac{F_{reci,3}}{(F_{reci,3} + M_{i,3})} (1 - \exp(-(F_{reci,3} + M_{i,3})))$$

где F_{reci} – рекомендуемое значение интенсивности промысла, а E_i – доля изъятия в i -й прогнозный год.

Статистические характеристики оценки биомассы промыслового запаса и возможного вылова синего краба шельфа Западной Камчатки в 2026 г.

представлены на *рисунке 10* и в *таблице 7*. Медианная оценка возможного вылова составила 5,188 тыс. т.

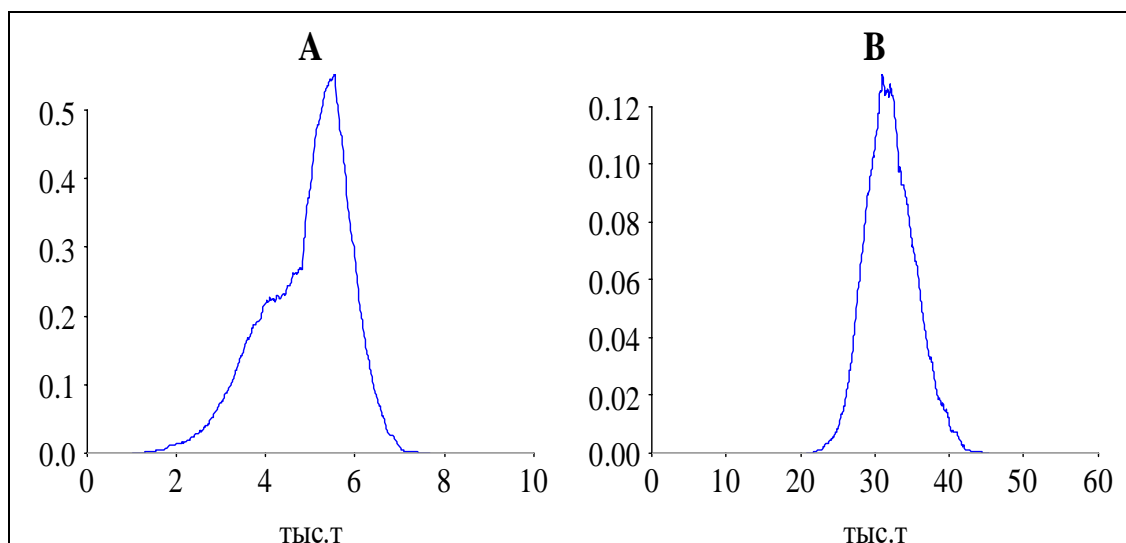


Рис. 10. Плотность распределения величины возможного вылова(А) и промысловой биомассы (В) синего краба в Западно-Камчатской подзоне в 2026 г.

Таблица 7

Статистические характеристики оценки биомассы промыслового запаса (FSB), доли изъятия (Е) и возможного вылова (С) синего краба шельфа Западной Камчатки в 2026 г.

	2,5%	5%	25%	Median	75%	95%	97,5%	Mean	SE
FSB, тыс. т	26,387	27,204	29,855	31,830	34,248	37,927	38,758	32,103	3,232
С, тыс. т	2,865	3,185	4,304	5,188	5,582	6,182	6,318	4,927	0,936
Е, %	10,86	11,71	14,42	16,3	16,3	16,3	16,3	15,21	1,68

Согласно методическому руководству «Правила регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов», изменение величины ОДУ синего краба, со статусом запаса «восстанавливающийся», возможно не более чем на 30% от уровня предыдущего года (3,184 тыс. т), что составит 4,139 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба синего в Западно-Камчатской подзоне на 2026 г. в объеме 4,139 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов. Важным этапом тестирования стратегии управления является оценка вероятности того, что в долгосрочной перспективе (10 лет вперед) биомасса промыслового запаса синего краба шельфа Западной Камчатки не опустится ниже граничного ориентира по биомассе V_{lim} при заданном постоянном темпе эксплуатации. В рамках статистического имитационного моделирования методом Монте-Карло эта вероятность была оценена (*рис. 11*). При интенсивности промысла в течение 10 лет на уровне целевого ориентира F_{tr} , риск перелова по пополнению не превышает рекомендованный уровень $\alpha = 0,1 - 0,2$ [Бабаян, 2000], а вероятность превышения целевого ориентира по промысловой биомассе через 10 лет составляет 39,5%.

На *рисунке 12* представлены результаты моделирования динамики запаса на длительный период времени (10 лет) при средней за последние 10 лет величине пополнения и рекомендуемой, согласно ПРП, интенсивности изъятия. Так, при сделанных предположениях относительно пополнения и уровне изъятия в соответствии с установленным ПРП, промысловый запас синего краба после 2024 г. с 95% вероятностью не выйдет за биологически безопасные границы и будет находиться вблизи уровня высокой продуктивности (целевого ориентира).

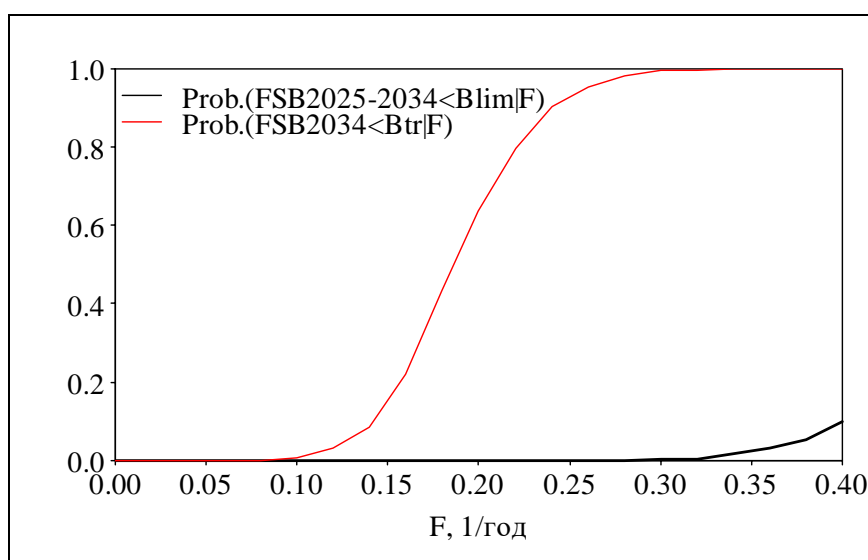


Рис. 11. Вероятность падения промысловой биомассы синего краба Западно-Камчатской подзоны ниже граничного ориентира.

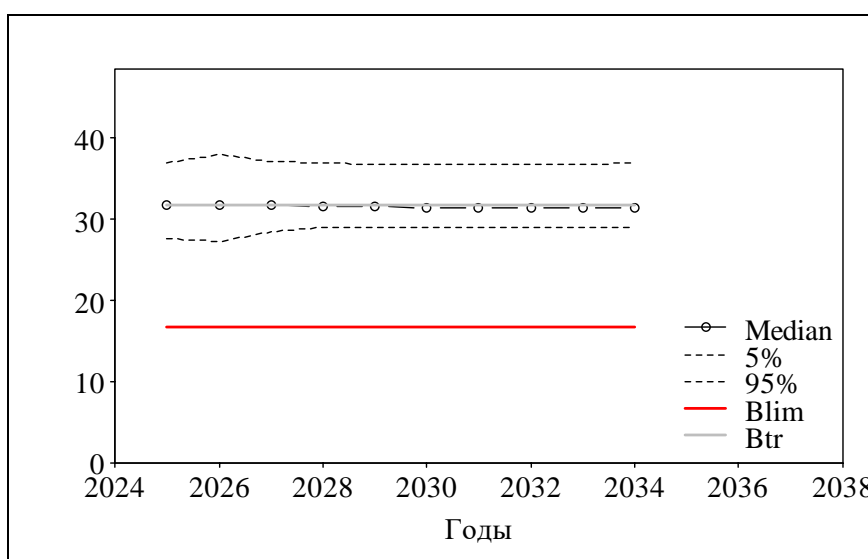


Рис. 12. Модельная динамика биомассы промыслового запаса синего краба Западно-Камчатской подзоны, при рекомендуемой согласно ПРП интенсивности изъятия

Краб синий (*Paralithodes platypus*)

61.05 – зона Охотское море

61.06.2 – подзона Восточно-Сахалинская

Исполнитель: Д.В. Слепченко (СахНИРО)

Куратор: С.И. Моисеев (ВНИРО)

Анализ информационного обеспечения. Для прогнозирования состояния запаса синего краба на 2026 г. выполнена оценка многолетней динамики состояния запаса краба у северо-восточного Сахалина. Были использованы данные траловых учетных съемок, выполненных на НИС «Дмитрий Песков» и «Профессор Пробатов» в 1997-2007, 2010, 2012, 2014, 2019 (183 станции) и 2021 гг. (50 станций) (рис. 1). Всего при выполнении научно-исследовательских работ по изучению запаса синего краба восточного Сахалина было взято на биологический анализ и промерено порядка 45 000 экз., проанализировано 8500 тралений. Также были использованы данные ловушечной съемки 2016 г. и информация о промышленном освоении этой единицы запаса из базы данных ОСМ «Росрыболовство» за 2003-2024 гг.

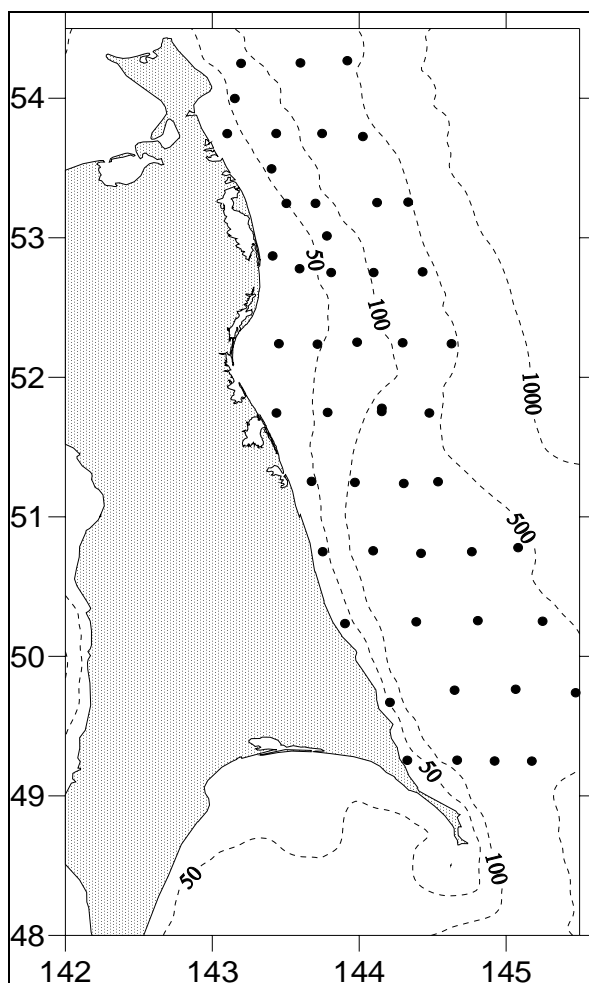


Рис. 1. Карта-схема расположения траловых станций на восточном шельфе о. Сахалин в сентябре-ноябре 2021 г.

В целом, структура и качество доступного материала для данной единицы запаса соответствуют III уровню информационного обеспечения (прил. 1 к Приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.).

Обоснование метода выбора оценки запаса. В 2012 г. оценку текущего запаса выполнили по данным ресурсных исследований, с использованием модели Лесли с фильтром Калмана [Михеев, Михеев, 2007]. По данным траловой съемки, для вычисления значений индекса численности синего краба, между станциями применяли интерполяцию методом «kriging» [Keckler, 1994; Wackernagel, 1995]. В 2015 г. по результативным станциям был ооконтурен полигон площадью 127 км². Исходя из средней плотности особей на полигоне, вывели коэффициент перевода величины уловов на судосутки в плотность на км², после чего выполнили интерполяцию суточных уловов промысловых судов и оценили промысловый запас.

По данным ловушечной съемки 2016 г. осуществили оценку численности и биомассы синего краба с использованием ГИС «КартМастер». Площадь эффективного облова ловушки оценили по данным работ на промысловых скоплениях в мае и декабре 2016 г., методом полигонов, с использованием модели ОМЛ ФК [Михеев, Михеев, 2007] и предосторожного подхода [Бабаян, 2000].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Прогнозируемой единицей запаса является популяция синего краба, обитающая на восточном шельфе о. Сахалин от 46° до 54° с.ш. и прилегающих участках склона, в диапазоне глубин 10-400 м. Площадь местообитания данной популяции составляет примерно 65 тыс. км². В нее входит 30-мильная природоохранная зона у о. Тюлений площадью порядка 10 тыс. кв. км, где промышленный лов запрещен. Севернее 50° с.ш., а также в зал. Терпения и южнее (до 46° с.ш.) синий краб почти не встречается.

Промысел синего краба на восточном шельфе о. Сахалин, начавшись в 1993 г. в виде контрольного лова, набрал силу к 1997 г. (рис. 2). Период с 1997 по 2001 гг. был характерен интенсивной и плохо управляемой промысловой нагрузкой на запас. Увеличение уловов на ловушку в период 1993-1998 гг., вероятнее всего, совпало по времени с нарастанием промысловых усилий, и не было связано с изменением индекса запаса. Спад уловов на ловушку в 1999-2003 гг., вероятно, являлся следствием снижения запаса. В 2005 г. в районе мониторинга ловилось много молоди, а промысловых особей было особенно мало. Затем, в 2008 г. улов вырос почти до 3 экз./лов. По данным промысловой статистики, в 2011 г. средний улов промысловых самцов синего краба составлял 0,73 экз. на ловушку, в 2012 г. незначительно увеличился – до 0,97 экз., а в 2013 г. составил 0,65 экз. на ловушку. Начиная с 2015 г. наблюдается последовательное увеличение этого параметра. Таким образом, для исследуемого запаса удельный улов на ловушку демонстрирует заметную изменчивость. В период наблюдений рассматриваемый индикатор изменялся в пределах 0,35-4,05 экз./лов., в зависимости от уровня численности запаса. В 2021 г. улов промысловых самцов на ловушку значительно увеличился и составил 2,3 экз.

Наибольший вылов за указанный отрезок времени достиг, по официальным данным, отметки в 288,6 т в 2000 г. (рис. 2). Резкое снижение вылова в 2001 г. совпало с введением платных аукционов за водные биоресурсы, когда из-за несовершенства системы ценообразования количество легальных добывающих организаций резко сократилось. В результате, к 2003 г. интерес к добыче синего краба заметно спал, поскольку размеры выделяемых квот не покрывали реальных производственных издержек и толкали краболовов на путь браконьерства. В последние годы процесс распределения и освоения ресурсов синего краба на восточном шельфе о. Сахалин вошел в фазу рационализации промысла. Если ранее добывающие организации были заинтересованы скрывать истинный вылов, занижая его объемы, то в нынешних условиях стало выгоднее показывать полное освоение выделенных квот.

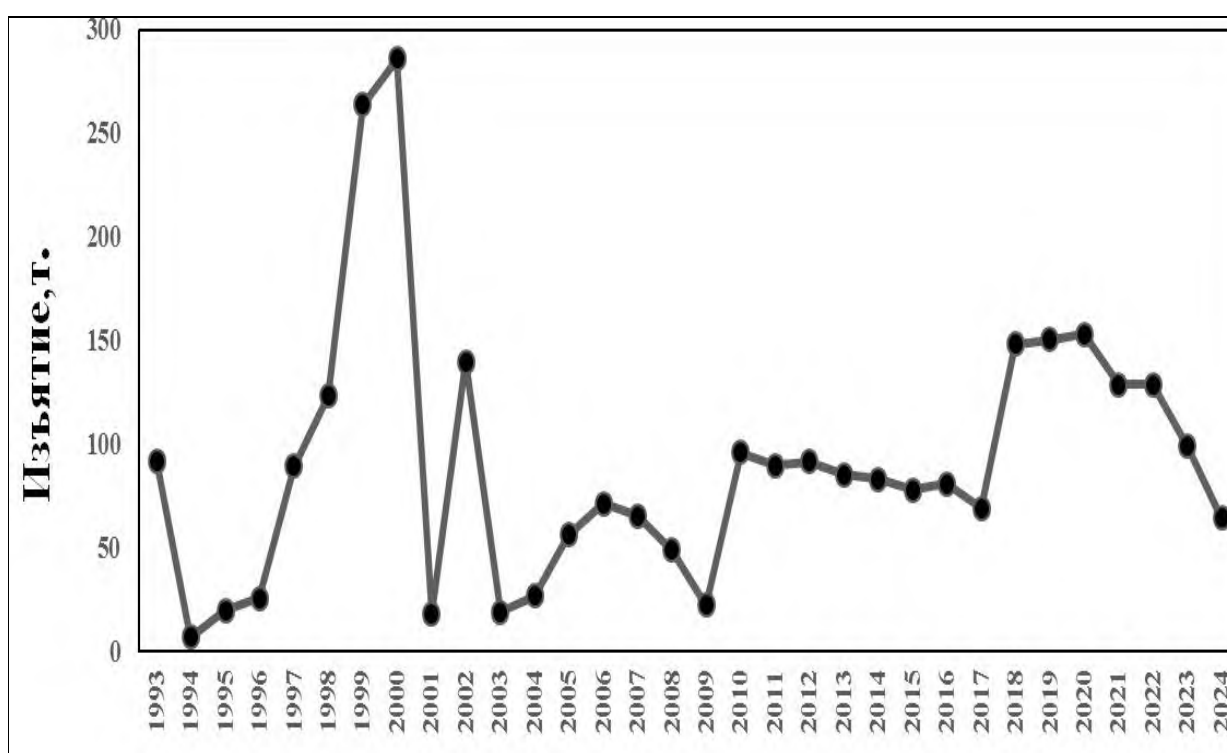


Рис. 2. Годовой вылов синего краба на восточном шельфе о. Сахалин в 1993–2024 гг.

Динамика уловов на судосутки промысла за период с 2003 по 2024 гг. на судах типа СРТМ, по данным промысловой статистики, характеризуется периодами высоких (2007, 2016, 2018-2024 гг.) и низких (2003-2004, 2006, 2009 гг.) значений. В 2017 году данный показатель составлял 1,64 т. Максимум среднесуточный улов достигал в 2018 году – 3,17 т, в 2019 году он составил 2,19 т, в 2020 году – 2,77 т, в 2021 году – 2,35 т, в 2022 году – 2,7 т, в 2023 году – 2,1 т, в 2024 году – 1,73 т (рис. 3).

Динамика освоения объемов ОДУ в 2013-2022 гг. составляла более 95% и уменьшилась в в 2023-2024 гг. (табл. 1). Уменьшение улова в 2024 году, прежде всего, связано со сменой квотодержателя и недостаточным техническим обеспечением промысла.

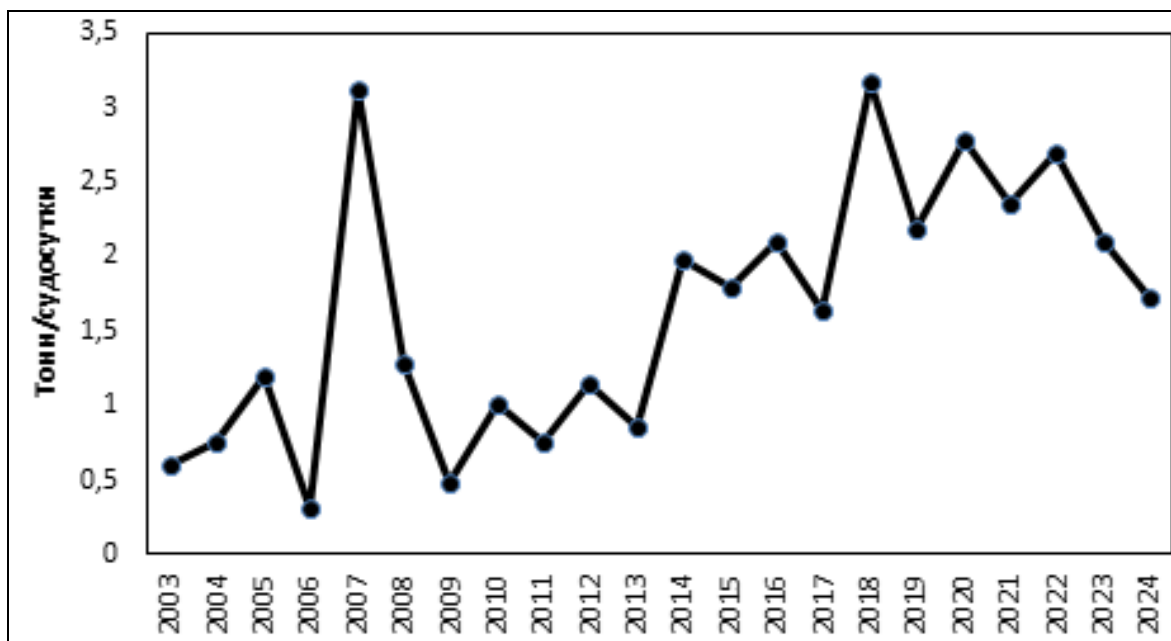


Рис. 3. Динамика средних уловов на судосутки промысла синего краба у восточного Сахалина в период 2003-2024 гг., на судах типа СРТМ, по данным ИС «Рыболовство».

Таблица 1

Динамика освоения величины ОДУ синего краба в 2013-2024 гг.

Годы	ОДУ, т	Вылов, т	Освоение ОДУ, %
2013	90	85,6	95%
2014	95	83,2	87%
2015	85	78,1	91%
2016	85	81,1	95%
2017	85	69,1	81%
2018	154	148,0	96%
2019	154	150,0	97%
2020	154	153,0	99%
2021	130	129,0	99%
2022	130	129,1	99%
2023	130	99,1	76%
2024	130	64,4	49%

По данным траловой съемки 2012 г., выполненной у северо-восточного Сахалина, были рассчитаны промысловая численность и биомасса синего краба. На площади 3 755 кв. миль численность синего краба составила 1,149 тыс. экз. Его промысловая численность, по данным учетной съемки, была оценена в 647 тыс. экз., а биомасса промыслового запаса – в 1206 т. Траловые съемки в Восточно-Сахалинской подзоне, выполненные в последующие годы, не были результативными в отношении синего краба.

Съемка 2021 г. показала распределение значительных скоплений особей синего краба у восточного Сахалина. На *рисунке 4* представлено распределение промысловых самцов синего краба. Оцененная величина промыслового запаса, по результатам съемки 2021 г., составила 1440 тонн, при средней массе промысловых самцов в 2,312 кг численность промысловых самцов составляет 623 тыс. экз.

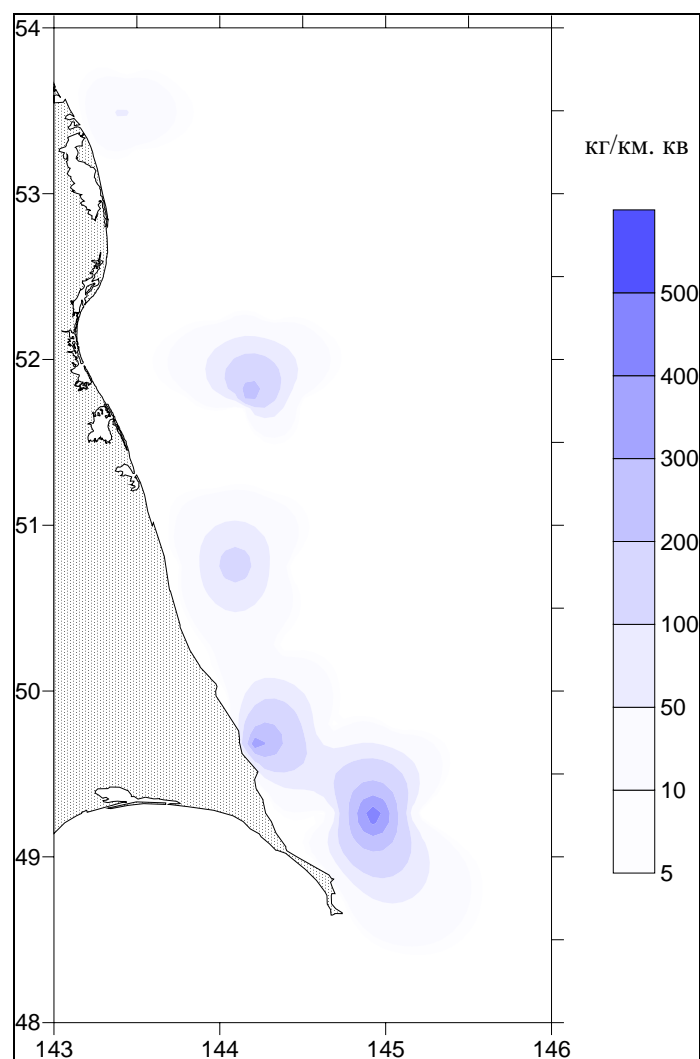


Рис. 4. Карта-схема распределения промыслового запаса синего краба на восточном шельфе о. Сахалин, по результатам траловой съемки, выполненной в сентябре-ноябре 2021 г.

Оценка запаса по материалам ловушечных съемок зависит от эффективной площади облова ловушки, которая, в свою очередь, определяется множеством факторов как биологического, так и гидрологического характера. Для оценки эффективной площади облова ловушки для синего краба у побережья восточного Сахалина использовали метод истощения запаса. Ранее использовали программу ОМЛ ФК (обобщенная модель Лесли с фильтром Калмана), позволяющую учитывать неконтролируемую промыслом динамику численности на скоплении (миграции, нелегальное изъятие и т. д.).

По материалам, полученным специалистами ВНИРО в декабре 2016 г., численность промысловых самцов на полигоне площадью 53 км² составила 57 859 экз. (рис. 5). Плотность скоплений на полигоне оценена величиной $1,1 \times 10^{-3}$ экз./м². Разделив на неё средний удельный улов, составивший в декабре 2016 г. 7,8 экз./лов., получили усредненное значение для площади, с которой обловлены особи – 7145 м².

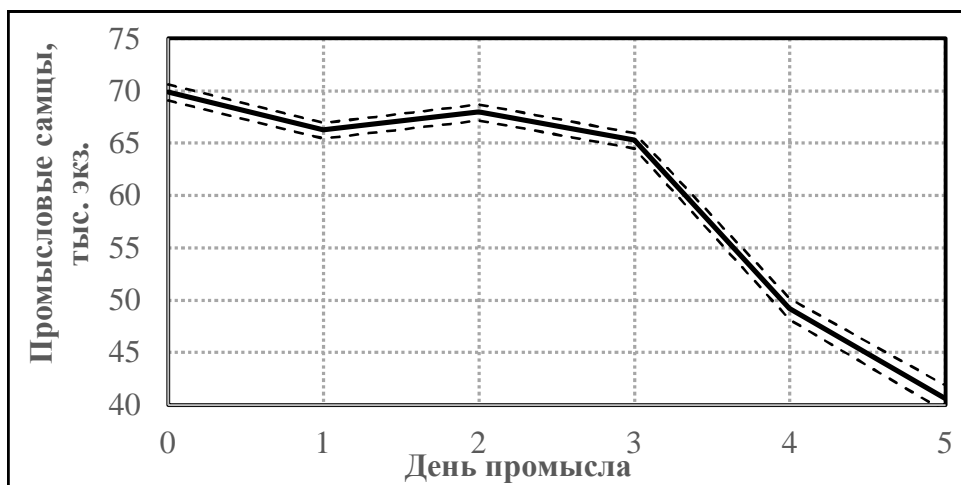


Рис. 5. Динамика численности промысловых самцов на полигоне у восточного побережья о. Сахалин 14–19 декабря 2016 г.; по результатам применения модели ОМЛ ФК.

По результатам мониторинга промысла в ноябре 2017 г., численность промысловых самцов синего краба на выделенном полигоне изменялась от 146,2 до 160,8 тыс. экз., средняя численность промысловых самцов, находившихся в этот период на полигоне, оценена величиной 154,976 тыс. экз., или 265 т (табл. 2, рис. 6).

Таблица 2

Баланс численности синего краба на полигоне на восточном шельфе о. Сахалин 7-21 ноября 2017 г., по результатам применения модели ОМЛ ФК, тыс. экз.

Начальный запас	Стат. ошибка запаса	Общий вылов	Вклад неучтенных факторов	Прогноз остатка запаса	Ошибка прогноза
160,834	1,240	16,522	-0,0004	146,211	0,032

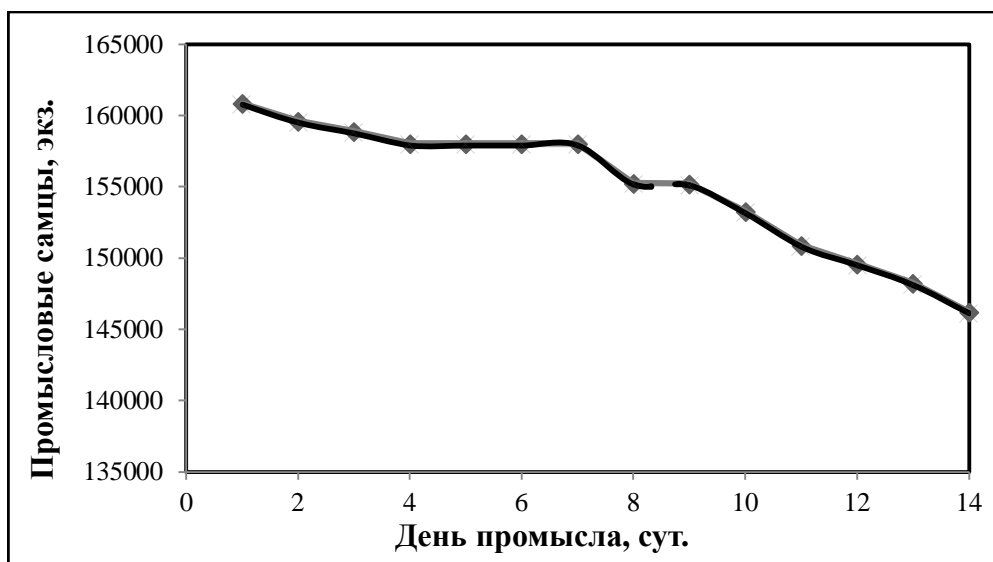


Рис. 6. Динамика численности промысловых самцов на полигоне у восточного побережья о. Сахалин 7-21 ноября 2017 г.; по результатам применения модели ОМЛ ФК.

Площадь, на которой проводили наблюдения на промысле в 2017 г., существенно меньше, чем в 2015 и 2016 гг., поэтому данная оценка не

отражает численности промысловых самцов краба, обитающих в пределах всей промысловой станции. По этой причине она не использована для оценки промысловой численности самцов синего краба. Однако, эти данные говорят о постепенном восстановлении запаса краба, о чем свидетельствует и многолетняя динамика величины уловов на ловушку (рис. 7).

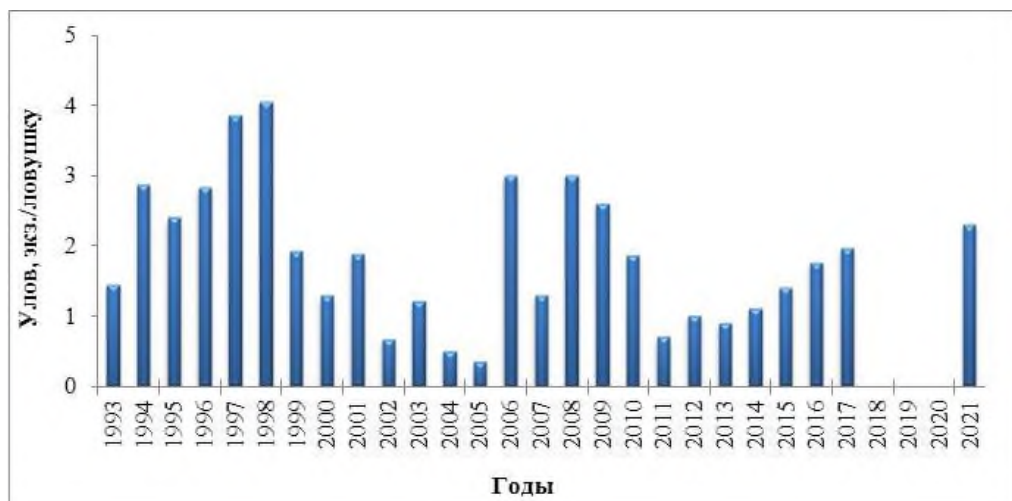


Рис. 7. Динамика средних уловов на ловушку синего краба у восточного Сахалина в период 1993-2021 гг., по данным наблюдений.

Используя усредненную величину площади облова ловушки в ноябре 2016 г. – 7 423 м², оценен запас синего краба по результатам ловушечной съемки, выполненной в ноябре 2016 г. (рис. 8). Оценка запаса в ноябре 2016 г. составила 443 тыс. экз. или 731 т.

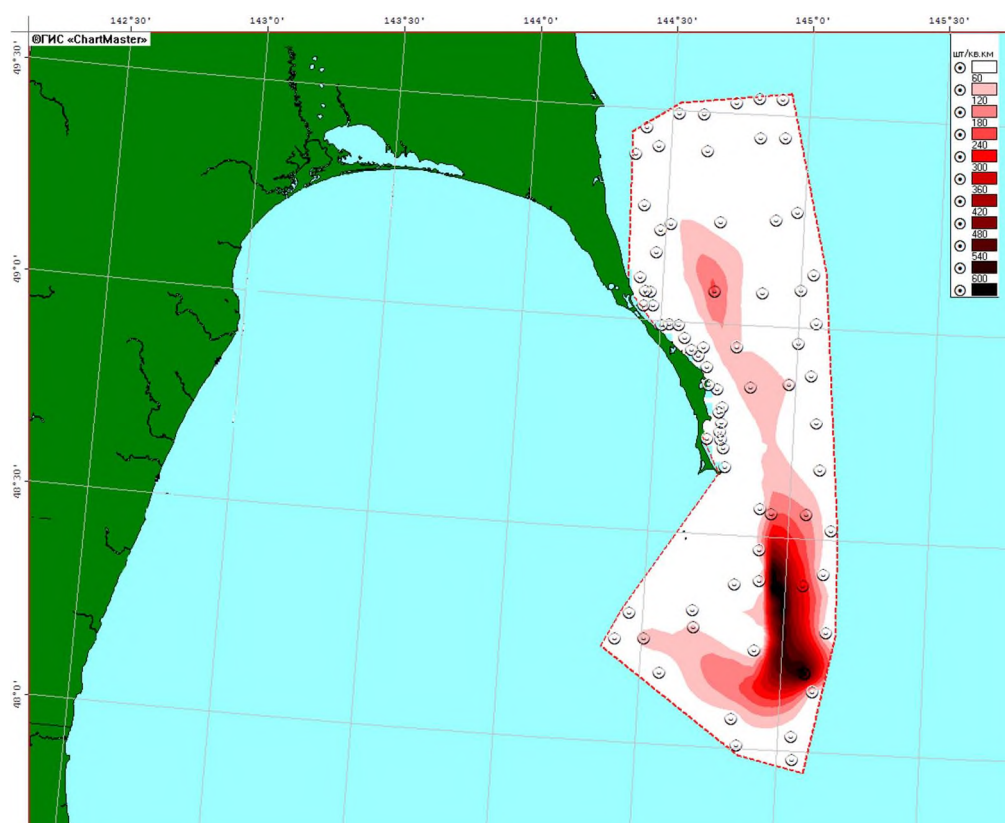


Рис. 8. Распределение численности промысловых самцов синего краба у восточного побережья о. Сахалин в ноябре 2016 г.

Характеристики размерной и половой структур популяции, определенные на основе обобщенных по годам выборок за ряд лет, показаны в *таблице 3*.

Таблица 3

Средние размеры и состав уловов синего краба на восточном шельфе о. Сахалин в период с 1994 по 2021 г. (ловушечные данные)

Годы	Пол	Объем материала, экз.	Средняя ширина карапакса, мм	Ст. ошибка, мм	♂	
					CW<130 мм	CW≥130 мм
1994-1998	♂	4 139	128,2	0,036	32,4	27,6
	♀	2 759	105,4	0,26		
2000	♂	1 791	124,7	0,46	44,4	28,7
	♀	659	107,7	0,58		
2001	♂	2 443	124,7	0,40	49,0	32,6
	♀	550	108,1	0,68		
2002	♂	45	146,8	2,99	2,0	6,1
	♀	499	112,6	0,60		
2005	♂	398	116,2	2,44	22,0	5,0
	♀	1 057	107,7	0,46		
2008	♂	1 652	127,3	0,44	41,5	33,6
	♀	547	107,8	0,52		
2010	♂	210	144,9	1,06	6,8	77,2
	♀	40	140,6	2,34		
2012	♂	71	129,9	3,31	27,8	33,9
	♀	44	106,3	3,28		
2015	♂	421	138,7	1,52	1,1	25,3
	♀	1 176	115,9	1,09		
2016	♂	678	136,4	0,96	4,5	45,8
	♀	671	114,5	0,58		
2017	♂	1 034	141,9	0,66	23,8	67,0
	♀	104	115,3	0,58		
2021	♂	1 021	139,6	0,59	30,0	69,8
	♀	3	94	1,15		

Примечание: промысловый размер – 13 см по ширине карапакса.

Средние размеры и доля в улове самцов и самок в 2010 г. заметно отличались от средних значений за весь период наблюдений. Сходная картина наблюдалась и в 2002 г. Причина, вероятно, заключается в недостаточной репрезентативности выборки и в сроках проведения работ. Если в указанные годы пробы были взяты в мае на нерестовых скоплениях, то в остальные годы наблюдения велись на промысловых скоплениях в октябре-декабре. В 2017 г., напротив, самок в уловах было немного, в отличие от самцов промыслового размера, что сказалось на средних размерах самцов. Средняя ширина панциря самцов синего краба в ловушечных уловах составляла в 2016 г. 136 мм, в 2017 г. – 142 мм, в 2021 г. – 139,6 мм.

Сводные вариационные размерные ряды самцов и самок, по данным наблюдений за ряд лет, показаны на *рисунке 9*.

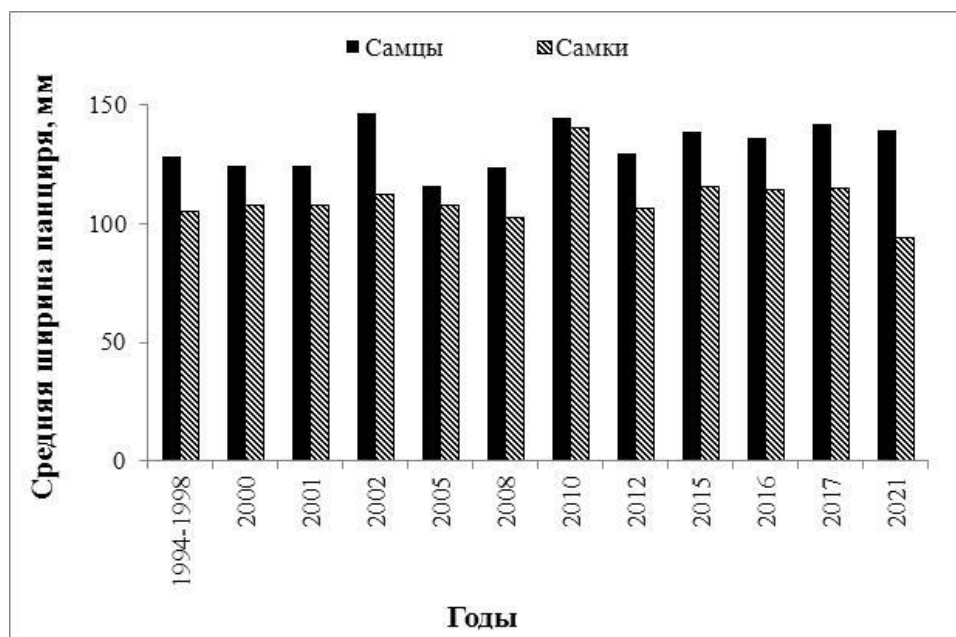


Рис. 9. Размерные ряды самцов и самок синего краба на восточном шельфе о. Сахалин в 1994–2021 гг.

Определение биологических ориентиров. Оценки ориентиров управления для рассматриваемого запаса были установлены на основе ретроспективной динамики запаса. Целевой ориентир по биомассе выбран как среднее значение промысловой биомассы в благополучные для популяции годы (1996-2009 гг.) за вычетом доверительного интервала средней. Граничный ориентир по биомассе оценили, как среднюю величину в период наиболее неблагоприятного состояния популяции после перелома и существенного снижения численности промзапаса, совпадающего с годами снижения уловов на усилие (2013-2015 гг.). Буферный ориентир соответствует величине граничного ориентира в сумме с оценкой доверительного интервала средней. Целевой коэффициент промысловой смертности рассчитан по формуле $F = (F_{tr} - F_0) * B_i / B_{tr} + F_0$ [Бабаян, 2000]. Его величина составила 15%, граничный ориентир предлагается оставить на уровне 25%. Оценки ориентиров управления для синего краба восточного Сахалина приведены в *таблице 4*.

Таблица 4

Биологические ориентиры управления для синего краба Восточно-Сахалинской подзоны

Биомасса, тыс. т			Коэффициент эксплуатации, %		
граничный, B_{lim}	целевой, B_{tg}	буферный, B_{buf}	НИР, E_0	граничный, E_{lim}	целевой, E_{tg}
0,432	1,775	0,518	0,1	25	15

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 ниже целевой. Поскольку запас имеет статус «стабильный», но является малочисленным, изъятие на ближайший период может составить, в соответствии с ПРП, не более 15% от величины промзапаса. Графическое изображение ПРП приведено на рисунке 10.

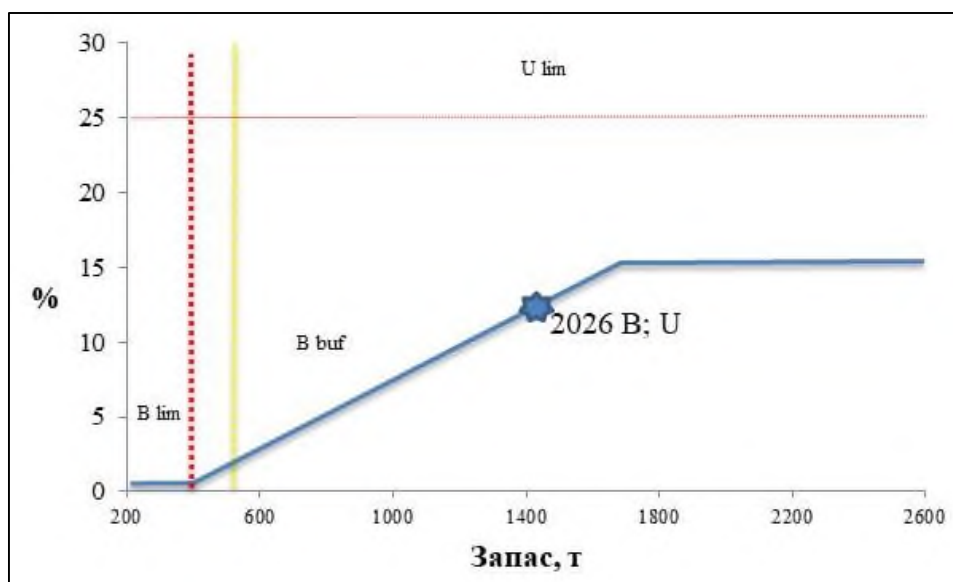


Рис. 10. Графическое представление ПРП для синего краба Восточно-Сахалинской подзоны.

Прогнозирование состояния запаса. Оценку прогнозируемой величины запаса получили в результате имитации динамики численности на перспективу при заданных уровнях промысловой нагрузки. Оценки предыдущих лет позволили определить априорные значения для коэффициентов улавливаемости и биомассы запаса. По результатам моделирования, запас в 2017 г., с 95%-ной вероятностью, находился в диапазоне 0,611-0,870 тыс. т (0,370-0,527 млн экз.), при математическом ожидании – 0,745 тыс. т, или 0,451 млн экз., при среднегодовой массе промыслового самца – 1,65 кг. Годовой вылов с 2017 г. возрастал, позднее, будучи относительно постоянным, чуть уменьшившись в 2021 г. (см. рис. 2).

По данным съемки 2021 г., промысловый запас синего краба Восточно-Сахалинской подзоны составил 1440 тонн. Учитывая стабильное состояние запаса, наличие значительной доли промысловых самцов и отсутствие интенсивного промысла в 2023-2024 гг., предполагается, что уровень биомассы промысловой части запаса не опустится ниже предыдущих лет, поэтому биомасса синего краба Восточно-Сахалинской подзоны в 2026 г. составит не менее 1440 т.

Обоснование объема ОДУ. Поскольку прогнозируемая величина запаса краба синего в Восточно-Сахалинской подзоне на 2026 год больше значения V_{buf} , но меньше V_{tr} , необходимо в рамках «предосторожного подхода» вести промысел в режиме восстановления запаса. При текущем уровне запаса доля изъятия составит 11%, величина ОДУ краба синего в Восточно-Сахалинской подзоне в 2026 году может составить 158 т. В рамках «адаптивной стратегии» (Hilborn, Walters, 1992), подразумевающей изучение реакции запаса на изменение промысловой интенсивности, и для определения оптимальной величины изъятия, целесообразно поступательно увеличивать промысловую нагрузку. Так, в рамках выбранной стратегии необходимо увеличить величину ОДУ на 2026 г. на 10% от величины ОДУ, установленной на 2025 г. (0.130 тыс. т), что составляет 143 т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба синего в Восточно-Сахалинской подзоне на 2026 г. в объеме 0,143 тыс. т.**

Краб синий (*Paralithodes platypus*)

61.06 – зона Японское море

61.06.1 – подзона Приморье

Исполнители: И.С. Черниенко, О.Ю. Борилко (ТИНРО)

А.В. Харитонов (ХабаровскНИРО).

Куратор: С.И. Моисеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Основу обоснования величины ОДУ камчатского краба на 2026 г. составляют результаты ловушечной съемки на НИС «Зодиак» и донных траловых съемок на НИС «Владимир Сафонов» и НИС «Дмитрий Песков», выполненных в 2022 г.

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.). Также привлечены данные, собранные при проведении государственного мониторинга, контрольного лова и научно-исследовательских работ за период с 1993 по 2024 гг. в подзоне Приморье (рис. 1-3, табл. 1).

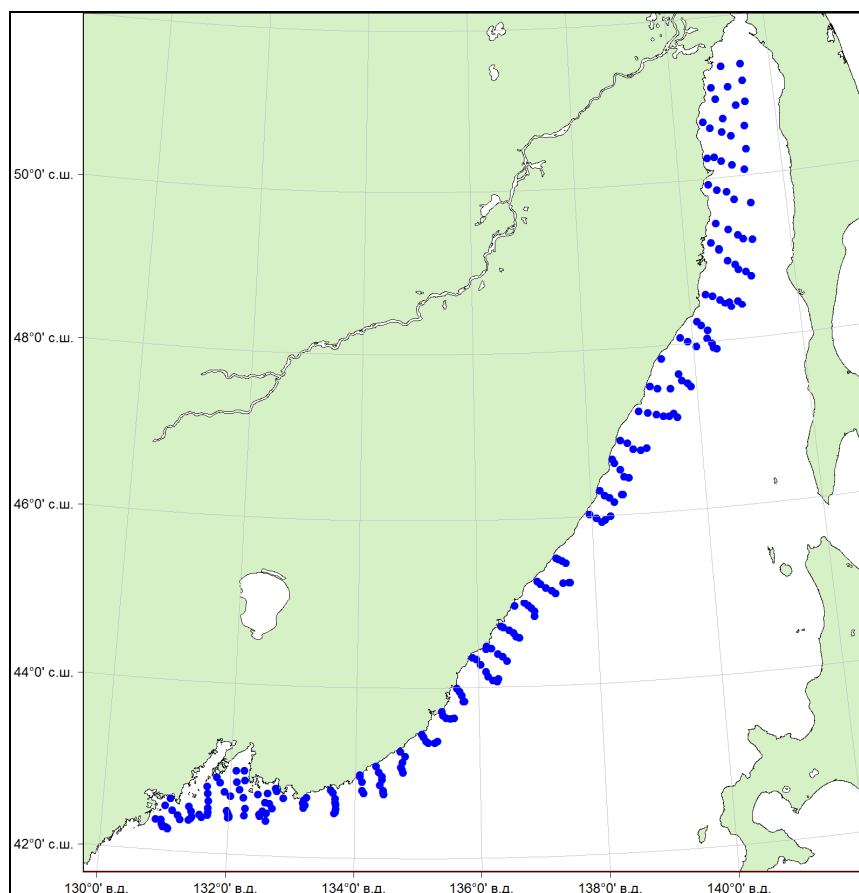


Рис. 1. Карта-схема станций траловой съемки, выполненной на НИС «Владимир Сафонов» и НИС «Дмитрий Песков» в 2022 г.

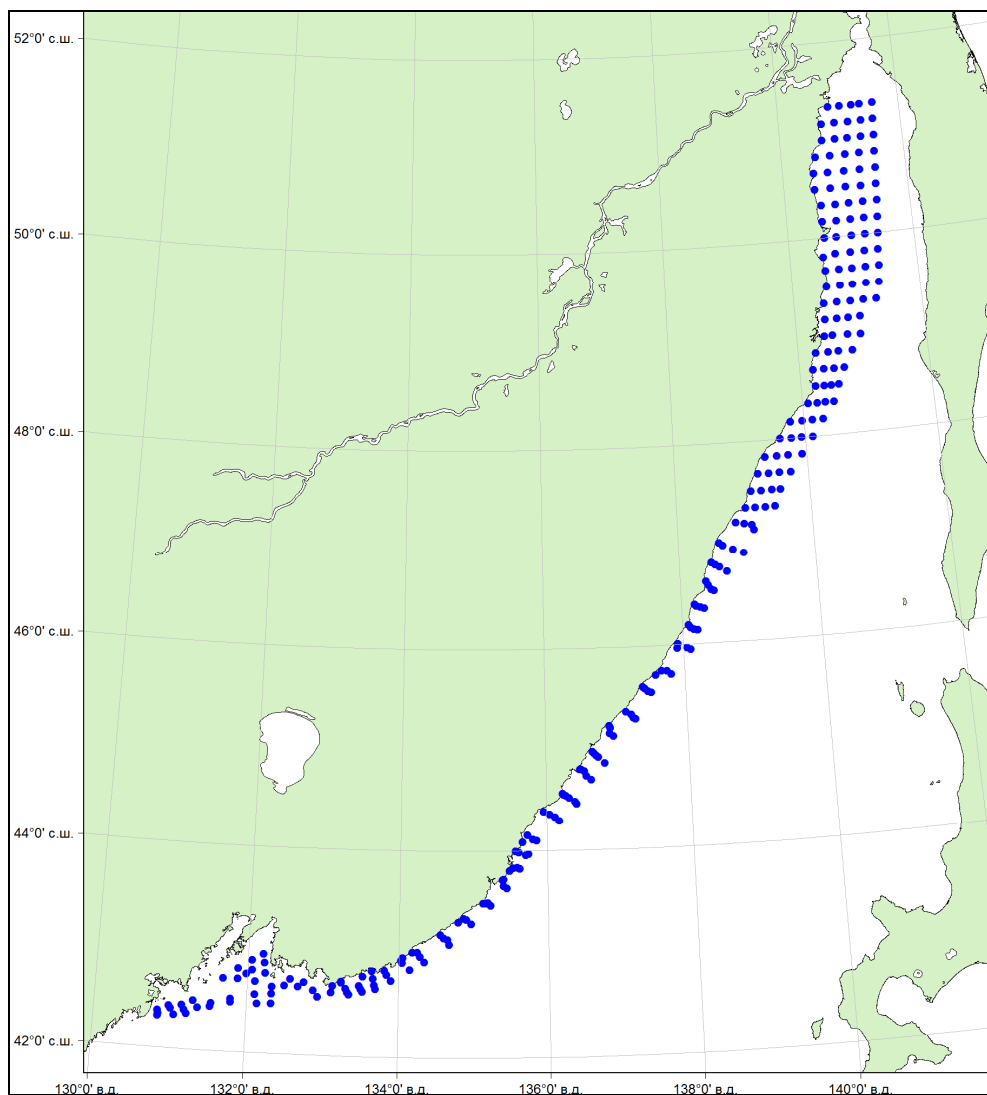


Рис. 2. Карта-схема станций ловушечной съемки, выполненной на НИС «Зодиак» в 2022 г.

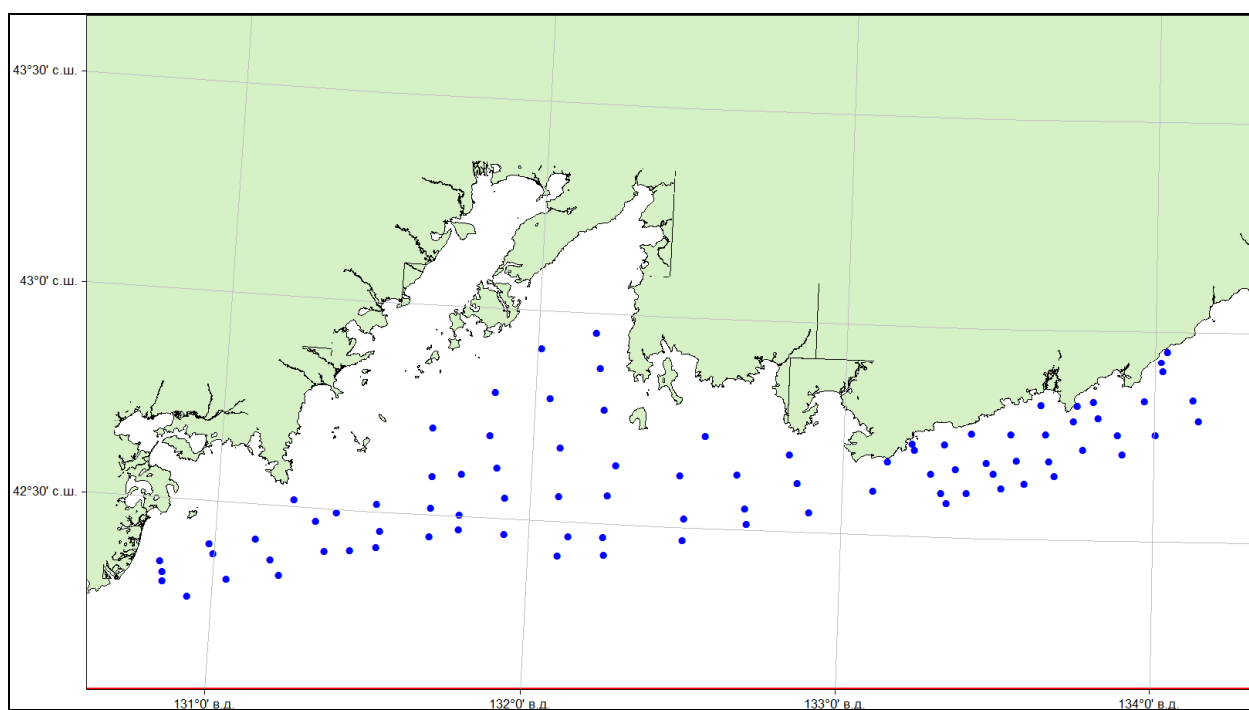


Рис. 3. Карта-схема станций ловушечной съемки, выполненной на НИС «Зодиак» с 3-й декады ноября по 3-ю декаду декабря 2024 г.

Таблица 1

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

Район	п/з Приморье (ЮЧ) ¹	п/з Приморье (СЧ) ²	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 ²	33,97	30,98	64,95
Период работ	29.04-18.06.2022 г.		
Выполнено биоанализов	822		
«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 ²	23,2	28,1	51,3
Период работ	10.04-17.06.2022 г.		
Выполнено биоанализов	1600		
«Зодиак» 2024 г.			
Количество станций	88		
Тип орудий лова	усечёно-конические крабовые ловушки		
Диапазон глубин, м	23-180		
Обследовано, тыс. км ²	7,0		
Период работ	29.11-26.12.2024 г.		
Выполнено биоанализов	64		

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

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

При выполнении съёмок использовался донный трал ДТ/ТВ-27,1/24,4, оснащенный 10-ти мм мелкоячейной делевой вставкой, и стандартные крабовые ловушки, имеющие форму усечённого конуса (усечённо-конические), соединённые 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, коэффициент уловистости трала по отношению к синему крабу принимался равным 0,75, горизонтальное раскрытие трала ДТ/ТВ–27,1/24,4 – 16 м, а облавливаемая площадь одной конической ловушки – 3300 м² [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 до мыса Накатова (51°20' с.ш.).

За период исследований получены материалы о пространственном распределении, размерно-половой структуре скоплений синего краба,

выполнены оценки запаса этого ресурса. Анализ минимальных требований, предъявляемых Приказом Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104 к информационному обеспечению прогноза ОДУ, указывает, что соответствие I (высшему) уровню наблюдается лишь частично. В рядах с данными о размерной структуре запаса присутствуют значительные пропуски, что может исказить результаты при использовании когортных моделей. Информационное обеспечение было отнесено ко второму уровню. В прогнозе использованы оценки биомассы и уловы на усилие (кг/лов., экз./лов.), полученные по результатам ловушечных съемок и наблюдений на промысле для промысловых самцов (130 мм и более по ширине карапакса – ШК) (Приложение к Приказу Минсельхоза России от 06.05.2022 г. Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна). Дополнительно использовались оценки численности и уловы на усилие (экз./лов.) для рекрутов – самцов с шириной карапакса 130-139 мм.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Оценку запасов синего краба осуществляли традиционным методом – методом сплайн-аппроксимации с учетом района исследований и батиметрического диапазона [Столяренко, Иванов, 1987; Столяренко, Иванов, 1988; Stolyarenko, 1986; Stolyarenko, Ivanov, 1987], и методом полигонов Вороного [Препарата, Шеймос, 1989; Борисовец, Надточий, 2003]. Данные методы реализованы в ГИС «КартМастер» v.4.1 [Бизиков и др., 2006; Бизиков и др., 2007] и ГИС «NextGIS QGIS».

Накопленная к настоящему времени информация (индексы запаса, промысловых усилий, вылова) позволяет проведение ограниченного аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ с использованием продукционных моделей. Для оценки промысловой биомассы и прогноза ОДУ предварительно использовалась конечно-разностная модель с запаздыванием Деризо-Шнютэ [Deriso, 1980; Schnute, 1987].

Фрагментарность данных о размерном составе популяции затрудняет использование когортных методов, однако, информации об уловах на ловушку и судо-сутки достаточно для использования конечно-разностной модели с запаздыванием, которая является компромиссом между когортными и продукционными моделями [Schnute, 1987].

В качестве входных данных для модели использовались материалы траловых съемок, современные данные о среднем улове на ловушку, среднем за промысловый сезон улове на судо-сутки и сведения о годовом изъятии на скоплении, полученные из данных промысловой статистики за предыдущие годы.

Уравнение модели имеет вид:

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

здесь t – год промысла, a_R – возраст пополнения, w_{a_R} , w_{a_R-1} – соответственно, средний вес рекрута и предрекрута, кг, B_t – общая биомасса

промыслового запаса в год t , кг, Y_t – вылов в единицах биомассы в год t , кг, R_t – численность особей, впервые вступивших в промысел в год t , экз., M – мгновенный коэффициент естественной смертности, ρ – коэффициент Броуди в уравнении Форда-Уолфорда.

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

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

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

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

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

Чтобы избавиться от коррелированности девственной биомассы и параметров модели, что искажает оценку параметров при выполнении сэмплирования, 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:

$$\begin{aligned} P_t &= e^{-M}(1+\rho)(P_{t-1} - kY_{t-1}) - \rho e^{-2M}\left(1 - \frac{kY_{t-1}}{P_{t-1}}\right)(P_{t-2} - kY_{t-2}) - \\ &e^{-M}\left(1 - \frac{kY_{t-1}}{P_{t-1}}\right)\rho w_{a_R-1}R_{t-1} + w_{a_R}R_t + \epsilon_1 \\ \ln r_t &= \ln \gamma + \ln(P_{t-4} - kY_{t-4}) - \frac{\delta}{k}(P_{t-4} - kY_{t-4}) + \epsilon_2. \end{aligned}$$

И одно уравнение наблюдения:

$$U_{i,t} = Q_i P_t + \theta_i$$

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

Для представления пространства состояний использовался сигматочечный фильтр Калмана [Särkkä, 2013; Wan, Van Der Merwe, 2004], параметры модели оптимизировались при помощи генетического алгоритма [Михеев, 2011]. Расчеты выполнялись в среде R [R Core Team, 2018].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. В подзоне Приморье (к югу от параллели 47°20' с.ш.) этот промысловый объект относительно немногочисленный, в сравнении с участком подзоны Приморье

к северу от параллели 47°20' с.ш., до мыса Сюркум (50°10' с.ш.), где синий краб всегда активно промышлялся и являлся доминирующим видом промысла среди крабоидов.

Анализ многолетней динамики промыслового запаса синего краба в районах подзоны Приморье (с 2004 по 2024 гг.) показывает, что тенденция к увеличению сохранялась до 2013 г., когда было отмечено его максимальное значение – 15,3 тыс. т (рис. 4).

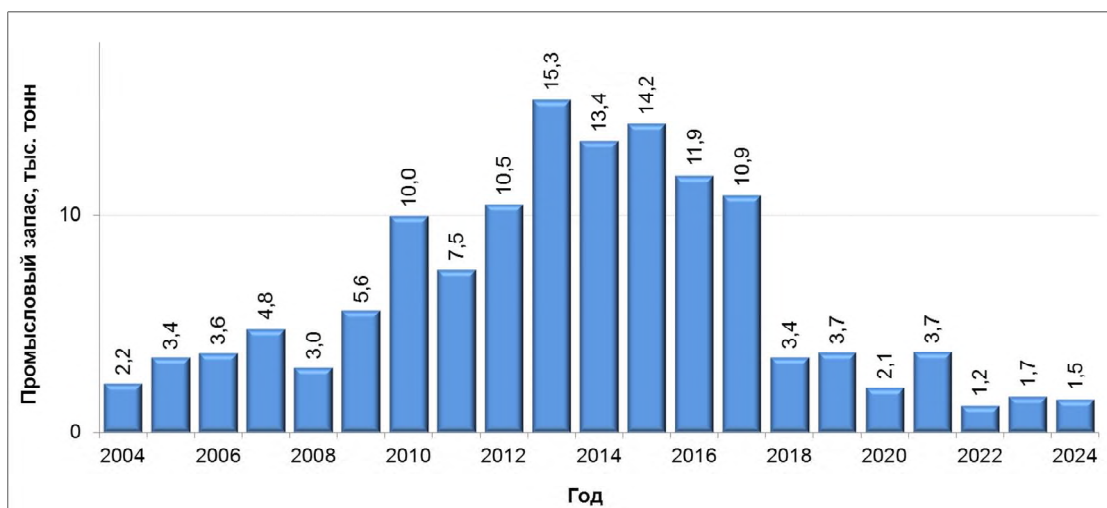


Рис. 4. Динамика промыслового запаса краба синего в подзоне Приморье в 2004-2024 гг.

Снижение численности, плотности и площади скоплений, падение уловов на усилие (в районах к югу от 47°20' с.ш.) произошло к началу 2000-х гг., это привело к введению запрета на промысел всего комплекса шельфовых крабов, в том числе и синего краба, в южной части подзоны (к югу от 47°20' с.ш.). Запрет стал действовать с 2002 г.

С 2011 г. в подзоне Приморье (к югу от параллели 47°20' с.ш.) наметилась тенденция к росту промысловой биомассы, которая отчетливо проявилась в последующие годы. Согласно Приказу Росрыболовства №785 от 21 октября 2013 г., с ноября 2013 г., в связи с восстановлением запасов, запрет на промышленную добычу синего краба в подзоне Приморье (к югу от параллели 47°20' с.ш.) был снят.

В районах к северу от параллели 47°20' с.ш. синий краб в коммерческом отношении, по сравнению с камчатским крабом, является менее ценным видом и до 2002 г., чаще всего, осваивался как прилов к камчатскому крабу. После резкого снижения запаса камчатского краба в 2002-2003 гг., вследствие инерционности промысла, вылов синего краба несколько увеличился, однако, уменьшение привлекательности района для крабового промысла в целом привело к уменьшению количества добывающих судов, в том числе, и ведущих незаконный промысел. В итоге, пресс промысла на популяцию синего краба в тот период времени уменьшился.

В период с 2010 по 2017 гг. отмечался рост численности и биомассы запаса группировки синего краба, обитающего в подзоне Приморье к северу от м. Золотой: с 7,06 тыс. т в 2010 г. до 8,53 тыс. т в 2017 г., освоение ОДУ в этот период выросло, в среднем – до 75,5%. Однако, появившаяся в

дальнейшем динамика снижения биомассы продолжается и по настоящее время, что отчасти можно объяснить отсутствием в популяции урожайных и сверхурожайных поколений в этот период.

Снижение промысловой численности в подзоне Приморье с 2017 г. по 2020 г. (более чем в 5 раз) привело к очередному ограничению промышленного рыболовства краба синего, за исключением рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях, с 20 июня 2021 г. по 31 декабря 2022 г. (Приказ Минсельхоза от 13 мая 2021 г. № 299), с последующим продлением на 2025 г. запрета рыболовства синего краба за исключением рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях с утверждённым объемом ОДУ синего краба на 2025 г. – 0,005 тыс. т (Приказ Минсельхоза № 567 от 02 октября 2024 г.).

По данным ОСМ «Рыболовство», в период 2015-2024 гг. в подзоне Приморье официально отмечалось недоосвоение рекомендуемых к изъятию величин ОДУ (табл. 2).

Таблица 2

Динамика ОДУ и официального вылова (тыс. т) краба синего
в подзоне Приморье в 2015-2025 гг.

Год	севернее м. Золотой			южнее м. Золотой			Суммарный ОДУ в подзоне, тыс. т	Суммарный вылов в подзоне, тыс. т	%
	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	%	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	%			
2015	0,683	0,490	71,7	0,742	0,144	19,4	1,425	0,634	44,5
2016	0,597	0,511	85,6	0,486	0,061	12,6	1,083	0,572	52,8
2017	0,600	0,452	75,3	0,432	0,202	48,4	1,032	0,661	64,1
2018	0,600	0,379	63,2	0,244	0,202	82,8	0,844	0,581	68,8
2019	0,696	-	-	0,271	-	-	0,967	0,578	59,8
2020	-	-	-	-	-	-	0,571	0,303	53,1
2021	-	-	-	-	-	-	0,479	0,084 ¹	17,5
2022	-	-	-	-	-	-	0,005 ²	0,002	40,0
2023	-	-	-	-	-	-	0,005 ²	-	-
2024	-	-	-	-	-	-	0,005 ²	0,000065	< 1,5
2025	-	-	-	-	-	-	0,005 ²	-	-

¹ – вылов по данным ООП (включая НИР) по 20.06.2021 г.;

² – рыболовство в научно-исследовательских и контрольных целях

В свою очередь, освоение объемов в районах к югу от мыса Золотого в период 2013-2018 гг. было от 0,7 до 83% (в 2018 г.), а в целом по подзоне Приморье с 2013 по 2018 гг. освоение ОДУ составляло от 43 до 69%, в 2020 г. – 53,1%. В 2023 г. рыболовство синего краба в научно-исследовательских и контрольных целях не осуществлялось

Состояние промысловых ресурсов. В результате выполнения весенне-летней траловой съемки 2022 г. на НИС «Дмитрий Песков» и НИС «Владимир Сафонов», в районах к югу от мыса Золотого было отмечено, что наиболее плотные скопления промысловых самцов (≥ 130 мм по ШК) синего краба (около 0,277 тыс. экз./км²) приходились на районы к северо-востоку от м. Поворотный (средняя глубина – 170 м). Суммарная площадь скоплений, с плотностью распределения около 0,093 экз./км², составила порядка

0,790 тыс. км². Наиболее высокие показатели обилия промысловых особей по району к югу от м. Золотой отмечены на глубинах 125-200 м (рис. 5).

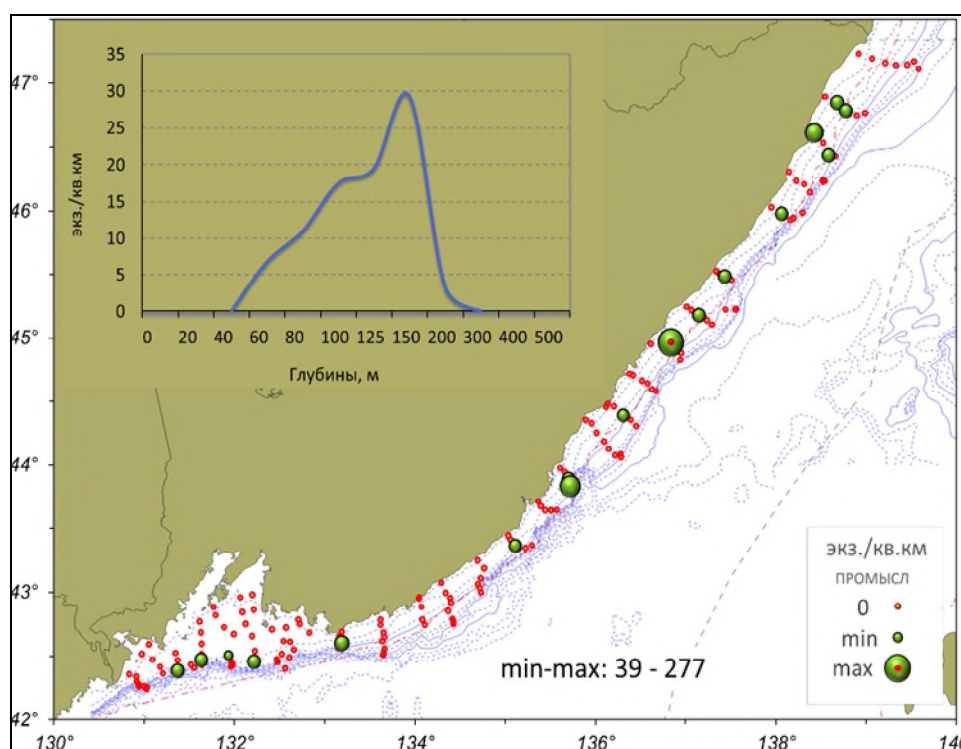


Рис. 5. Распределение промысловых самцов (экз./км²) краба синего в подзоне Приморье (к югу от мыса Золотого), по данным траловых съемок 2022 г.

Анализ материалов донной траловой съемки 2022 г. показал, что, как и в 2019 г., непромысловые самцы в большинстве случаев, также, встречались в районах к северо-востоку от мыса Поворотного, до мыса Золотого (47°20' с.ш.), формируя скопления плотностью до 940 экз./км² (рис. 6).

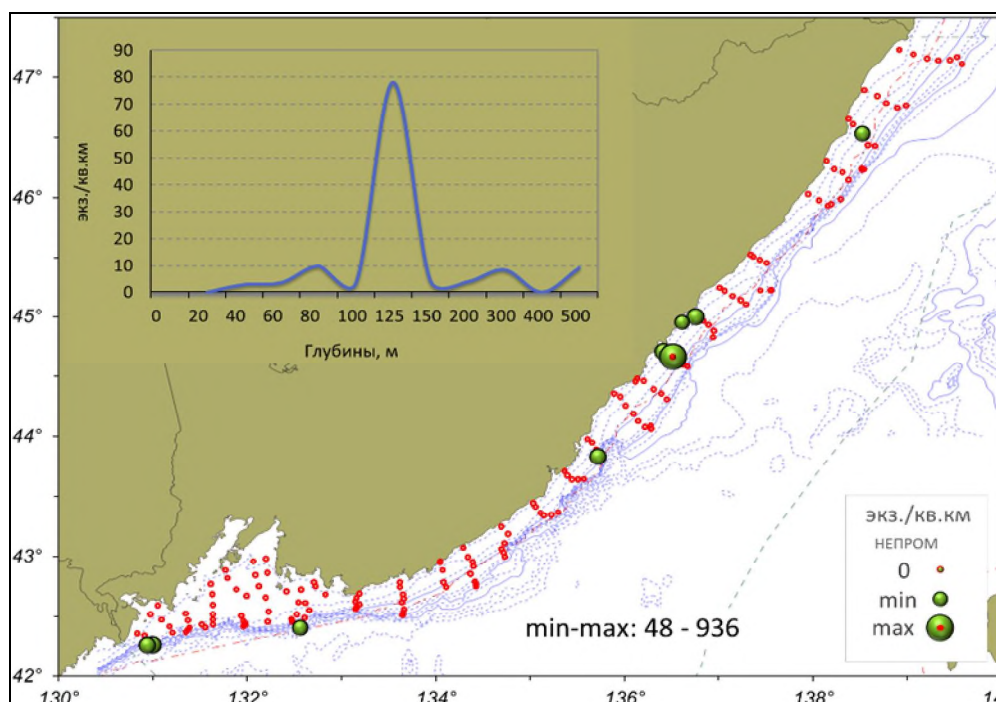


Рис. 6. Распределение непромысловых самцов (экз./км²) краба синего в подзоне Приморье (к югу от мыса Золотого), по данным траловых съемок 2022 г.

В период выполнения траловой съемки 2022 г. самцы в уловах были представлены особями с ШК от 27 до 190 мм, доля промысловой части в уловах достигала 49,4%. Размеры промысловых самцов варьировали в пределах от 140 до 190 мм по ШК (средний размер – $170,3 \pm 3,3$ мм) (рис. 7).

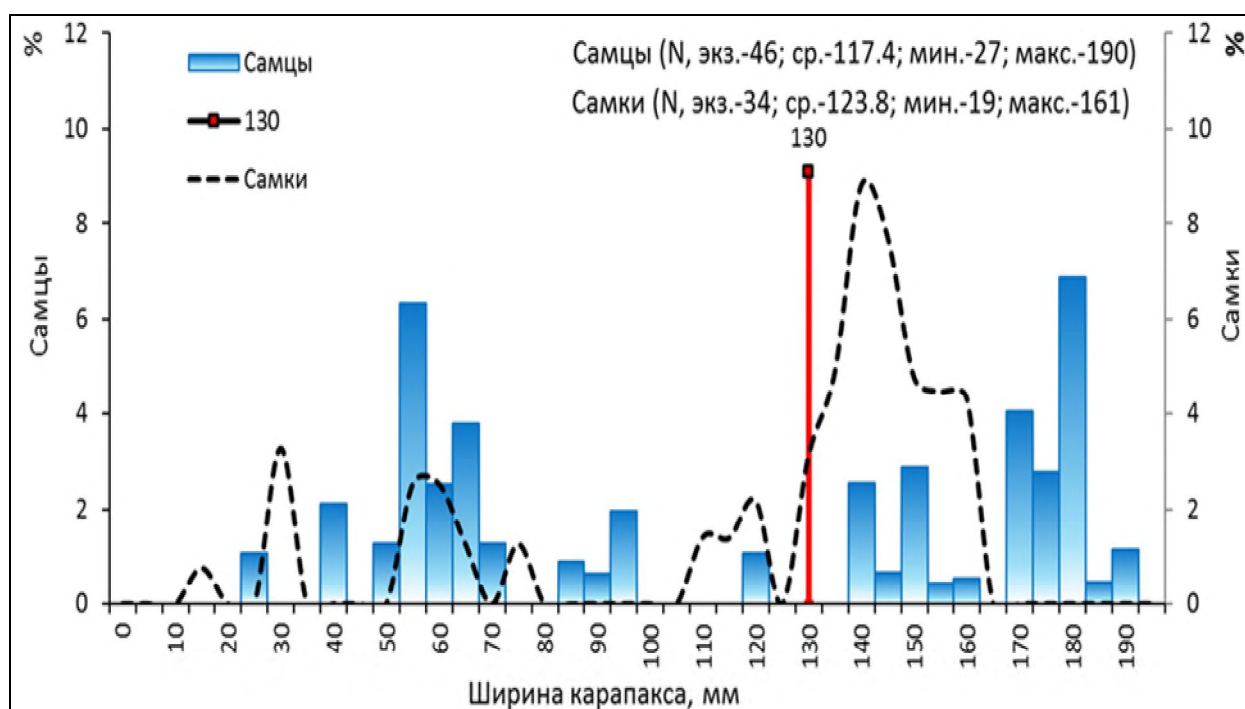


Рис. 7. Размерный состав краба синего в подзоне Приморье (к югу от мыса Золотого) в 2022 г., по материалам траловых сборов.

В весенне-летний период 2022 г. в районах подзоны Приморье на площади около 51,3 тыс. км² была выполнена ловушечная съемка на НИС «Зодиак» (см. табл. 1).

Результаты анализа материалов, полученных в ходе этого рейса, в целом, подтверждают результаты траловой съемки 2022 г. и ловушечной съемки 2019 г. Установлено, что в районах НИР синий краб образовывал лишь малочисленные локальные группировки, располагающиеся к северо-востоку от 44°00′ с.ш., на глубинах 20-100 м.

Средняя плотность поселений самцов по району НИР от 44°00′ с.ш. до м. Золотой составляла 0,07 экз./км², по результативным станциям – около 30 экз./км², при максимальной плотности скоплений – всего 65 экз./км² (рис. 8).

Относительно схожая ситуация отмечалась и в районах к северу от м. Золотой. Здесь средняя плотность поселений самцов составляла 0,04 экз./км², по результативным станциям – около 27 экз./км², при максимальной плотности 60 экз./км².

Единственное скопление непромысловых самцов было обнаружено в Татарском проливе, севернее мыса Песчаный, на глубинах 25-80 м. Максимальные уловы составляли 0,4 экз./лов., плотность непромысловых самцов на скоплении достигала 105 экз./км² (рис. 9).

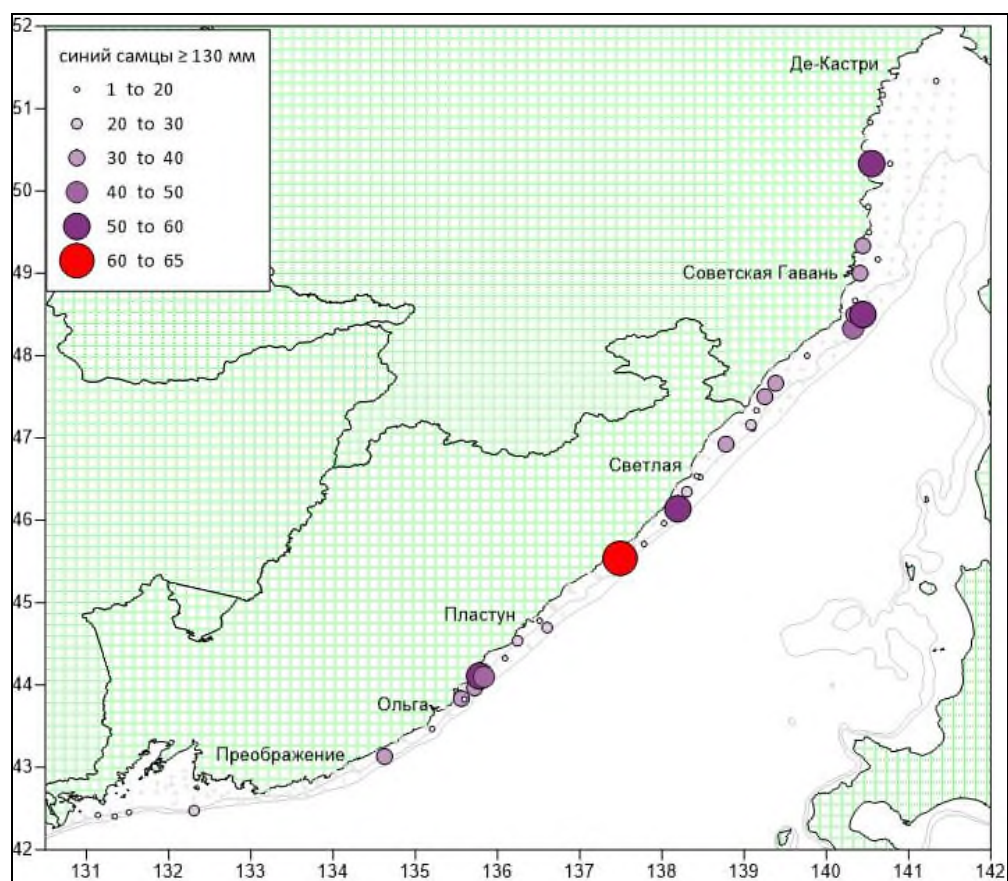


Рис. 8. Распределение (экз./км²) промысловых самцов краба синего в весенне-летний период 2022 г., по данным ловушечной съемки на НИС «Зодиак».

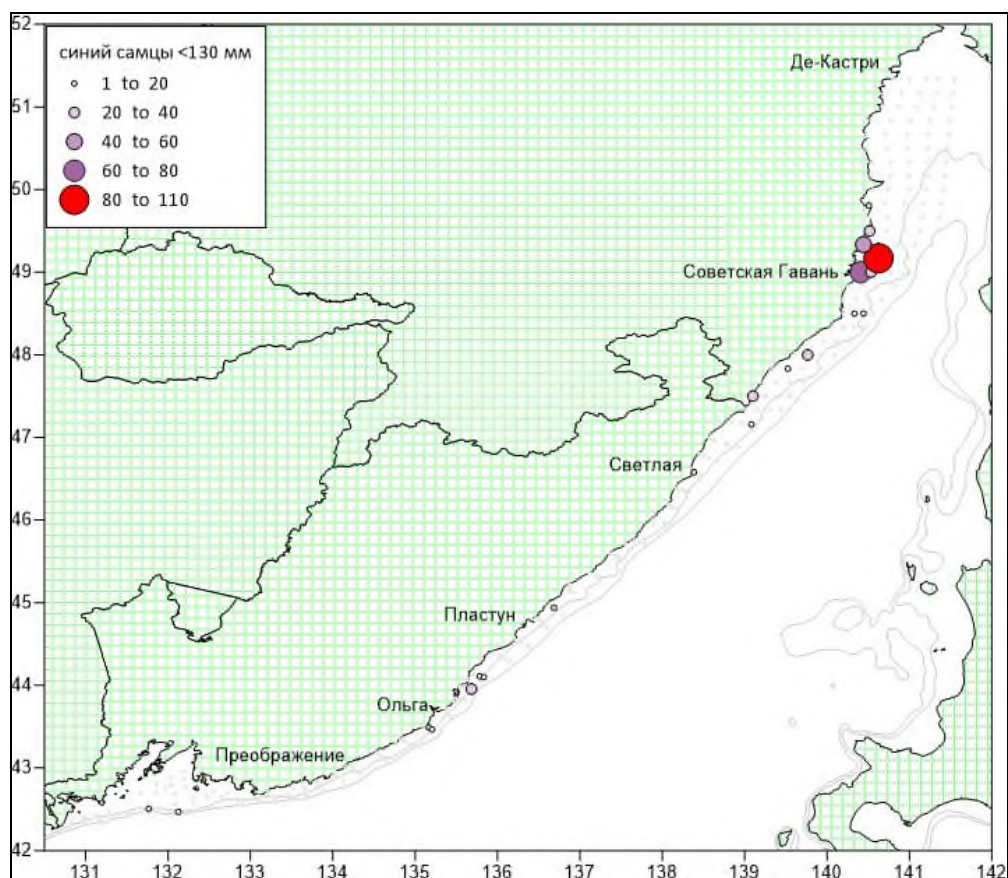


Рис. 9. Распределение (экз./км²) непромысловых самцов краба синего в весенне-летний период 2022 г., по данным ловушечной съемки на НИС «Зодиак».

В период выполнения ловушечной съемки 2024 г. в уловах были отмечены 28 экз. самцов синего краба, при этом уловы промысловых самцов достигали 0,003 экз./лов., а в среднем по результативным станциям составили 0,048 экз./лов.

В 2022 г., в соизмеримо обследованном районе (к западу от 134°01' в.д., 54 ловушечных станции, диапазон 19-170 м), уловы промысловых самцов достигали 0,004 экз./лов., в среднем по результативным станциям уловы составили 0,049 экз./лов.

Уловы непромысловых самцов в 2024 г., при аналогичных условиях, достигали 0,012 экз./лов., в среднем по результативным станциям уловы составили 0,152 экз./лов. В 2022 г. уловы непромысловых самцов достигали 0,002 экз./лов., в среднем по результативным станциям уловы составили 0,042 экз./лов. (табл. 3).

Таблица 3

Основные промыслово-статистические показатели самцов синего краба в зал. Петра Великого и прилегающих районах в 2022 и 2024 гг.

♂♂	2022 г.				2024 г.			
	промысловые		непромысловые		промысловые		непромысловые	
	общ. ¹	рез. ²	общ.	рез.	общ.	рез.	общ.	рез.
экз./лов.	0,004	0,049	0,002	0,042	0,003	0,048	0,012	0,152
экз./км ²	1	15	<1	13	1	15	4	46

общ.¹ – промыслово-статистические данные по всем станциям съемки;
рез.² – промыслово-статистические данные по результативным (с уловами) станциям съемки.

В 2022 г. максимальные плотности в скоплениях промысловых самцов, на участке к западу от 134°01' в.д., достигали 28 экз./км², в 2024 г. – 18 экз./км² (снижение в 1,5 раза), в то же время, величина максимальной расчётной плотности непромысловых самцов в 2024 г. достигала 125 экз./км², а в 2022 г. – лишь 14 экз./км² (см. рис. 8 и 9, рис. 10, 11).

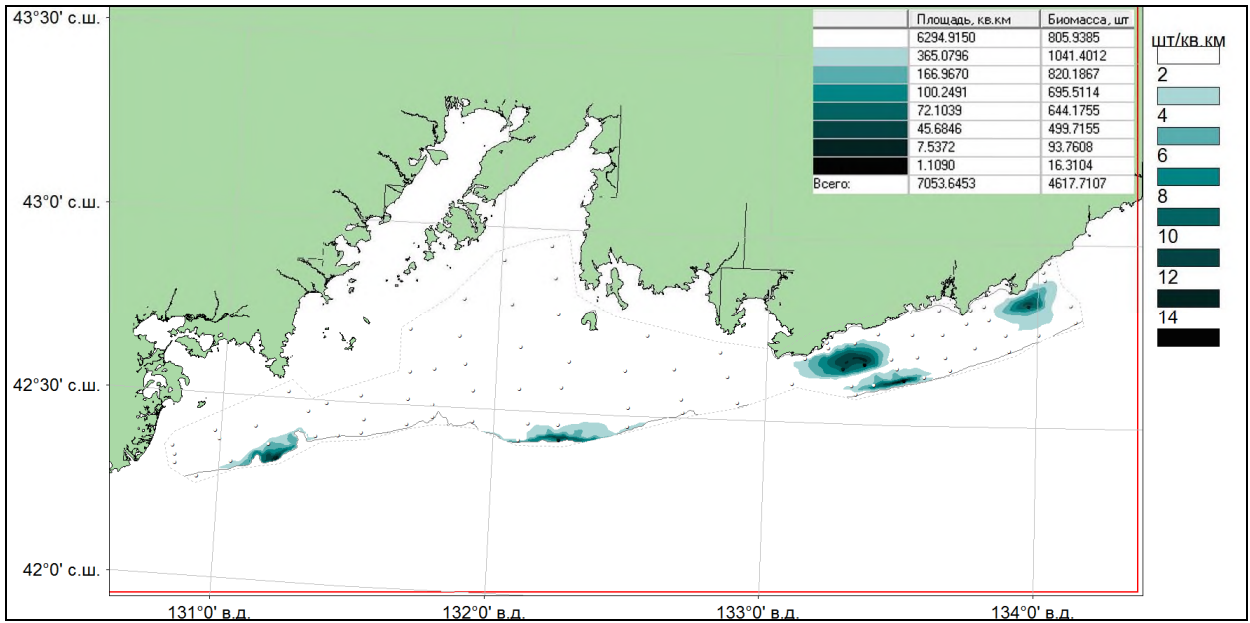


Рис. 10. Распределение (экз./км²) промысловых самцов краба синего в ранне-зимний период 2024 г.

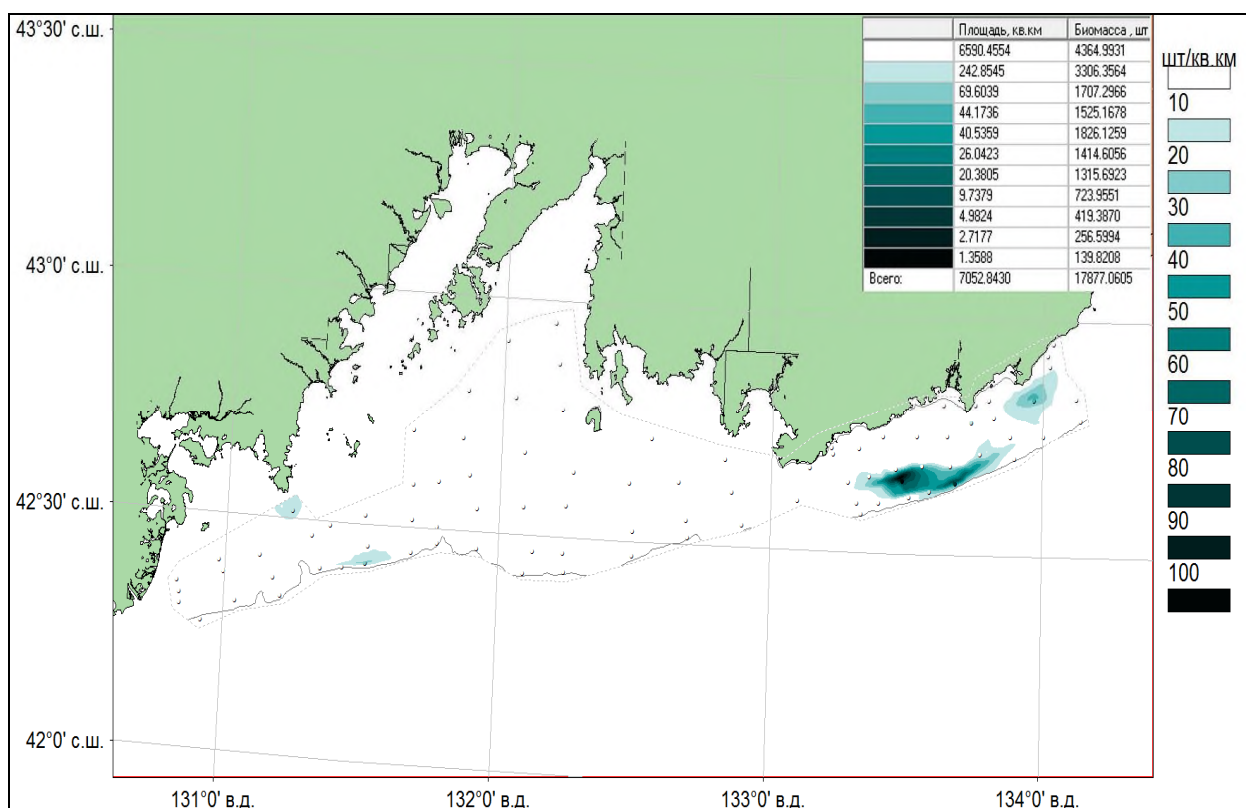


Рис. 11. Распределение (экз./км²) непромысловых самцов краба синего в ранне-зимний период 2024 г.

Средний улов на ловушку промысловых самцов севернее мыса Золотой, в основном, соотносится с динамикой промыслового запаса, который имел максимальные значения с 2013 по 2017 гг. С 2018 г. отмечается повсеместное снижение средних уловов на ловушку, как к северу, так и к югу от мыса Золотой (табл. 4).

Таблица 4
Динамика средних уловов на усилие (экз./лов.) промысловых самцов краба синего, по данным ловушечных съемок в подзоне Приморье

Год	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2017	2018	2019	2020	2022
севернее м. Золотой	0,2	0,4	0,3	0,4	1,2	0,9	1,4	2,2	0,2		0,04	0,01
южнее м. Золотой ¹		0,4	0,8	0,4	0,5	0,6			0,05	0,047		0,02

¹ – участок от м. Поворотный

По данным учетных ловушечных съемок, самцы в южных районах подзоны Приморье, как правило, крупнее, чем в северных (табл. 5). Это, в свою очередь, может указывать на разную продолжительность и интенсивность промысла на данных акваториях.

Если рассматривать ситуацию с запасом синего краба в подзоне Приморье севернее м. Золотой, где находится основная зона воспроизводства краба, то длительное время его пространственная структура здесь практически не изменялась.

Таблица 5

Характеристики самцов краба синего по данным ловушечных съемок в подзоне Приморье

Годы	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2017	2018	2019	2020	2022
Средняя ШК самцов, мм												
Севернее мыса Золотой	119,0	123,6	123,5	126,1	123,0	126,7	132,0	136,6	128,8		130,9	137,9
Южнее мыса Золотой			142,3	144,5	150,4	150,0			144,8	154,2	138,8	155,1
Средняя ШК промысловых самцов, мм												
Севернее мыса Золотой	149,9	149,1	152,4	153,0	149,0	146,7	150,2	157,4	152,1		157,0	156,9
Южнее мыса Золотой			159,0	160,5	164,0	161,1			162,7	169,3	163,4	167,2
Доля промысловых самцов, %												
Севернее мыса Золотой	28,5	41,4	31,5	38,5	36,4	43,2	62,5	48,5	26,7		45,2	53,5
Южнее мыса Золотой			68,1	70,3	73,9	74,4			62,5	73	51,6	81,7
Доля непромысловых самцов, %												
Севернее мыса Золотой	71,5	58,6	68,5	61,5	63,6	56,8	37,5	51,5	73,3		54,8	46,5
Южнее мыса Золотой			31,9	29,7	26,1	25,6			37,5	27	48,4	18,3

Промысловая численность синего краба в 2015 г. достигала величины 3,708 млн экз. В 2018 г. промысловая обстановка изменилась, отмечалось снижение промысловой численности почти в 2,8 раза, по сравнению с 2017 г. Тенденция на снижение промысловой численности сохраняется по настоящее время. Так, согласно расчетам, в сравнении с 2018 г., в 2022 г. произошло падение численности синего краба более чем в 11 раз (рис. 12).

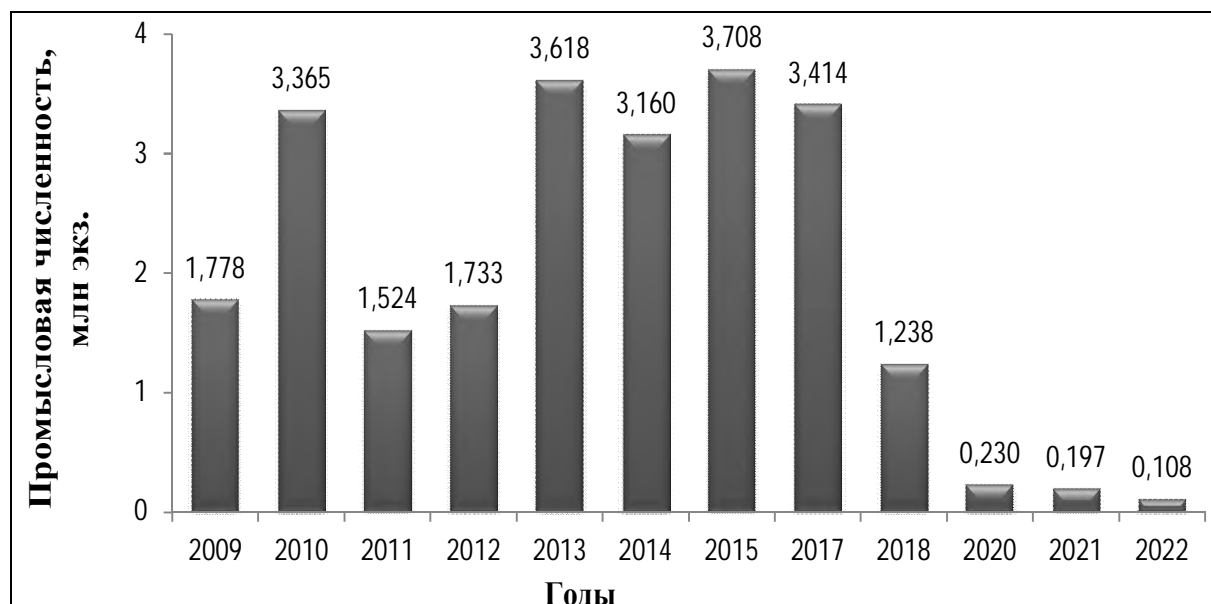


Рис. 12. Динамика численности промысловых самцов синего краба в подзоне Приморье, к северу от мыса Золотой.

Анализируя результаты аналогичных ловушечных съемок 2020 и 2022 гг., выполненных на НИС «Зодиак» в подзоне Приморье к северу от м. Золотой, можно отметить, что за два года промысловая численность

снизилась более чем в 2 раза, а общее количество самцов непромыслового размера – в 3,5 раза. Заметно снизилась и площадь поселений этих размерных групп крабов в межгодовой динамике (табл. 6, рис. 13).

Таблица 6

Численность промысловых, непромысловых самцов и пререкрутов I-II порядка (млн экз.) в подзоне Приморье к северу от м. Золотой в 2020 и 2022 гг.

Год	Самцы ШК ≥ 130 мм	Самцы ШК < 130 мм	Самцы-пререкруты
2020	0,230	0,279	0,136
2022	0,108	0,079	0,061

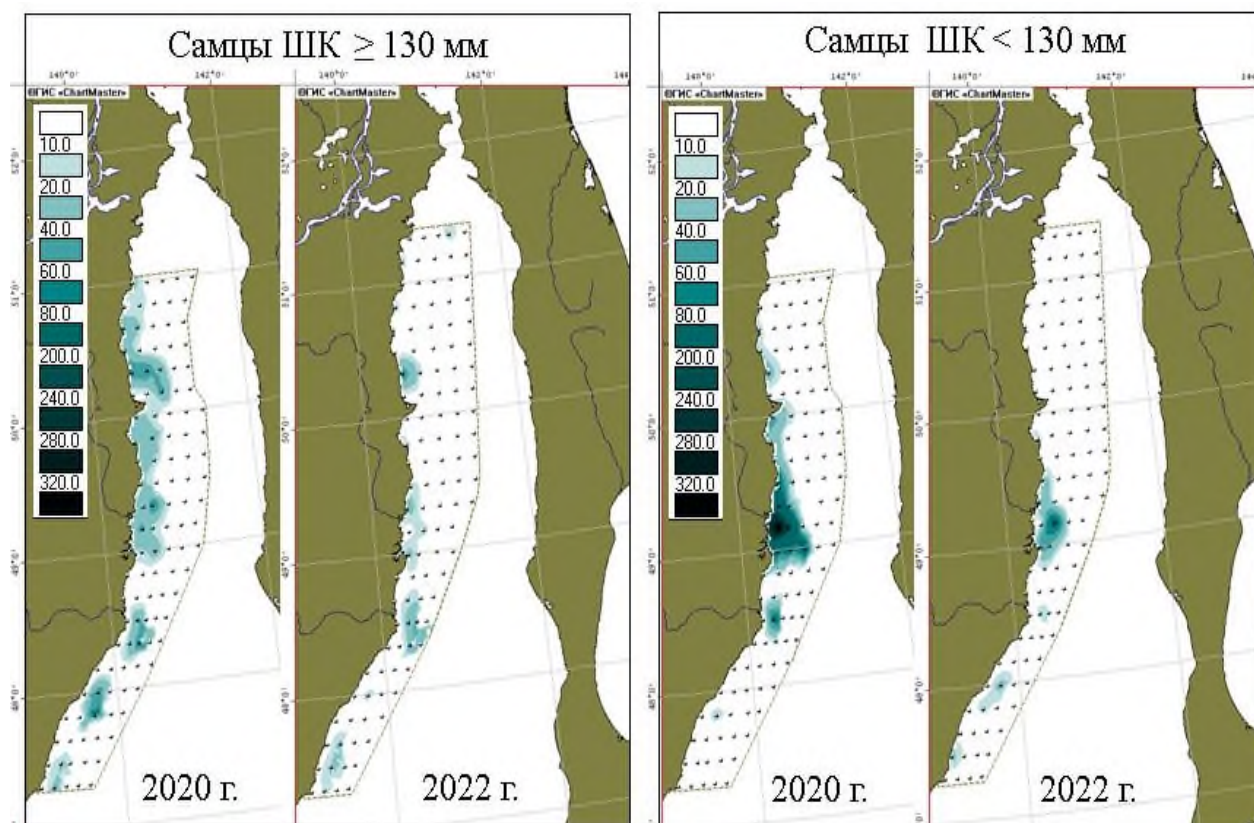


Рис. 13. Плотность распределения (экз./км²) промысловых и непромысловых самцов краба синего в подзоне Приморье, к северу от мыса Золотой, в 2020 и 2022 гг.

Основу уловов самцов синего краба в 2022 г. составляли особи с ШК 110-149 мм (min = 96 мм, max = 198 мм, $s_{\bar{c}} = 3,477$). Средний размер самцов составлял 137,9 мм, промысловых самцов – 156,9 мм (рис. 14).

Как видно из рисунка 14, в 2022 г. в уловах доминировали самцы-пререкруты I-II порядка (110-119 и 120-129 мм по ШК), их суммарная доля достигала 36%.

В то же время, в сравнении с результатами аналогичной ловушечной съемки 2020 г., численность пререкрутов к 2022 г. снизилась более чем в 2 раза, а молодых самцов (с ШК 100-109 мм) – более чем в 5 раз (рис. 15).

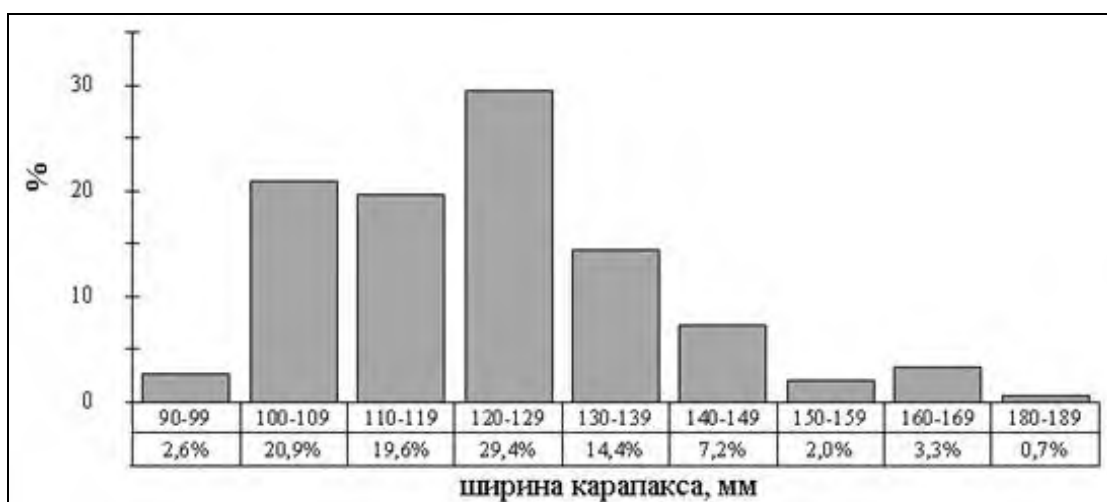


Рис. 14. Размерный состав самцов краба синего по данным ловушечной съемки, выполненной в северо-западной части Татарского пролива в мае-июне 2022 г. (N=56).

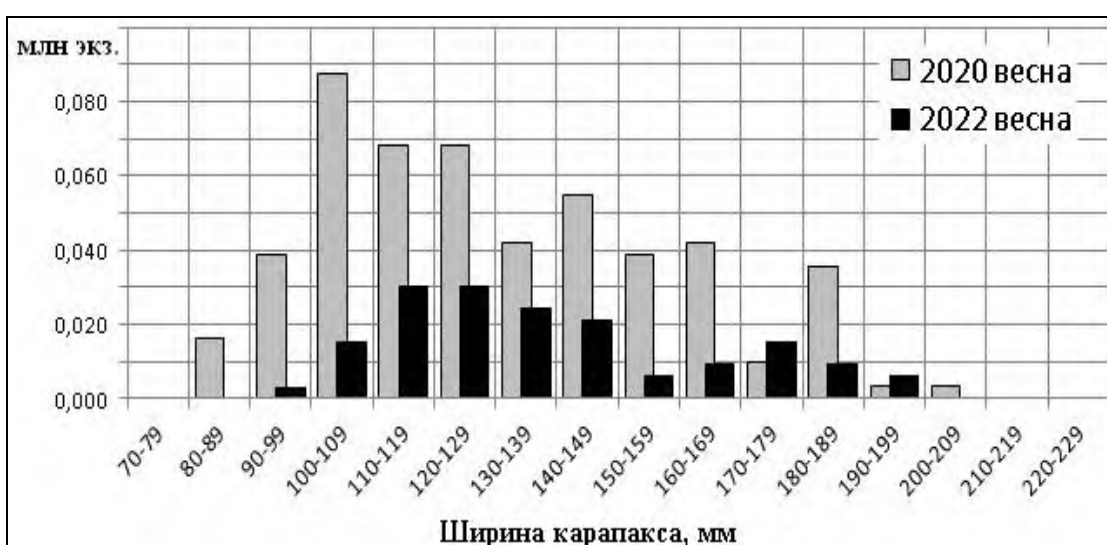


Рис. 15. Размерный состав самцов краба синего по данным ловушечных съемок, выполненных в северо-западной части Татарского пролива весной 2020 и 2022 гг.

В период исследований с 2003 по 2018 гг. на участке от зал. Советская Гавань до мыса Датта (2,392 тыс. км²) из года в год наблюдалось стабильное формирование достаточно плотного скопления молоди как самцов, так и самок синего краба. Это позволяет определить данный участок, как одно из основных мест воспроизводства синего краба, обитающего в северо-западной части Татарского пролива. Согласно многолетним данным, здесь сконцентрировано, в среднем, более 50% от общей численности непромысловых самцов (табл. 7, рис. 16). Соответственно, численность крабов на данном участке можно рассматривать, как индикатор состояния будущего пополнения промыслового запаса.

Таблица 7

Частота встречаемости (ЧВ) непромысловых самцов краба синего на участке от зал. Советская Гавань до мыса Датта (49°00′-49°18′ с.ш.)

Год	2003	2009	2012	2017	2018	2020	2022
ЧВ, %	61,7	49,7	46,1	50,1	75,4	88,9	60,6

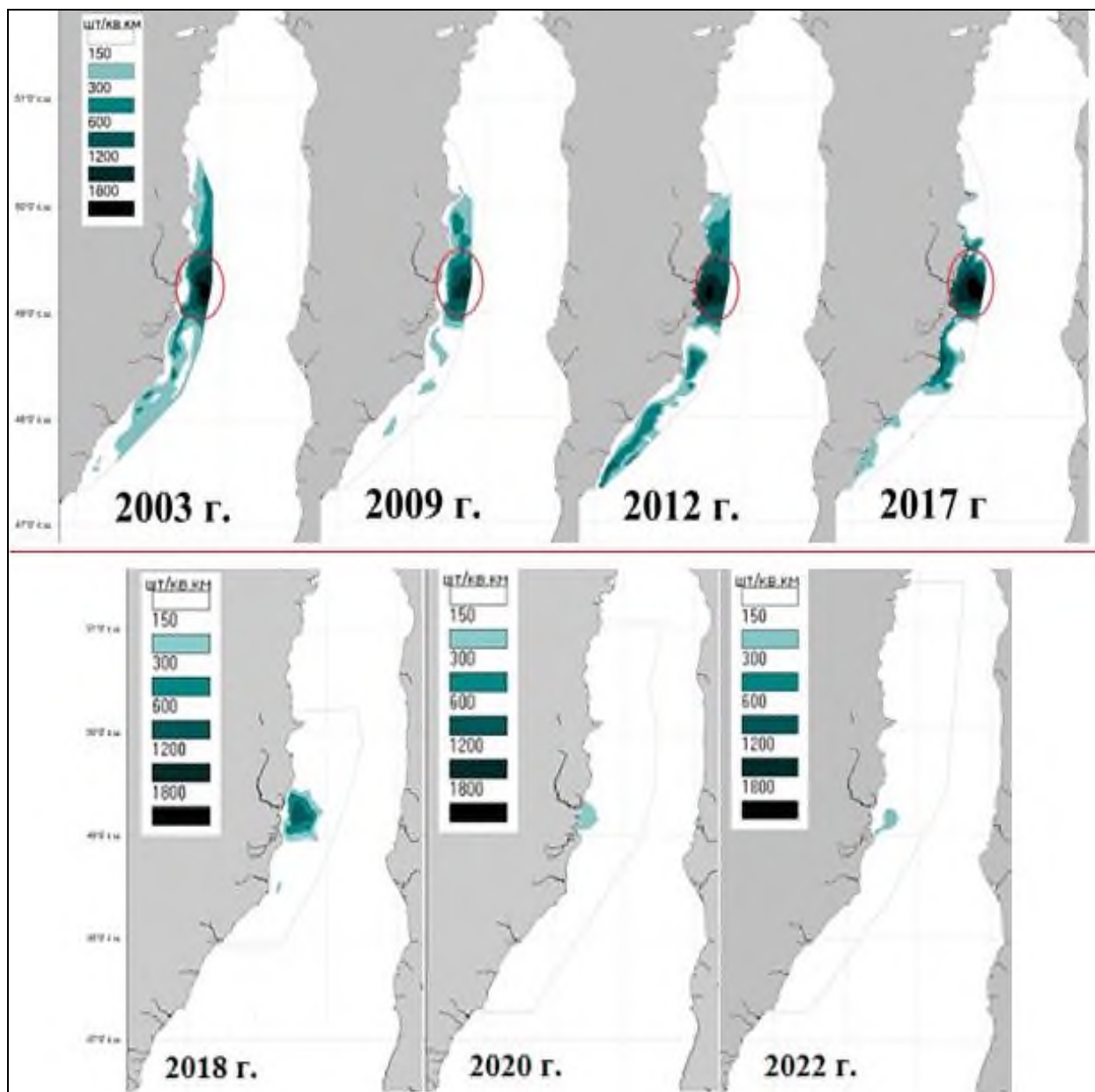


Рис. 16. Распределение (экз./км²) непромысловых самцов краба синего в подзоне Приморье (к северу от м. Золотой) с 2003 по 2022 гг.

Согласно результатам анализа, с 2018 по 2022 гг. на указанном участке отмечалось значительное снижение плотности скоплений, а также численности непромысловых самцов синего краба (табл. 8). Похожая тенденция отмечается и в целом для всей северо-западной части Татарского пролива.

Таблица 8

Численность непромысловых самцов краба синего
на участке от зал. Советская Гавань до мыса Датта (49°00′-49°18′ с.ш.)

Год	2017	2018	2020	2022
Численность, млн. экз.	1,818	0,696	0,248	0,094
Плотность, экз./км ²	760	291	104	20

Определение биологических ориентиров. Биологические ориентиры оценивались на основе результатов моделирования динамики биомассы запаса конечно-разностной моделью с запаздыванием. Граничным ориентиром по биомассе B_{lim} служила величина, равная 20% биомассы, соответствующей максимальной численности пополнения. Граничный ориентир по промысловому изъятию u_0 определялся исходя из объема, необходимого для проведения НИР [Бабаян, 2000], и равен отношению этого объема (10 т) к граничному ориентиру по биомассе. В качестве целевого ориентира по промысловому изъятию u_{tr} выбрано математическое ожидание оценки максимального устойчивого вылова (MSY). MSY оценивался по результатам имитационного моделирования при различных долях изъятия. Соответственно, в качестве целевого ориентира по биомассе выбрано математическое ожидание биомассы, соответствующей MSY ($B_{tr} = B_{MSY}$). Биологические ориентиры для синего краба подзоны Приморье приведены в *таблице 9*. Для подзоны Приморье граничный ориентир для синего краба, получен в результате моделирования динамики запаса конечно-разностной моделью с запаздыванием, определен в 2,4 тыс. т, целевой – 3,45 тыс. т.

Таблица 9

Биологические ориентиры для краба синего в подзоне Приморье (биомасса в тыс. т)

Граничный ориентир по биомассе (B_{lim})	Целевой ориентир по биомассе (B_{tr})	Граничный ориентир по промысловому изъятию для выполнения НИР (u_0)	Целевой ориентир по промысловому изъятию (u_{tr})	Граничный ориентир по доле промыслового изъятия (u_{lim})
2,4	3,45	1%	10%	20%

Обоснование правила регулирования промысла. Правила регулирования промысла (ПРП) для краба синего в подзоне Приморье конструировались на основе модификации «предосторожного» подхода, принятого во ВНИРО [Бабаян, 2000]. Графическое представление ПРП приведено на *рисунке 17*.

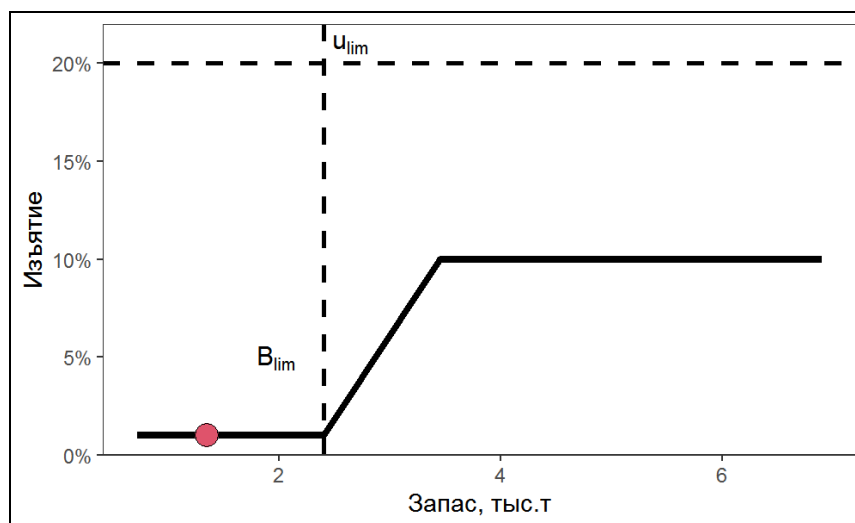


Рис. 17. Графическое представление ПРП для краба синего в подзоне Приморье.

Прогнозирование состояния запаса. Оценка запаса в 2024 году,

полученная по результатам математического моделирования находится в доверительном интервале до 3,83 тыс. тонн, в среднем составляя 1,54 тыс. т, что более чем в 1,5 раза ниже граничного ориентира (рис. 18).

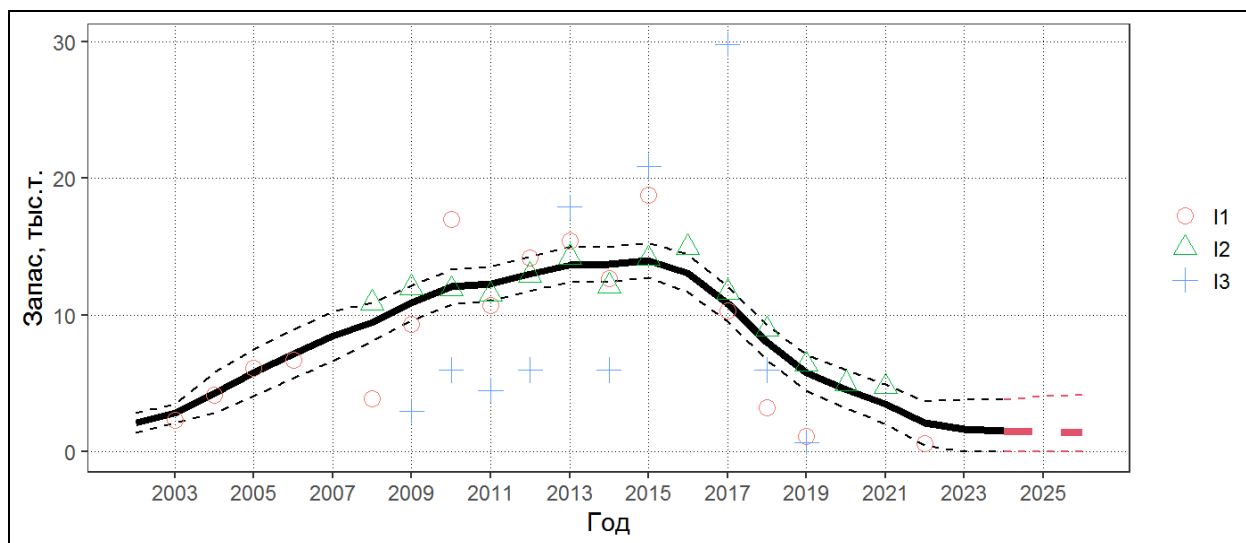


Рис. 18. Динамика биомассы запаса синего краба подзоны Приморье. I1 – оценки запаса по результатам учётных съёмок, I2 – индексы уловов по материалам промысловой статистики, I3 – индекс уловов на усилие по ловушечным съёмкам.

Оценку прогнозируемой величины промыслового запаса на 2026 год получили в результате имитации динамики биомассы этого запаса. Для построения прогнозного значения были использованы оптимизированные алгоритмы вышеуказанной модели.

Моделирование, выполненное с использованием данных учётных съёмок, показало, что прогноз запаса находится в 95% доверительном интервале до 4,16 тыс. т, при средней величине – 1,34 тыс. тонн, что ниже граничного ориентира в 1,8 раза.

Вероятность того, что промысловая биомасса синего краба и в 2026 году окажется ниже граничного ориентира, высока. Ее оценка составляет $P(B_{2026} \leq B_{lim}) = 0,55$ (рис. 19).

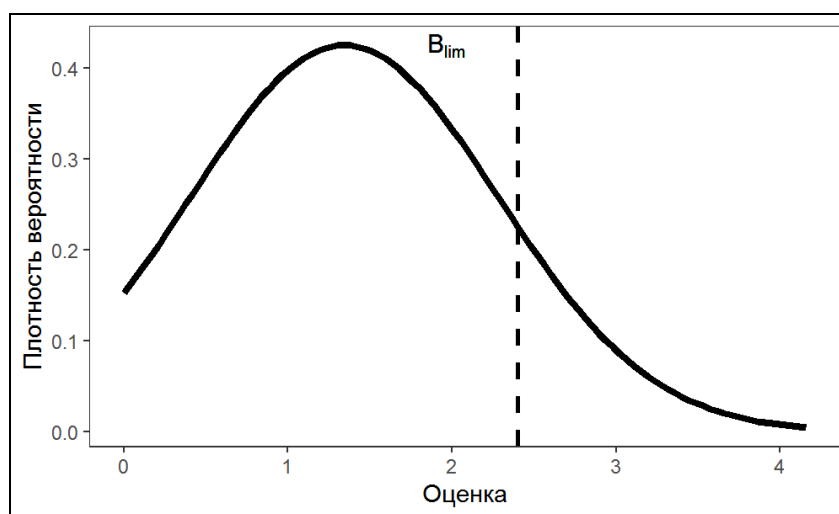


Рис. 19. Распределение ожидаемой в 2026 г. биомассы запаса синего краба подзоны Приморье.

Диаграмма Кобе, иллюстрирующая динамику состояния системы запас-промысел синего краба в подзоне Приморье представлена на *рисунке 20*.

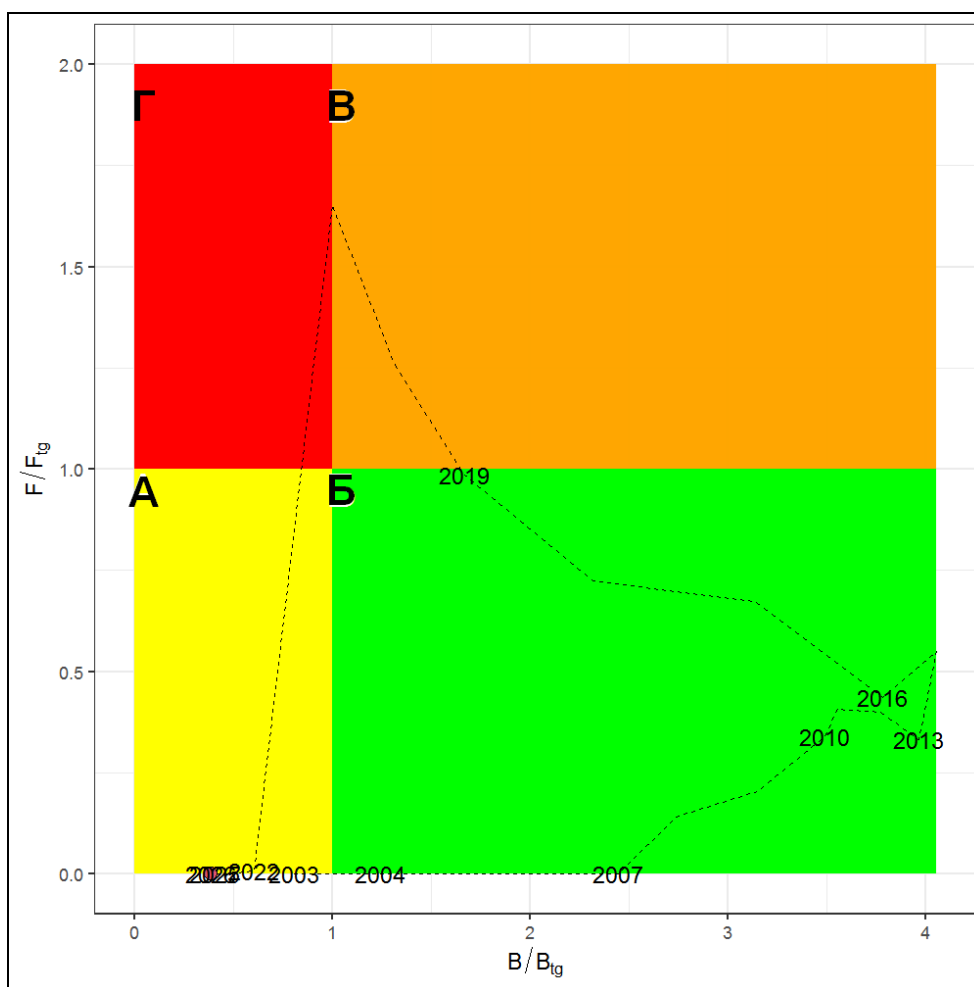


Рис. 20. Диаграмма Кобе для синего краба подзоны Приморье.

При расчётах по оси X отложено отношение оценки промысловой биомассы в год t к целевому ориентиру по биомассе (биомассе обеспечивающей максимальный устойчивый вылов) $\frac{B_t}{B_{MSY}}$.

По оси Y отложено отношение оценки промысловой смертности в год t к целевому ориентиру по промысловой смертности (изъятию, обеспечивающему максимальный устойчивый вылов) $\frac{F_t}{F_{MSY}}$.

На *рисунке 20* выделяется четыре сектора:

А – представляет ситуацию, когда при низкой биомассе на запас осуществляется низкий промысловый пресс;

Б – при высокой численности нагрузка на запас оптимальна либо субоптимальна, при данном состоянии системы запас-промысел запасу не угрожает перелов;

В – при высокой численности наблюдается высокая промысловая нагрузка, что может привести к перелову;

Г – соответствует высокой промысловой нагрузке при низком обилии запаса.

Обоснование объема ОДУ. Состояние популяции краба синего, как в основном районе воспроизводства (северо-западной части Татарского пролива), так и в целом по подзоне Приморье, имеет тенденцию на снижение. За последние несколько лет (в 2020, 2022-2024 гг.) оценки промыслового запаса оказывались ниже граничного ориентира. Учитывая, что результаты моделирования на ближайшие годы не дают оснований предполагать восстановления промысловых запасов, состояние запаса краба синего в подзоне Приморье следует считать неудовлетворительным.

В связи с этим, на 2026 г. целесообразно рекомендовать ОДУ краба синего в подзоне Приморье в объемах, необходимых для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.

При проведении НИР в подзоне Приморье (площадь района исследований составляет около 70 тыс. км²) для выполнения ловушечных и траловых съёмок необходимо ресурсное обеспечение в объеме 5,0 т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба синего в подзоне Приморье на 2026 г. в объеме 0,005 тыс. т исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.**

Краб колючий (*Paralithodes brevipes*)

61.02 – зона Восточно-Камчатская

61.02.1 – подзона Карагинская

Исполнитель: П.Ю. Иванов (КамчатНИРО)

Куратор: М.В. Переладов (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. В 2024 г., как и в 2023 г., специализированные научные исследования по колючему крабу в Карагинской подзоне не проводились. Основанием для прогноза на 2026 г. послужили данные, полученные в ходе проведения НИР по шельфовым видам крабов в прибрежной зоне Олюторского залива в 2000 г.

Использованы материалы 38 контрольных станций, выполненных коническими ловушками в августе-сентябре. Учетная ловушечная съемка проведена на промысловом боте ПК-1001 (ООО «Эменкут») в районе с координатами 166°50' с.ш. и 167°10' в.д., на глубинах 3-45 м. Кроме того, при расчете промыслового запаса использовались данные об уловах с промысловых порядков. Площадь облова одной конической ловушки принималась равной 4100 м². Площадь района исследований составляла 250 км².

Сбор и обработка первичных материалов выполнялись по стандартным гидробиологическим методикам. Для анализа и обработки данных использовалась программа электронных таблиц Excel v.7.0 с пакетом статистического анализа. Оценка запаса получена с использованием программы «КартМастер v.4.1», методом сплайн-аппроксимации. ОДУ, как и в прежние годы, принимался равным 10% от промыслового запаса.

Структура и качество доступного информационного обеспечения соответствуют III уровню (прил. 1 к Приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.), что позволяет использовать только экспертный подход.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Оценка запаса получена 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]. Метод позволяет восстановить плотность в виде «плавного рельефа», на котором высота поднятий и впадин пропорциональна плотности запаса.

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

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Популяция колючего краба в Олюторском заливе в настоящее время промыслом не используется. Единственный раз промысел колючего краба проводился в 2007 г., тогда вылов составил 2,95 т. В 2008 г. и 2012 г., в режиме НИР, было

выловлено всего лишь 0,047 и 0,008 т краба, соответственно (табл. 1). Все последние годы степень освоения ОДУ оставалась незначительной и не превышала 7,4%. Если до 2011 г. ОДУ составлял 0,04 тыс. т, то в 2012 г., в связи с многолетним отсутствием промысла, ОДУ колючего краба был снижен до 0,01 тыс. т.

Таблица 1

Межгодовая динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ
колючего краба в Карагинской подзоне

Год	ОДУ, т	Вылов, т	Освоение ОДУ, %
2009	40	0	0,0
2010	40	0	0,0
2011	40	0	0,0
2012	10	0,008	0,1
2013–2023	10	0	0,0
2024	10	0,004	0,04

При проведении учетных донных траловых съемок в заливах Корфа и Карагинском на минимальных глубинах исследований в уловах тралов единично встречались особи колючего краба. Эти данные подтверждают наличие колючего краба в Карагинской подзоне, однако, не позволяют оценить его численность.

В 2000 г. среднесуточные уловы промысловых самцов не превышали 2 экз. на одну коническую ловушку. Самцы промыслового размера концентрировались, в основном, на глубинах от 5 до 8 м, здесь максимальные уловы составляли 9,5 экз. на ловушку в сутки, на больших глубинах уловы уменьшались до 0,1–1,5 экз.

Средний размер промысловых самцов колючего краба был равен $119 \pm 0,4$ мм, непромысловых – $83 \pm 0,6$ мм, самок – $93 \pm 0,4$ мм. Средний вес промыслового самца был равен 1,0 кг, непромыслового – 0,3 кг.

Численность промысловых самцов колючего краба в Олюторском заливе в 2000 г. была оценена в 0,4 млн экз., промысловый запас – в 0,4 тыс. т. Численность непромысловых самцов была оценена в 0,25 млн экз., численность самок – 1,05 млн экз.

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

Прогнозирование состояния запаса. Нерегулярность исследований, отсутствие адекватной информации о состоянии запаса и данных о пополнении, а также полное отсутствие промысла делают невозможным прогнозирование состояния запаса.

Обоснование объема ОДУ. Отсутствие за последние годы каких-либо данных о состоянии популяции краба колючего в Карагинской подзоне не позволяет сколь-либо точно прогнозировать его численность, поэтому для

оценки текущего состояния запаса используется экспертная оценка: ОДУ краба колючего в 2026 г. в Карагинской подзоне рекомендуется в объеме 10,0 т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба колючего в Карагинской подзоне на 2026 г. в объеме 0,010 тыс. т исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.**

Краб колючий (*Paralithodes brevipes*)

61.04 – зона Южно-Курильская

Исполнители: Д.А. Галанин, А.В. Лученков (СахНИРО)
Куратор: М.В. Переладов (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Подготовка прогноза ОДУ на 2026 г. базируется на следующих источниках:

- материалы, полученные в рамках контрольного лова и наблюдения на промысле в 1996-2000 гг. и в 2018-2022 гг.;
- материалы донно-траловых и ловушечных съемок в рамках НИР 2002, 2005-2009 и 2011 гг., а также ловушечной съемки 2017 г. (рис. 1);
- материалы планктонной съемки, выполненной в 2008 г.;
- данные промысловой статистики из информационной системы ОСМ ВБ «Росрыболовство» за 2004-2024 гг.

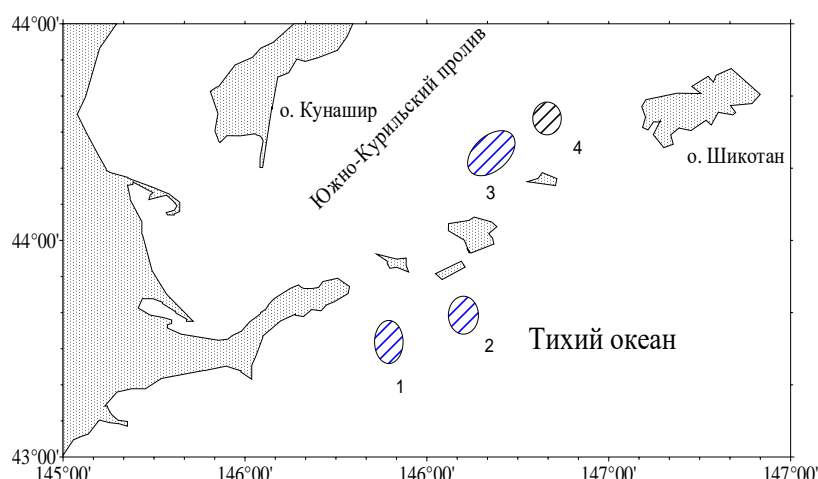


Рис. 1. Карта-схема полигонов ловушечной съемки, выполненной в зоне Южно-Курильской в августе-сентябре 2017 г.

Также использованы литературные данные о ряде биологических параметров колючего краба южных Курильских островов [Галанин и др., 2010].

Согласно Приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, по характеру первичной информации прогноз ОДУ по колючему крабу в Южно-Курильской зоне соответствует II уровню информационной обеспеченности:

Обоснование выбора методов оценки запаса. Имеющиеся в наличии данные личиночной съемки [Галанин и др., 2010; Клитин, Абрамова, Чумаков, 2010] и данные биологических анализов, полученные из ловушечных уловов в ходе работ на скоплениях колючего краба, позволяют выполнить оценку запаса колючего краба на основе количества личинок, плодовитости и соотношения полов. Оценки использовали для настройки модели [Черниенко, 2016].

На нескольких полигонах выполнили мониторинг изменения уловов на

усилие, и оценку плотности скоплений промысловых скоплений методом истощения. Использовали обобщенную модель Лесли с фильтром Калмана, реализованную в программе ОМЛ ФК [Михеев и др., 2012].

В качестве входных данных для модели использовали данные о среднем улове на ловушку, среднем за промысловый сезон улове на судосутки и сведения о годовом изъятии на скоплении, полученные из данных промысловой статистики.

Оценка запаса производилась с помощью продукционной модели Шефера. Исходя из классической параболической зависимости продуктивности популяции от ее фактической биомассы, полагая, что часть продукции используется промыслом в виде улова, а сама продукция определяется биомассой популяции, в свою очередь, зависящей от промысла, уравнение можно представить в виде:

$$Y_w = qfB_{wx} - q^2 f^2 B_{wx} \cdot (1/k), \text{ где:}$$

q – коэффициент улавливаемости – безразмерная величина;

f – промысловое усилие, например, количество судов, рыбаков, орудий лова;

B_{wx} – максимальная уравновешенная биомасса, емкость среды;

k – коэффициент, характеризующий мгновенную скорость роста запаса при отсутствии лимитирующего влияния плотности – биотический потенциал.

Для оценки априорных значений параметров модели и величины запаса использованы как результаты оценок запаса методом полигонов, так и материалы обработки данных водолазных съемок.

Правила регулирования промысла (ПРП) сформированы на основе «принципа предосторожного подхода» [Бабаян 2000].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. По официальным данным Сахалино-Курильского территориального управления, годовой вылов колючего краба у южных Курильских островов до 2000 г., когда был введен запрет на промысел, неуклонно снижался. Запрет на промышленный лов продлился с 2000 до 2016 гг. Данный шаг был предпринят не только из-за опасения за состояние самцов колючего краба, но и в связи с катастрофическим падением численности двух других особо ценных объектов – камчатского и четырехугольного волосатого крабов. В ходе промысла колючего краба часто происходила подмена его другими, более ценными видами крабов.

В 2017 г. промышленный лов колючего краба в Южно-Курильской зоне был восстановлен. Величины изъятия за 2017-2024 гг. представлены в *таблице 1*.

В 2024 г. произошла смена рыбодобывающих предприятий на промысле колючего краба, недолов данного вида связан с естественными ограничениями промысла: природно-климатическими условиями региона, частыми штормами, годовой динамикой физиологического состояния краба. Данный вид не совершает длительных нерестовых миграций. Во время нереста половозрелые самцы и самки смещаются ближе к берегу, где образуют нерестовые агрегации на каменисто-скалистых грунтах в диапазоне глубин 5-60 м, в зарослях водорослей.

Таблица 1

Динамика ОДУ и вылова колючего краба у Южных Курильских островов (т)

Год	ОДУ, т	Вылов, т	Освоение, %	Вылов на 1 судно т/порядок
2010-2016	110-130	0	0	0
2017	130	105,5	81	0,18
2018	130	86	66,2	0,32
2019	260	224,4	86,3	0,09
2020	260	140,5	54,1	0,10
2021	260	114,8	44,2	0,14
2022	260	181	69,6	0,19
2023	152	120	78,9	0,18
2024	137	54,2	39,6	0,12

Регулярное недоосвоение выделяемого объема, в первую очередь, было обусловлено недостаточным интересом промысловиков к освоению ресурсов колючего краба, поскольку этот вид до недавнего времени рассматривался больше как объект любительского промысла, что, в свою очередь, было связано со спецификой промысла краба в силу его биологических особенностей. До июля колючий краб обитает вблизи береговой полосы, в самых мелководных участках побережья южных Курильских островов со сложными гидродинамическими условиями, где практически недоступен для облова. Основной вылов, как правило, приходится на период с августа до конца октября, когда крабы мигрируют от берега на более глубоководные участки, где становится возможным проведение промысловых операций добывающими судами.

В последнее время, на фоне общей тенденции истощения запасов большинства традиционно эксплуатируемых промысловых объектов, наблюдается рост интереса добывающих организаций к этому объекту.

С 1996 по 1999 гг. произошло трехкратное падение величины уловов на усилие, что говорит о заметном сокращении запаса. Биостатистические данные, полученные в 2000 году, также подтвердили невысокий уровень запаса колючего краба, сложившийся в предыдущие годы. Уловы промысловых самцов составляли 0,64 экз./лов., непромысловых самцов – 0,07 экз./лов. и самок – 0,026 экз./лов.

В 2002 г. наметился рост уловов на усилие по всем размерно-половым группам. По сравнению с 2000 г., уловы промысловых самцов увеличились почти в три раза и составили 1,8 экз./лов. До 2005 г. уловы на усилие продолжали расти. Данные научных исследований, проведенных в летний период 2005 г., показали, что уловы на усилие колючего краба в то время достигали максимальных, за предыдущие 10 лет, значений. В период проведения исследований средние уловы на усилие промысловых самцов составляли 5,4 экз./лов., непромысловых самцов – 3,1 экз./лов., самок – 4,2 экз./лов. В 2006 году средние уловы на усилие составили: промысловых самцов – 3,84 экз./лов., непромысловых самцов – 2,11 экз./лов., самок – 3,71

экз./лов.

В 2007 г. средние уловы на усилие составили: промысловых самцов – 4,36 экз./лов., непромысловых самцов – 2,18 экз./лов., самок – 5,35 экз./лов.

В 2008 г. средние уловы на усилие снизились по сравнению с предыдущим годом и составили: промысловых самцов – 3,21 экз./лов., непромысловых самцов – 0,79 экз./лов., самок – 3,66 экз./лов.

За весь период исследований 2009 г. уловы промысловых самцов колебались в пределах 0,10 до 15,90 экз./лов. (в среднем – 5,19 экз./лов.), уловы самок изменялись в пределах от 0,02 до 16,20 экз./лов., в среднем составив 2,90 экз./лов. Уловы самцов непромыслового размера варьировали от 0,06 до 7,40 экз./лов., в среднем составив 1,20 экз./лов. Динамика уловов на промысловое усилие представлена на *рисунке 2*.



Рис. 2. Динамика уловов (экз./лов.) краба колючего у берегов южных Курильских островов в 1996–2009 гг.

Увеличение уловов на усилие и средних размеров особей в период с 2002 до 2009 гг., а также присутствие в уловах различных размерно-половых групп, позволяют говорить об улучшении состояния популяции и росте численности этого объекта в прибрежье южных Курильских островов.

С 2010 по 2016 гг. ОДУ был рассчитан, но промысловые квоты не распределялись.

С 2017 по 2024 годы вылов колючего краба колебался от 54,2 т до 224 т (наименьшее освоение ОДУ было в 2024 г. – 39,6%, а наибольшее – в 2019 г. – 86,3%). Средние уловы на усилие с 2017 по 2024 гг. составили: промысловых самцов – 2,34 экз./лов. при изменении от 1,29 экз./лов. в 2019 г., до 4,63 экз./лов. – в 2018 г. В 2024 г. средний улов промысловых самцов составил 0,12 т/порядок и 1,71 экз./лов. (*рис. 3*).

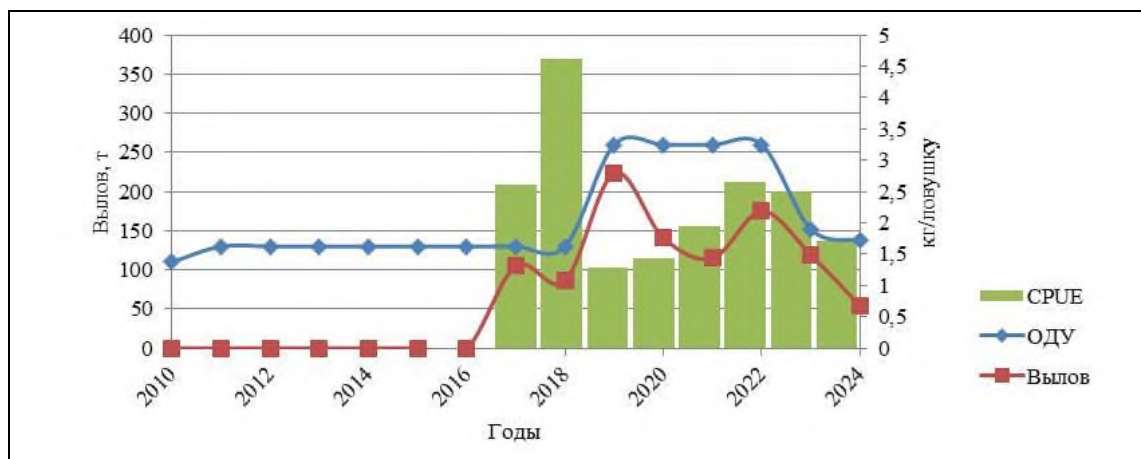


Рис. 3. Динамика официального вылова и уловов на ловушку краба колючего в районе Южных курильских островов с 2010 по 2024 гг. Примечание: CPUE – кг/ловушку.

Изменение средних размерных характеристик также отражает общую тенденцию изменений состояния запаса колючего краба. С 1996 по 2011 гг. средние размеры самцов из уловов варьировали от 87,5 мм в 2005 г. до 128,6 мм – в 2000 г., самок – от 93,9 мм в 2002 г. до 125 мм – в 2011 г. (рис. 4).

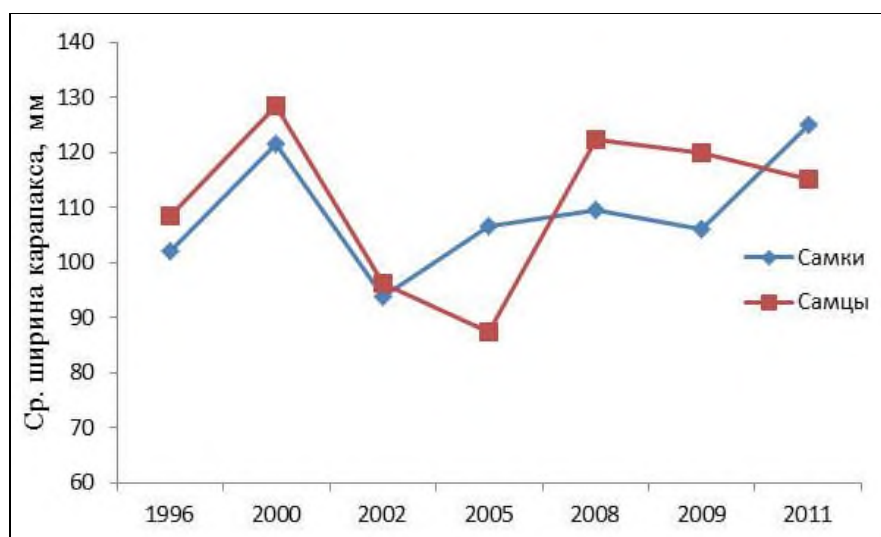


Рис. 4. Динамика изменения среднего размера краба колючего у южных Курильских островов по данным 1996–2011 гг.

В 2017 г. в уловах наблюдались самцы колючего краба размерами от 72 до 184 мм по ширине карапакса, в среднем – 117 мм (рис. 5). Средний вес промыслового самца составлял 1,29 кг. Размеры самок в уловах составляли от 72 до 156 мм по ширине карапакса, в среднем – 105 мм. В 2019 году в уловах наблюдались самцы колючего краба размерами от 85 до 187 мм по ширине карапакса, в среднем – 126,5 мм. Средний вес промыслового самца составил 1,49 кг. Размеры самок в уловах составляли от 90 до 160 мм по ширине карапакса, в среднем – 116,6 мм. В 2020 году в уловах наблюдались самцы колючего краба размерами от 77 до 172 мм по ширине карапакса, в среднем – 119,2 мм. Средний вес промыслового самца составил 1,43 кг. Размеры самок в уловах составляли от 74 до 162 мм по ширине карапакса, в среднем – 107,9 мм. В 2021 году в уловах наблюдались самцы колючего

краба размерами от 87 до 180 мм по ширине карапакса, в среднем – 125,0 мм. Средний вес промыслового самца составил 1,42 кг. Размеры самок в уловах составляли от 93 до 160 мм по ширине карапакса, в среднем – 117,5 мм. В 2022 году в уловах наблюдались самцы колючего краба размерами от 87 до 175 мм по ширине карапакса, в среднем – 123,9 мм. Средний вес промыслового самца составил 1,42 кг. Размеры самок в уловах составляли от 98 до 160 мм по ширине карапакса, в среднем – 115,7 мм. В 2023 г., по данным рыбопромышленников (ООО «Островной»), доля промысловых самцов составили 35%, из них 20% составляли самцы массой 0,8-1 кг, и 15% приходилось на самцов массой более 1 кг. Доля непромысловых самцов составила 40%, встречаемость самок в уловах составила 25%. Данные на 2024 г отсутствуют.

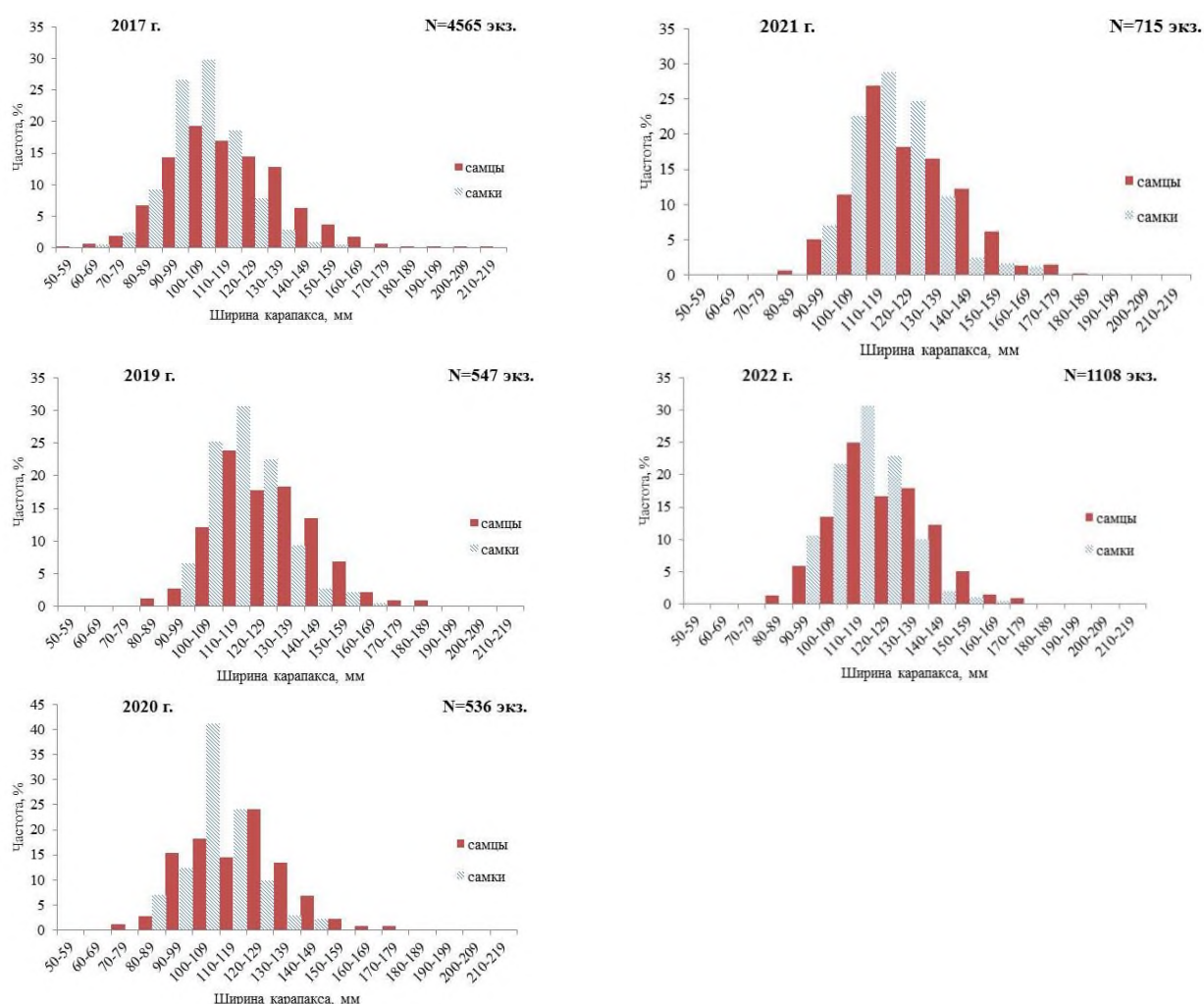


Рис. 5. Размерная структура уловов краба колючего в прибрежной зоне южных Курильских островов в августе 2017-2022 гг.

Таким образом, динамика уловов на усилие колючего краба в прибрежье южных Курильских островов в период с 2017 до 2022 гг., как и динамика средних размеров промысловых самцов, позволяет говорить о стабилизации показателей биопромысловой статистики на среднесноголетнем уровне.

Прогноз состояния запаса. Оценка биомассы запаса колючего краба,

выполнена методом площадей по результатам ловушечной съемки 2017 г. (рис. 6, табл. 2). С учетом площади промысловых скоплений, равной 1437,3 км², определенной на основе многолетних данных по ловушечным уловам, общая биомасса составила 2,557 тыс. т.

Ловушечная съемка в 2017 г. выполнена в летне-осенний период. Было выставлено 211 ловушечных порядков, каждый порядок имел 70 крабовых ловушек, уловы промысловых самцов колебались в пределах 0,01 до 8,27 экз./лов. (в среднем – 0,27 экз./лов.), уловы самок изменялись в пределах от 0,002 до 5,60 экз./лов., в среднем составив 0,30 экз./лов. Уловы самцов непромыслового размера варьировали от 0,01 до 1,89 экз./лов., в среднем составив 0,10 экз./лов.

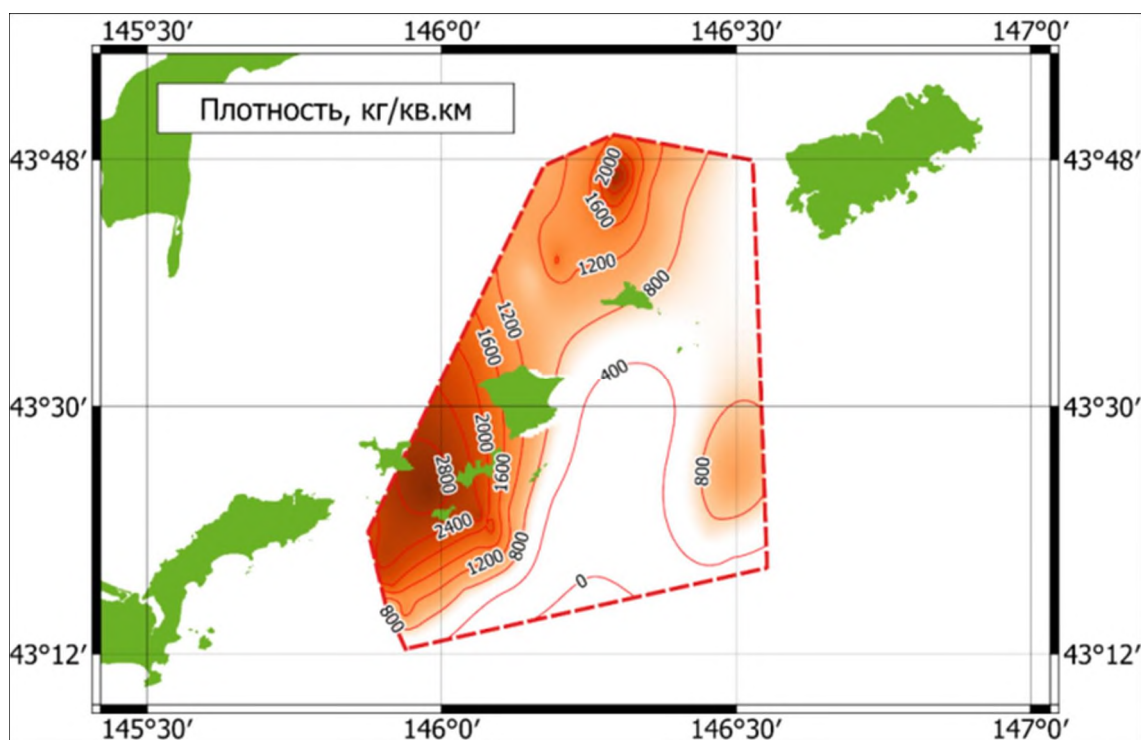


Рис. 6. Пространственное распределение плотности скоплений промысловых скоплений краба колючего.

Таблица 2

Оценка фактора плотности для колючего краба колючего у Южных Курил

Полигон	Площадь, км ²	Биомасса, кг	Плотность, кг/км ²	CPUE, кг/лов.	Фактор плотности
1	43,47	41072	945	0,66	$6,99 \times 10^{-4}$
2	46,48	156892	3375	1,78	$5,27 \times 10^{-4}$
3	50,12	52878	1055	1,36	$1,29 \times 10^{-3}$
4	66,16	116015	1754	2,53	$1,44 \times 10^{-3}$
Среднее					$9,89 \times 10^{-4}$

По результатам моделирования, в 2024 г. оценка запаса находится в 95%-ном доверительном интервале 1,0-2,0 тыс. т, при математическом ожидании – 1,5 тыс. т. Кривая динамики запаса приведена на рисунке 7. Здесь оценка запаса – отношение удельных уловов т/судосутки к коэффициенту улавливаемости.

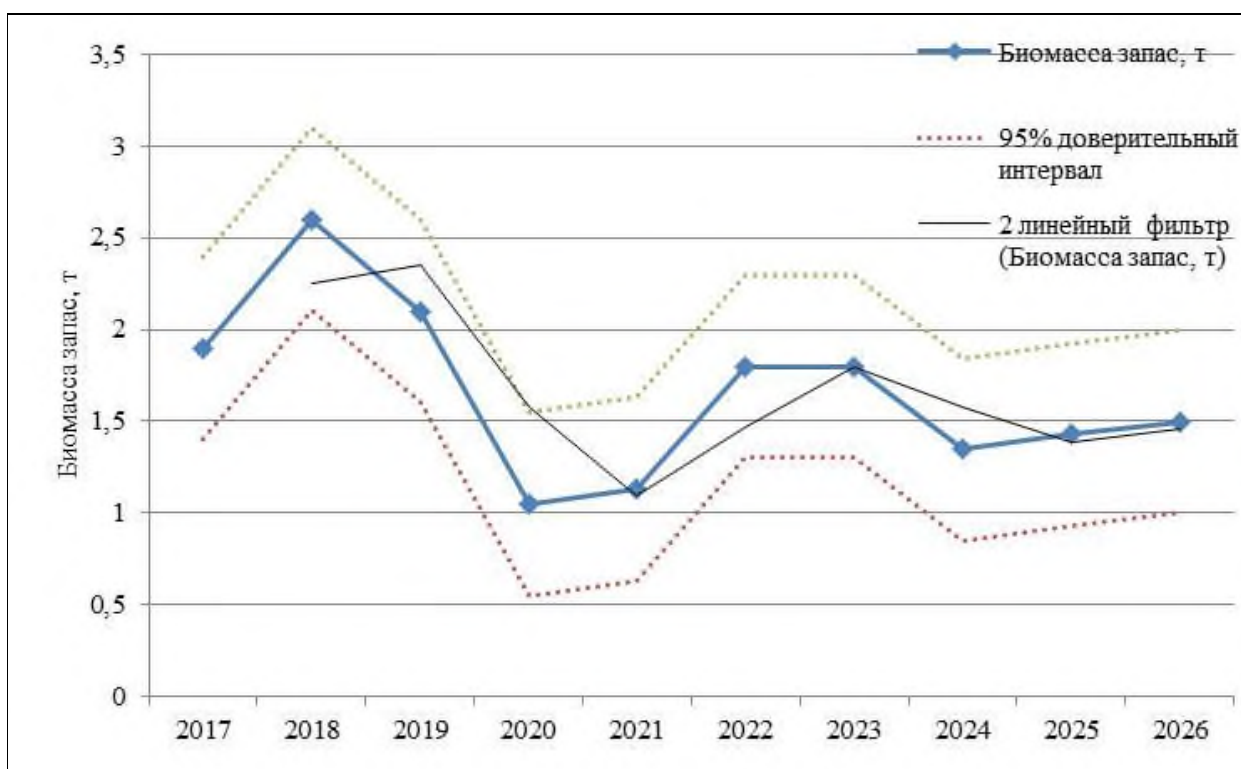


Рис. 7. Математическое ожидание и 95% доверительный интервал оценки биомассы запаса краба колючего у южных Курильских островов в 2017-2026 гг.

Определение биологических ориентиров. Правила регулирования промысла (ПРП) конструировали на основе модификации «предосторожного» подхода, принятого во ВНИРО [Бабаян, 2000].

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. Буферным ориентиром B_{buf} служил 95%-й доверительный интервал этой величины, оцененный в соответствии с вариабельностью оценки численности пополнения. Граничный ориентир по промысловой смертности F_0 определялся исходя из объемов изъятия, необходимых для проведения НИР. В качестве целевого ориентира по промысловой смертности F_{tr} выбрали математическое ожидание оценки максимального устойчивого вылова (MSY). В связи с тем, что в период наблюдений промысловая нагрузка на единицы запаса была незначительной, при восстановлении биомассы после значительного пресса, MSY оценивали по результатам имитационного моделирования при различных режимах изъятия. Соответственно, в качестве целевого ориентира по биомассе выбирали математическое ожидание биомассы, соответствующей MSY (B_{MSY}). Значения биологических ориентиров для колючего краба зоны Южно-Курильской представлены в таблице 3.

Таблица 3

Биологические ориентиры управления для краба колючего в Южно-Курильской зоне

Биомасса, тыс. т		Коэффициент эксплуатации, %	
Граничный, B_{lim}	Целевой, B_{tg}	Граничный, u_{lim}	Целевой, u_{tg}
0,286	1,43	30	16,9

Обоснование правила регулирования промысла. Правило регулирования промысла (ПРП) для запаса колючего краба Южно-Курильской зоны 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 F_{rec} постоянна и соответствует величине изъятия, необходимого для НИР, $F_{rec} = const = F_{lim}$;

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

$$F_{rec} = \frac{(F_{tr} - F_0)(B_t - B_{lim})}{B_{tr} - B_{lim}} + F_0;$$

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

Графическое изображение правила регулирования промысла (ПРП) приведено на рисунке 8.

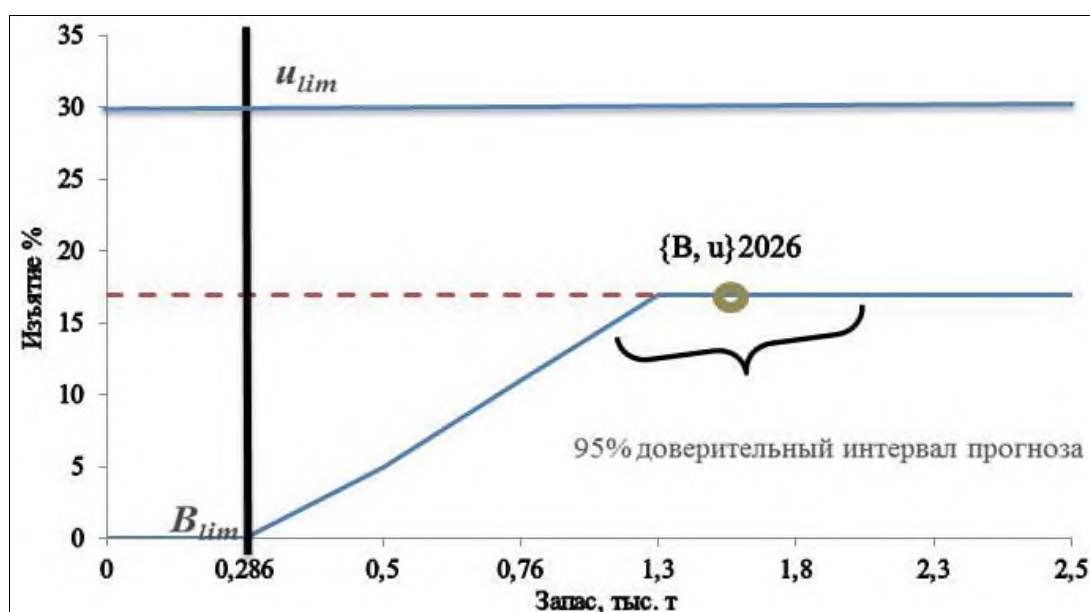


Рис. 8. Графическое представление ПРП для зоны Южно-Курильской.

Прогноз состояния промыслового запаса. Оценку прогнозируемой величины запаса получили в результате имитации динамики биомассы промыслового запаса на двухгодовую перспективу при заданных уровнях промысловой нагрузки. Для построения прогнозного значения запаса на 2026 г. была использована производственная модель Шефера, а также тренды, построенные на основе линейной фильтрации. С учетом изъятия в 2017-2024 гг., ожидаемая в 2026 г. биомасса запаса колючего краба Южных Курил

находится в 95%-ном доверительном интервале 1,0–2,0 тыс. т, при математическом ожидании – 1,5 тыс. т.

Обоснование объема ОДУ. В соответствии с построенным ПРП, рекомендуемое изъятие для всего диапазона значений составит 16,9%. Данные, на которых основан прогноз на 2026 г., получены после перерыва в исследованиях, что обусловило неопределенность прогноза. В связи с этим, при расчёте ОДУ на 2026 г. предлагается ориентироваться на нижнюю границу доверительного интервала прогноза, т.е. 1,0 тыс. т. В соответствии с ПРП, рекомендуемое изъятие, в этом случае, должно быть ниже 15%. В связи периодически низким освоением ОДУ и отсутствием данных по учетным съемкам и мониторингу промысла краба колючего в Южно-Курильской зоне, предлагается объем ОДУ этого вида на 2026 г. оставить на уровне 2025 г. – 0,137 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба колючего в Южно-Курильской зоне на 2026 г. в объеме 0,137 тыс. т.**

Краб колючий (*Paralithodes brevipes*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.1 – подзона Северо-Охотоморская

Исполнители: А.Д. Абаев (МагаданНИРО),
А.В. Харитонов (ХабаровскНИРО)
Куратор: М.В. Переладов (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Источником данных к прогнозу колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне на 2026 г. являются результаты научно-исследовательских работ филиалов ФГБНУ «ВНИРО» (МагаданНИРО и ХабаровскНИРО, совместно с ТИНРО), полученные в ходе ловушечной съемки, проведенной в территориальном море и внутренних морских водах Северо-Охотоморской подзоны в 2024 г., с привлечением материалов наблюдений прошлых лет и промысловой статистики.

В 2024 г. Северо-Охотоморской подзоне была проведена ловушечная съемка с борта НИС «Зодиак» на участке от зал. Бабушкина (59°16′ с.ш., 153°30′ в.д.) до зал. Александры (54°12′8″ с.ш., 139°26′5″ в.д.), в интервале глубин 12-104 м. Работы проводились с 13 августа по 10 октября 2024 г. За указанный период выполнено 186 ловушечных станций (рис. 1, табл. 1). Из них 122 станции в пределах Хабаровского края (западнее 147° в.д.), 45 станций в пределах Магаданской области (восточнее 147° в.д.) и 6 станций на участке у острова Ионы северо-западной части Охотского моря.

Информационное обеспечение прогноза ОДУ можно отнести к III уровню, согласно требованиям Приказа Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104.

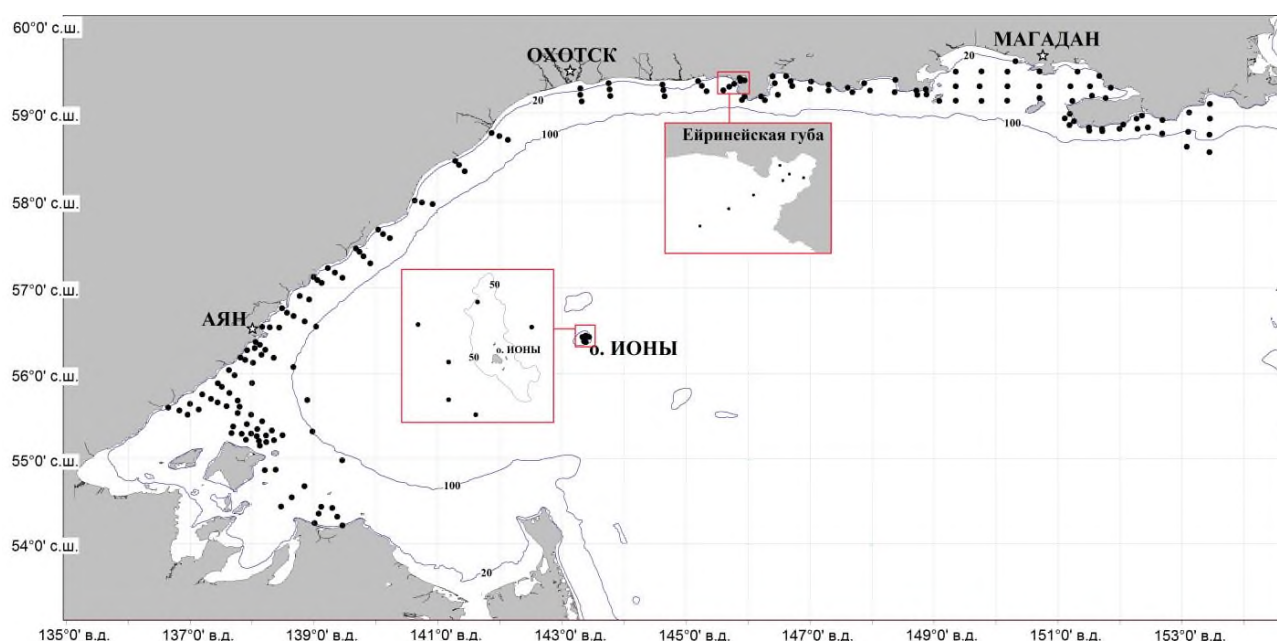


Рис. 1. Карта-схема постановок крабовых ловушечных порядков в ходе съемки на НИС «Зодиак» в августе-октябре 2024 г.

Таблица 1

Объем научно-исследовательских работ по колючему крабу,
выполненных в Северо-Охотоморской подзоне

МагаданНИРО					
Год	Период работ	Район работ	Количество станций, шт.	Расчетная площадь исследований, тыс. км ²	N, экз.
2000–2012	21.04–28.11	57°09'–59°40' с.ш. 139°02'–152°29' в.д.	1285	12,0	28410
2013	04.09–11.10 09.11–06.12	57°39'–59°40' с.ш. 140°08'–153°29' в.д.	174	24,8	1881
2017	26.05–30.06	58°43'–59°29' с.ш. 147°34'–153°29' в.д.	45	12,3	174
ХабаровскНИРО (совместно с ТИНРО)					
2012	июль-сентябрь	53°33'–59°25' с.ш. 140°53'–146°37' в.д.	130	41,5	354
2015	июль-сентябрь	53°54'–59°25' с.ш. 140°21'–146°58' в.д.	116	36,8	557
2018	июль-август	54°14'–59°16' с.ш. 139°01'–146°58' в.д.	105	31,1	189
2022	июль	56°08'–57°08' с.ш. 137°43'–139°01' в.д.	23	1,5	1290
МагаданНИРО и ХабаровскНИРО (совместно с ТИНРО)					
2020	30.08–17.10	53°33'–59°16' с.ш. 136°37'–153°30' в.д.	171	60,0	528
МагаданНИРО и ХабаровскНИРО (совместно с ЦИ ВНИРО, ТИНРО)					
2024	13.08–10.10	54°12'–59°06' с.ш. 139°26'–153°26' в.д.	186	60,3	688

Обоснование выбора методов оценки запаса. Поскольку в Северо-Охотоморской подзоне отмечены существенные пробелы в данных промысловой статистики, в частности, отсутствует достоверная информация о вылове на усилие колючего краба, невозможно применить методы моделирования, поэтому в прогнозе применяется оценка численности запаса, полученная инструментальными методами (учетные ловушечные съемки) с последующей корректировкой ее индекса.

Расчет промыслового запаса колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне проводился методом сплайн-аппроксимации, алгоритм которого описан Д.А. Столяренко [Столяренко, Иванов 1988; Stolyarenko 1986, 1987], при помощи программы «Карт Мастер 4.1» [Поляков, ВНИРО, 2003–2008]. В расчетах применялся средний показатель влияния глубины – 500, параметр сглаживания – 0,032, площадь облова конусовидной ловушки была принята равной 3300 м² [Васильев, 2004].

Для расчета запаса колючего краба использовались данные совместной съемки МагаданНИРО, ХабаровскНИРО и ТИНРО в 2024 г.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. В 2009 г. колючий краб был отнесен к объектам ВБР, для которых ОДУ не устанавливается (рекомендованный вылов – РВ), а наделение предприятий квотами на его вылов стало проводиться по заявительному принципу. Введение такой меры регулирования дало положительный результат, в итоге,

повысилась заинтересованность добывающих предприятий, в промысел включились новые пользователи и, соответственно, освоение ресурса значительно возросло (рис. 2).

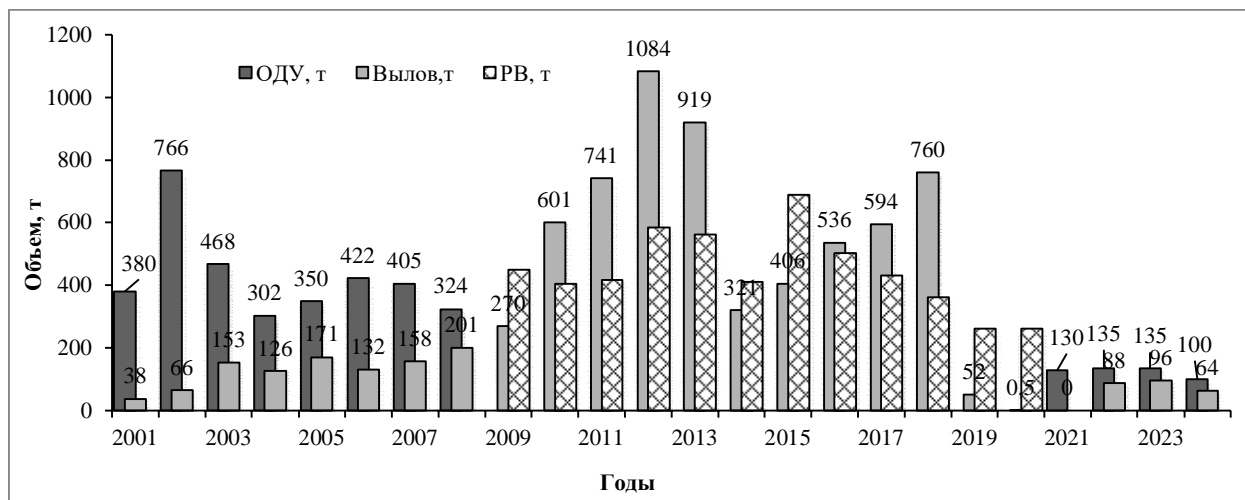


Рис. 2. Динамика величины прогноза (ОДУ, РВ) и объемов вылова колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне за период 2001-2024 гг.

Оборотной стороной перевода колючего краба в объекты, для которых формируется величина РВ, стало то, что существующий механизм регулирования рыболовства видов водных биоресурсов, в отношении которых не устанавливаются ОДУ, оказался не эффективным. Остановка промысла после 100% освоения прогнозных величин, по причине прохождения проектами приказов необходимых процедур, растягивалась на значительное время. В результате, в периоды 2010-2013 гг. и 2016-2018 гг. объемы фактического вылова колючего краба превышали рекомендованные величины (табл. 2).

В 2014 г. период ежегодного запрета промысла был увеличен на 1,5 месяца (утвержден Приказом Минсельхоза от 26.05.2014 г. № 172) – с 1 августа по 15 октября, и Приказом Минсельхоза от 25.09.2014 г. № 369 промысел колючего краба с 22 октября был закрыт до конца 2014 г.

В 2015 г. запретные для добычи колючего краба сроки в Северо-Охотоморской подзоне утверждены Правилами рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна (подпункт в редакции, введенной в действие с 11 марта 2015 г. Приказом Минсельхоза России от 4 февраля 2015 г. № 32) – с 1 августа по 31 августа, а в районе к западу от 147°00' в.д. – с 1 августа по 31 декабря. Таким образом, благодаря принятым мерам регулирования промысла, удалось практически исключить превышение рекомендованного вылова в 2014 и 2015 гг.

Однако, в 2016 г. вылов колючего краба вновь превысил рекомендуемые объемы. На основании Приказа Минсельхоза от 19 августа 2016 г. № 369, с 07 сентября в Северо-Охотоморской подзоне вступил в силу запрет на добычу колючего краба (за исключением рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях). Тем не менее, вылов колючего краба составил 536,1 т (106,4% РВ).

Таблица 2

Освоение объемов РВ и ОДУ колючего краба (%) в Северо-Охотоморской подзоне в период 2009–2024 гг. и возможные причины расхождения фактического вылова с РВ/ОДУ

Годы	Объем РВ/ОДУ, т	Вылов, т	Освоение, %	Причины расхождения фактического объема вылова с объемом РВ
2009	449/0	270	60,1	Отнесен к объектам ВБР, для которых ОДУ не устанавливается (РВ). Лов по заявкам.
2010	405/0	601	148,4	Задержка остановки лова
2011	417/0	741	177,7	Задержка остановки лова
2012	585/0	1084	185,3	Задержка остановки лова
2013	563/0	919	163,3	Задержка остановки лова
2014	411/0	321	78,1	Своевременная остановка лова
2015	690/0	406	58,8	Своевременная остановка лова
2016	504/0	536	106,4	Задержка остановки лова
2017	432/0	594	137,5	Задержка остановки лова
2018	361/0	760	210,5	Задержка остановки лова
2019	261/0	52	19,9	Весь объем РВ зарезервирован общинами КМНС
2020	261/0	0,5	0,2	Освоение осуществлялось только в режиме НИР
2021	0/130	0,0	0,0	Освоение ОДУ не осуществлялось, объемы не были распределены
2022	0/135	88,5	65,5	По промышленным квотам работало 1 среднетоннажное и 1 малотоннажное рыболовные суда
2023	0/135	95,8	71,0	По промышленным квотам работало 2 судна
2024	0/100	64,2	64,2	По промышленным квотам работало 3 судна

В 2017 г. Приказом Минсельхоза от 17.08.2017 г. № 413 рыболовство колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне (за исключением рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях) было закрыто 31 августа. Однако, в 2017 г. вылов колючего краба также превысил рекомендуемые объемы на 37,5% и составил 593,9 т.

Не оказался исключением и 2018 г., когда объем рекомендованного вылова был превышен более чем в 2 раза.

Начиная с 2014 г., часть объема рекомендованного вылова стала резервироваться за общинами КМНС. В 2014 г. доля резерва составляла более 70%, в 2015-2018 гг. этот резерв также принимался, но в меньшем объеме, а в 2019 г. весь объем РВ был передан общинам КМНС Хабаровского края. По данным Амурского ТУ, в 2019 г. при осуществлении традиционного рыболовства было освоено 52 т колючего краба.

С 2021 г., на основании Приказа Минсельхоза от 30.12.2019 г. № 733, краб колючий в Северо-Охотоморской подзоне включен в перечень видов водных биологических ресурсов, в отношении которых устанавливается ОДУ. Однако, в 2021 г. освоение объемов ОДУ колючего краба не осуществлялось, поскольку перечень пользователей, между которыми должны распределяться доли квот на промысле колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне, был утвержден лишь 15 октября 2021 г. Приказом Росрыболовства № 639.

В 2022 г. промысел колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне осуществляло среднетоннажное судно в районе от м. Лантарский (56°11' с.ш.) до бух. Феодота (57°09' с.ш.), на глубинах 10-35 м. Вылов составил 70,4 т. По данным ССД и Амурского территориального управления Росрыболовства, вылов в 2022 г. составил 88,5 т.

В 2023 г. промысел колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне осуществляли два судна типа РС и СРТ в районе от м. Лантарский (56°10' с.ш.) до м. Оджан (57°30' с.ш.), на глубинах 11-55 м. Вылов составил 70,7 т. Вылов по всем видам пользователей составил 95,8 т.

В 2024 г. промысел колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне осуществляло 3 судна в традиционных районах: от м. Лантарский (56°11' с.ш.) до м. Оджан (57°30' с.ш.), на глубинах 10-68 м. Вылов составил 59,1 т, однако, общий вылов по всем видам пользователей составил 64,2 т.

В среднем, суточный вылов в 2024 г., по данным ССД, составлял 1,355 т, что сравнимо с показателями 2023 г. (табл. 3). Для судов типа РС и СРТ суточные уловы до 1,5 т на промысле колючего краба являются нормальными и их можно рассматривать как достоверные.

Таблица 3

Распределение среднесуточного вылова (т) колючего краба
в Северо-Охотоморской подзоне подекадно в период 2009-2024 гг.

Декада/ месяц	Год*												
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2022	2023	2024
1/5	–	–	–	–	–	–	–	–	0,702	–	–		
2/5	–	–	–	–	–	0,509	–	–	1,460	2,980	–		
3/5	–	–	0,106	–	–	0,742	–	–	0,845	2,278	–		3,150
1/6	–	–	0,351	–	0,193	1,079	1,918	0,358	2,899	2,798	5,634		2,458
2/6	0,025	–	0,545	0,788	0,706	0,597	1,414	0,697	2,649	2,472	6,658		
3/6	0,814	–	2,248	1,383	1,137	1,381	1,195	2,163	4,106	4,864	–		
1/7	0,940	0,820	2,113	1,738	1,587	1,534	1,353	2,498	2,704	6,164	5,258	1,200	2,106
2/7	1,458	2,101	3,108	1,731	1,675	2,584	3,082	2,144	2,692	4,742	3,534	1,036	1,287
3/7	1,235	2,242	2,670	2,043	2,072	1,924	6,005	1,953	2,208	2,654	1,051	1,598	0,656
1-3/8	Период ежегодного запрета промысла												
1/9	1,306	1,764	2,028	1,783	2,470	–	0,217	–	–	–	–		
2/9	0,486	1,761	3,032	2,203	2,450	–	0,108	–	–	–	–		
3/9	0,883	1,918	1,101	1,799	1,449	–	0,792	–	–	–	–		
1/10	0,788	3,722	0,539	1,508	0,774	–	0,659	–	–	–	–		
2/10	1,462	4,682	1,687	1,211	1,934	–	–	–	–	–	–		
3/10	0,702	1,500	2,606	–	–	–	–	–	–	–	–		
1/11	0,421	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		
2/11	–	–	–	–	–	–	0,205	–	–	–	–		
Средний вылов в летний период	0,894	1,721	1,592	1,537	1,228	1,294	2,495	1,636	2,777	3,575	3,981	1,327	1,355
Средний вылов в осенний период	0,864	2,558	1,832	1,701	1,815	–	0,396	–	–	–	–	–	–
Судов на промысле, ед.	13	14	10	18	17	6	9	8	7	6	1	2	3

Примечание: * – в период 2019-2021 гг. промысел колючего краба не осуществлялся.

Наряду с судовым промышленным ловом, существенный вклад в освоение вида вносили индивидуальные предприниматели и рыбаки-любители на маломерных судах, не требующих обязательной подачи ССД. Часть прибрежной акватории Северо-Охотоморского побережья является традиционным местом лова колючего краба, а характер местообитания и биология колючего краба позволяют рыбакам-любителям добывать его практически круглый год. В период с 2008 г. (по данным Охотского ТУ

Росрыболовства) в пределах Магаданской области ежегодный вылов колючего краба рыбаками-любителями изменялся от 0,244 т (0,1% от РВ) до 14,530 т (4,5% от РВ), а в среднем составлял 10,52 т. По данным Северо-Восточного ТУ и ССД, на долю пользователей, не требующих обязательной подачи ССД, в период 2014-2018 гг. приходилось от 27,5 до 55,2% общего вылова колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне. За период 2019-2024 гг. подобная статистика отсутствует.

Колючий краб широко распространен в прибрежной зоне Охотского моря. Он образует локальные промысловые скопления на мелководных участках шельфа с глубинами до 50 м. В летний период может добываться малыми и средними судами на глубинах 5-35 м. Предпочитает каменистые грунты, преобладает у изрезанных берегов, в бухтах и заливах. Не совершает значительных суточных и сезонных миграций. В результате многолетних исследований были выявлены и оконтурены локальные промысловые скопления колючего краба на акватории от м. Борисова ($55^{\circ}56,6'$ с.ш., $137^{\circ}23,5'$ в.д.) на северо-западе до зал. Бабушкина на северо-востоке, включая Тауйскую губу. Наиболее стабильными уловами отличались скопления, расположенные в прибрежье от п-ова Нонгдар-Неготни ($55^{\circ}26,6'$ с.ш., $138^{\circ}12,7'$ в.д.) до м. Оджан ($57^{\circ}28,8'$ с.ш., $139^{\circ}47,8'$ в.д.), от п. Новая Иня ($59^{\circ}21,6'$ с.ш., $144^{\circ}57,5'$ в.д.) до п-ова Лисянского, а также в зал. Шельтинга и Тауйской губе.

По данным проведенных учетных работ, в 2024 г. в северо-западной части Северо-Охотоморской подзоны колючий краб облавливался на глубинах от 11 до 48 м. В уловах преобладали промысловые самцы – 48,0%, доля непромысловых самцов составляла 8,7%, самок – 43,3%. Промысловые самцы встречались в уловах от Сахалинского залива до Ейринейской губы, на глубинах от 11 до 48 м. Промысловые концентрации отмечали на трёх участках: от м. Лантарский до м. Толкучий (56° с.ш.), участок у м. Оджан (57° с.ш.) и от м. Плоский до м. Нонгдан (58° с.ш.), глубины 13-42 м. Уловы на ловушку на этих участках изменялись от 0,7 до 5,0 экз., в среднем – 1,8 экз. Средняя плотность на данных участках не превышала 135 экз./км², при максимальной – 1472 экз./км². Средняя плотность по всему району исследований (западнее 147° в.д.) составила 51 экз./км² (средняя плотность в 2020 г. – 52 экз./км²).

Самцы непромыслового размера были отмечены в уловах 15 станций, незначительные концентрации фиксировали на участке севернее м. Борисова и севернее м. Оджан, на глубинах 13-48 м, средний улов на ловушку составлял 0,03 экз. Средняя плотность по всему району исследований (западнее 147° в.д.) не превышала 10 экз./км² (в 2020 г. средняя плотность – 8 экз./км²).

Основу улова самцов колючего краба, около 81%, составляли особи с шириной карапакса 100-149 мм (min = 76 мм, max = 162 мм), (рис. 3). Средний размер карапакса самцов составил 120,5 мм, средняя масса тела – 1140 г. Средний размер промысловых самцов – 125,9 мм, средняя масса тела – 1291 г.

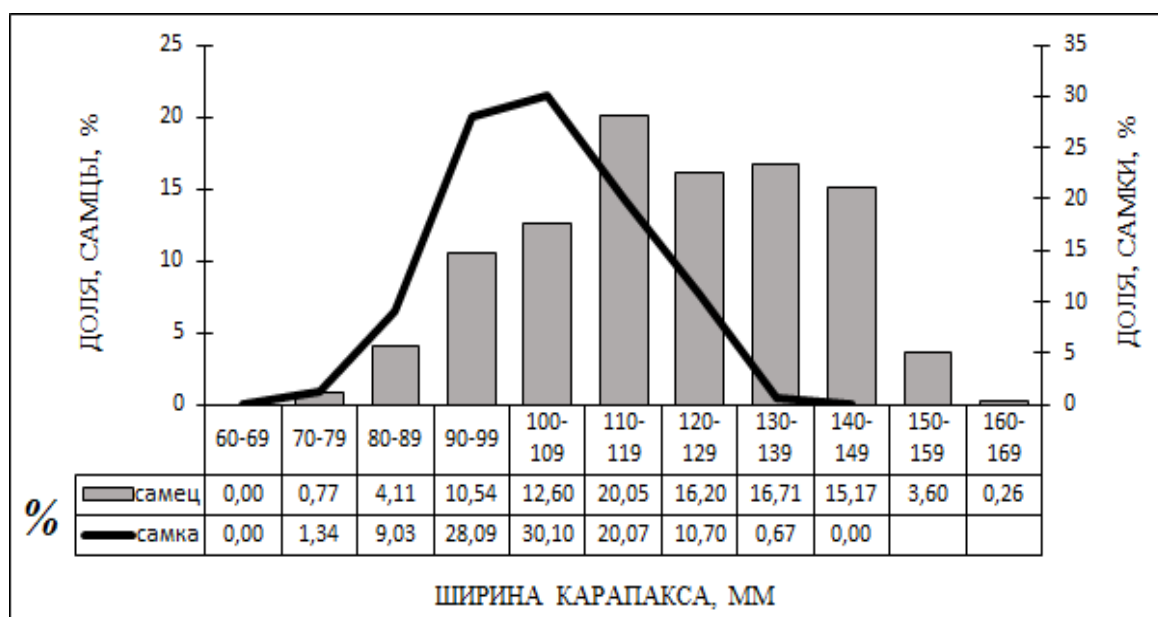


Рис. 3. Размерный состав самцов краба колючего из ловушечных уловов в северо-западной части Северо-Охотоморской подзоны в 2024 г.

Анализ межгодовой динамики размерной структуры показал, что соотношение размерных групп самцов остается традиционным. Наблюдалось некоторое увеличение среднего значения ШК самцов, в том числе, промысловых (табл. 4). Пререкруты 1 и 2 порядка составляли 14,7% от улова самцов (в 2020 г. их доля достигала 15,5%).

Каких-либо значимых различий в размерном составе самок в сентябре-октябре 2024 г., в сравнении с 2020 г., не отмечено.

Распределение самцов по стадиям линочного цикла указывает на то, что массовая линька в период проведения исследований в 2024 г. (сентябрь-октябрь) была завершена.

В Притауйском районе и Тауйской губе колючий краб в уловах 2024 г. обнаружен не был (табл. 5). При этом, как показала учетная съемка 2020 г., колючий краб, хоть и с низкими уловами, но встречался в зал. Шельтинга и в восточной части Тауйской губы. Вероятно, отсутствие колючего краба в уловах связано с периодом проведения работ: в августе у колючего краба проходят линочные процессы и объект исследования сосредоточен ближе к берегу, чем в сентябре-октябре. Это не позволило обловить его, а работа с порядками на малых глубинах на НИС «Зодиак» крайне сложна и небезопасна.

Для расчета биомассы промыслового запаса колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне использовалась размерно-массовая зависимость на основании данных 2024 г.: $W=0,0014 \times L^{2,8404}$ ($R^2=0,975$). Средний размер промысловых самцов по результатам проведенных учетных работ в 2024 г. составлял 125,9 мм, соответственно, масса тела – 1,291 кг.

Таблица 4

**Биологические показатели колючего краба
в северо-западной части Северо-Охотоморской подзоны в 2000-2024 гг.**

Год	Средняя ширина карапакса, мм		Средняя масса промысловых самцов, г	Доля промысловых самцов, %*	Доля самок, %**	N, экз.
	самцов	промысловых самцов				
2000	114,2	122,0	1054	76,2	15,8	670
2001	113,7	123,4	1089	76,3	20,1	518
2002	116,0	121,2	1035	82,7	34,7	999
2004	127,5	129,7	1254	94,7	19,3	290
2005	110,3	124,5	1117	60,0	23,1	130
2007	121,6	124,7	1122	89,6	33,2	837
2008	115,7	119,7	999	85,7	17,6	1577
2010	129,9	130,8	1284	97,4	12,5	480
2011	121,5	124,9	1127	89,2	15,1	390
2012	116,9	121,4	1040	87,2	16,2	599
2013	115,8	123,7	1096	76,5	20,9	1418
2014	107,5	117,8	995	66,8	28,0	1367
2015	108,7	116,0	958	71,7	35,2	557
2018	116,7	120,0	1006	88,3	67,2	189
2020	117,6	122,3	1193	84,2	38,8	497
2022	106,8	122,6	1143	54,6	71,6	1290
2024	120,5	125,9	1291	84,6	43,3	688

* доля промысловых самцов от улова всех самцов колючего краба.

** доля самок от общего улова самцов и самок колючего краба.

Таблица 5

**Биологические показатели колючего краба
в Притауйском районе и Тауйской губе в 2000–2024 гг.**

Год	Средняя ширина карапакса, мм		Средняя масса промысловых самцов, г	Доля промысловых самцов, %*	Доля самок, %**	N, экз.
	самцов	промысловых самцов				
2000	98,4	115,0	892	44,7	27,0	6518
2001	102,9	114,5	881	58,0	19,3	6522
2002	104,5	117,9	957	58,5	21,3	2021
2008	98,7	114,9	890	47,9	42,3	3727
2009	106,8	115,8	909	65,4	57,0	658
2011	110,0	116,7	930	74,4	19,6	593
2013	112,7	120,3	1013	74,5	22,9	463
2017	116,1	124,1	1100	74,5	12,1	174
2020	131,7	131,7	1309	100,0	6,4	31
2024	-	-	-	-	-	0

* доля промысловых самцов от улова всех самцов колючего краба.

** доля самок от общего улова самцов и самок колючего краба.

Действующие меры ограничения рыболовства. Согласно действующим «Правилам рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна», утверждённым Приказом Минсельхоза РФ от 06.05.2022 г. № 285, для краба колючего установлен промысловый размер не менее 10 см по ширине карапакса. Кроме того, для добычи колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне установлены запретные сроки – с 1 августа по 31 августа, а в районе к западу от 147°00' в.д. – с 1 августа по 31 декабря.

Определение биологических ориентиров. Определение границ допустимой (биологически безопасной) области управления запасом выполнено с учётом положений, изложенных в работах В.К. Бабаяна [2000] и А.И. Буяновского [2012]. Основными ориентирами управления приняты граничный и целевой ориентиры индекса биомассы (численности) промыслового запаса (FSB_{lim} и FSB_{tr}). Ориентиры управления определены по правилам:

$$FSB_{lim} = 0,2 \times FSB_{max}; FSB_{tr} = 2/3 \times FSB_{max}, \text{ где}$$

FSB_{max} – максимальный промысловый запас колючего краба, определенный для Северо-Охотоморской подзоны за годы исследований и по данным учётных съёмок. В 2013 г. он составил 8,966 тыс. т или 8,319 млн экз. В 2013 г. учётными съёмками была охвачена максимально возможная площадь ареала колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне, включая районы с низкой плотностью распределения крабов, где промысел не велся, и не ведется в настоящее время. Поэтому можно считать, что полученная величина промыслового запаса не может быть использована в качестве максимальной. В связи с этим, предлагается использовать величину FSB_{max} , рассчитанную на основе данных, полученных в результате учётных съёмок 2010 г. (5,847 тыс. т, 5,175 млн экз.), как наиболее приемлемую и максимально полную.

С учётом обозначенных правил, $FSB_{lim} = 1,170$ (1,035 млн экз.); $FSB_{tr} = 3,898$ (3,450 млн экз.).

Обоснование правила регулирования промысла (ППП). Регулирование промысла осуществляется с помощью зонального ППП. В качестве цели эксплуатации запаса предложено получение устойчивого вылова. Для определения интенсивности эксплуатации запаса применяется линейно-кусочная функция, параметры которой устанавливаются в соответствии с ориентирами управления. При изменении состояния запаса, в пределах границ ориентиров, изменяется величина допустимого вылова.

В случае если запас оценивается объёмом менее FSB_{lim} – вводится запрет на промышленное рыболовство, за исключением научного и контрольного лова. При оценке запаса в пределах значений от FSB_{lim} до FSB_{tr} , интенсивность изъятия устанавливается в пределах 1-10% от промыслового запаса. Схема зонального регулирования промысла колючего краба разбивается на три зоны: запрет промышленного лова, восстановление запасов и режим устойчивого промысла (рис. 4).

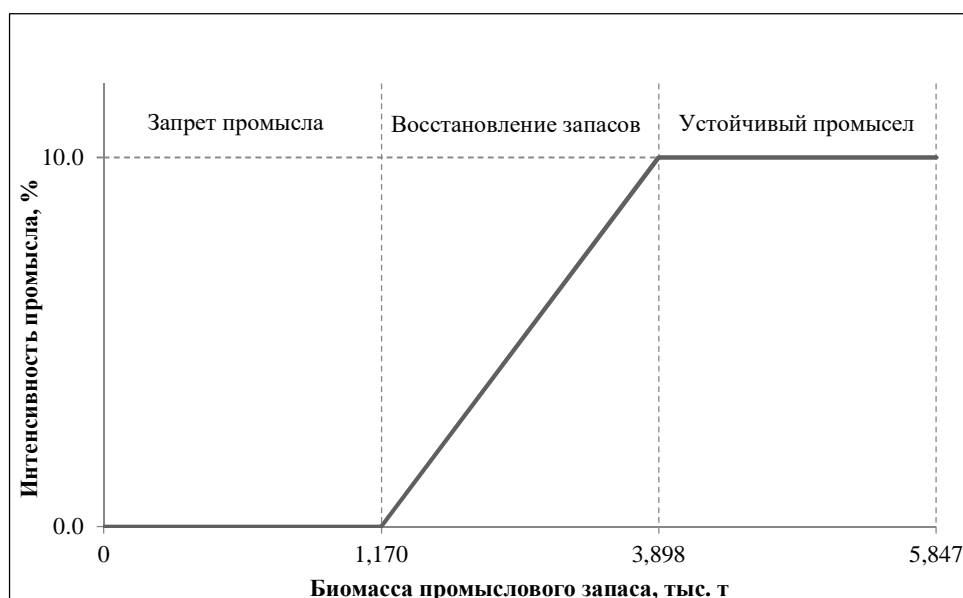


Рис. 4. Схема зонального регулирования промысла краба колючего в Северо-Охотоморской подзоне.

Оценка состояния и прогноз промыслового запаса. Численность промысловых самцов колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне, по данным учетной ловушечной съемки 2024 г., была оценена величиной 1,567 млн экз. Биомасса промыслового запаса рассчитывалась как произведение средней массы промыслового самца (1,291 кг) на его численность, и составила 2,023 тыс. т (табл. 6).

Таблица 6

Результаты расчета промыслового запаса колючего краба
в Северо-Охотоморской подзоне в 2024 г.

Плотность, экз./км ²	Площадь, км ²	Промысловый запас,	
		тыс. экз.	т
0-70	37770	280	361
70-140	2669	273	352
140-210	1736	308	398
210-280	1216	295	381
280-350	639	195	252
350-420	130	52	67
420-490	106	49	63
490-560	105	55	71
560-630	63	37	48
> 630	35	23	30
Всего	44469	1567	2023

Однако, есть основания предполагать, что в Притауйском районе и Тауйской губе в 2024 г. произошел недоучет самцов колючего краба (не было поймано ни одного экземпляра) (табл. 5). Поскольку в этом районе судовой лов колючего краба не развит, и флюктуация численности носит естественный характер, можно допустить, что промысловый запас колючего краба в Притауйском районе и Тауйской губе сохранился на уровне не менее 25% от промыслового запаса, оцененного в 2017 г. Таким образом, с учетом

полученных в 2017 и 2024 гг. данных, в Северо-Охотоморской подзоне промысловый запас оценивается в пределах 1,567-1,800 млн экз. (2,023-2,320 тыс. т). Полученный диапазон индекса промыслового запаса колючего краба находится в зоне восстановления, согласно схеме зонального регулирования промысла, и ожидается, что в 2026 г. запас сохранится в объеме не менее нижней границы установленного диапазона.

В связи со слабым информационным обеспечением (нерегулярные учетные съемки и технические сложности при их проведении, пробелы в данных промысловой статистики, отсутствие достоверной информации о вылове на усилие за ряд лет), статус запаса установлен как «неопределенный».

Обоснование объема ОДУ. Согласно разработанным ориентирам управления, наряду с принятыми допущениями и неопределенностями при разработке прогноза ОДУ краба колючего в Северо-Охотоморской подзоне, предлагается использовать индекс промыслового изъятия не более 5,0% от промыслового запаса (2,023 тыс. т), оцененного по данным учетной съемки 2024 г., т.е. 0,100 тыс. т на уровне 2025 г.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба колючего в Северо-Охотоморской подзоне на 2026 г. в объеме 0,100 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов. В связи с низким уровнем информационного обеспечения и высокой неопределенностью прогноза промысловой биомассы, в рамках «предосторожного» подхода, рекомендуется величину ОДУ колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне установить в объеме не более 0,100 тыс. т. В случае получения достоверной промысловой статистики и биологических данных по размерно-половой структуре и пополнению, а также о благополучном состоянии запаса, объем изъятия может быть увеличен.

Краб колючий (*Paralithodes brevipes*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.2 – подзона Западно-Камчатская

Исполнитель: А.Д. Абаев (МагаданНИРО)

Куратор: М.В. Переладов (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. В 2002-2023 гг. исследования колючего краба в Западно-Камчатской подзоне (территориальное море и внутренние морские воды в границах Магаданской области) провести не представлялось возможным. По этой причине, в качестве информационного обеспечения прогноза использовались данные исследований ФГБНУ «МагаданНИРО» за 2001 г. (табл. 1). Ловушечная съемка проводилась с борта трех судов типа МРС-253 в летний период и одним судном типа СРТМ, в осенний период. Исследованиями была охвачена часть зал. Шелихова, в частности, акватория от зал. Кекурный (п-ов Пягина) до Пенжинской губы.

Таблица 1

Объем выполненных научно-исследовательских работ по колючему крабу в 2001 г.

Год	Период работ	Район работ	Количество станций, шт.	Расчетная площадь исследований, км ²	N, экз.
2001	13.06-02.12	59°00'–62°00' с.ш. 153°30'–160°10' в.д.	247	11026	1407

Информационное обеспечение прогноза ОДУ можно отнести к III уровню, согласно категориям, представленным в приложении 1 к Приказу Росрыболовства от 06 февраля 2015 г. № 104.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Запас колючего краба в Западно-Камчатской подзоне (территориальное море и внутренние морские воды в границах Магаданской области) из-за отсутствия современных данных определен инерционным методом.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. В Западно-Камчатской подзоне (территориальное море и внутренние морские воды в границах Магаданской области) промысел колючего краба не ведется. В северных прибрежных районах зал. Шелихова имеет место любительский лов, официальные данные по которому отсутствуют. Значительно южнее, в районе от м. Южный до м. Хайрюзова и в бух. Квачина, в координатах 55°40'–57°52' с.ш. и 155°28'–157°02' в.д. (по данным промысловой статистики) в 2011-2012 гг. лов колючего краба велся двумя судами. Общий вылов (по данным ССД) в 2011 и 2012 гг. составил 9,002 и 29,677 т, соответственно.

Популяция колючего краба в исследуемом районе по структуре распределения представляет собой небольшие скопления мозаичного

характера, тяготеющие к мелководным участкам побережья с каменистыми грунтами на глубинах до 50 м.

В период исследований в 2001 г. на всем протяжении побережья западной части зал. Шелихова, от зал. Кекурный до Наяханской губы, уловы колючего краба были низкими и в среднем не превышали 0,01 экз./лов. Наиболее высокие уловы наблюдались в районе п-ова Тайгонос, где они достигали 2,0 экз. на ловушку, и в среднем составляли 0,5 экз./лов.

Размерно-весовые показатели самцов колючего краба в этой подзоне были выше, чем в уловах на основных промысловых участках Северо-Охотморской подзоны. Средняя ширина карапакса самцов составляла 119 мм, средняя масса – 1,186 кг. Среди самцов доминировали особи промыслового размера с шириной карапакса более 100 мм (72%) (рис. 1). Их средний размер составлял 129 мм, средняя масса – 1,4 кг.

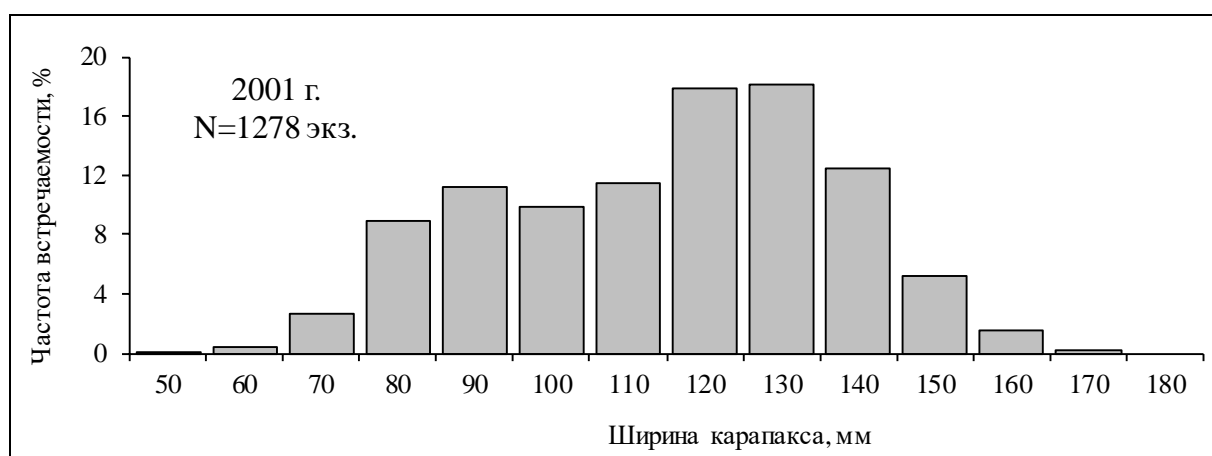


Рис. 1. Размерная структура уловов самцов колючего краба в районе п-ова Тайгонос в 2001 г.

Действующие меры ограничения рыболовства. Согласно действующим «Правилам рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна», утвержденным Приказом Минсельхоза России от 06.05.2022 г. № 285, для краба колючего установлен промысловый размер не менее 10 см по ширине карапакса. Кроме того, запретные для добычи колючего краба сроки в Западно-Камчатской подзоне внесены в Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна – с 1 августа по 31 августа.

Обоснование правила регулирования промысла. Статус запаса устанавливается как «неопределенный», так как учетные работы не проводились с 2002 г., промысел не ведется и достаточное информационное обеспечение отсутствует.

Оценка состояния и прогноз промыслового запаса. Промысловый запас колючего краба, по данным 2001 г., на акватории Западно-Камчатской подзоны (территориальное море и внутренние морские воды в границах Магаданской области) был определен в размере 405 тыс. экз. (567 т). Современные данные о состоянии запаса колючего краба, а также какая-либо статистика лова, в том числе и спортивно-любительского, отсутствуют.

Поскольку промысел колючего краба в Западно-Камчатской подзоне (территориальное море и внутренние морские воды Российской Федерации в границах Магаданской области) не ведётся, можно предположить, что промысловый запас колючего краба находится в нативном состоянии, и к 2025 г. сохранится на прежнем уровне, т.е. составит не менее 405 тыс. экз. (567 т).

Обоснование объема ОДУ. В связи с отсутствием современных данных о состоянии запаса краба колючего, отсутствием его промысла в Западно-Камчатской подзоне (территориальное море и внутренние морские воды Российской Федерации в границах Магаданской области) и неясными перспективами его организации в зал. Шелихова, целесообразно установить величину ОДУ в объеме, необходимом для проведения научно-исследовательских работ в объеме 1 т (0,714 тыс. экз.).

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба колючего в Западно-Камчатской подзоне на 2026 г. в объеме 0,001 тыс. т исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.**

Анализ и диагностика полученных результатов. Полученная величина ОДУ в объёме 1 т необходима исключительно для обеспечения научно-исследовательских работ. Отсутствие интереса у добывающих организаций и отдаленность районов лова колючего краба от перерабатывающих предприятий и портов базирования флота в Западно-Камчатской подзоне, не позволяет надеяться на развитие промысла в этой части Охотского моря в ближайшие годы.

Краб колючий (*Paralithodes brevipes*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.3 – подзона Восточно-Сахалинская

Исполнители: Д.А. Галанин, А.В. Лученков (СахНИРО)

Куратор: М.В. Переладов (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Прогноз ОДУ колючего краба Восточно-Сахалинской подзоны на 2026 г. базируется на следующих источниках:

– материалы, полученные в рамках контрольного лова, наблюдения на промысле и НИР в 1998-2002, 2005, 2006 и 2010-2023 гг. у восточного побережья острова Сахалин в границах 46°00′-51°27′ с.ш., где в качестве орудий лова использовались стандартные крабовые ловушки японского образца;

– данные водолазной съемки, выполненной у п-ова Терпения в 2013 г.;

– данные промысловой статистики из информационной системы ОСМ ВБ «Рыболовство» за 2004-2024 гг.

Объем материала, собранного в ходе контрольного лова и при выполнении НИР приведен в *таблице 1*.

Таблица 1

Объем материала, полученного в ходе контрольного лова и НИР

Год наблюдений	Число особей	Число станций
2011	1585	149
2012	383	70
2013	300	23
2014	884	12
2015	1433	52
2016	267	52
2018	1544	94
2019	319	38
2020	221	70
2021	432	37
2022	574	156
2023	---	---
2024	---	---
Всего	15103	2056

Имеющиеся материалы представлены удельными уловами промысловых, непромысловых самцов и самок в течении сезона, а также их среднемноголетними значениями, визуальной оценкой плотности скоплений в районах места обитания, осредненными по годам уловам на судосутки, промысловыми усилиями, выловом, размерно-весовыми рядами, записями о состоянии карапаксов самцов и плодовитости самок.

В рядах данных практически по всем скоплениям имеются значительные пропуски, однако, это может быть скомпенсировано использованием различных индексов обилия, отчасти дополняющих друг друга.

Водолазные работы проводили в июне-июле 2013 г. у п-ова Терпения в диапазоне глубин 3-22 м. Площадь обследования на каждой станции варьировала от 30 до 100 м². Объем собранного в ходе водолазных учетных работ материала представлен в *таблице 2*.

Таблица 2

Объем материала, полученного в ходе водолазных работ в 2013 г.

Участок	Сроки	Глубины, м	Обследованная площадь, км ²	Число станций	Биоанализ, экз.
Зал. Сенявина – о. Тюлений	20.07–01.08.2013 г.	4–22	18,8	122	235
Залив Белингауэна	10–17.07.2013 г.	4–20	7	65	–

Согласно Приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, по характеру первичной информации прогноз ОДУ по колючему крабу Южно-Курильской зоны соответствует II уровню информационной обеспеченности.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Отсутствие регулярного промысла и систематических исследований на всех промысловых скоплениях обуславливает эпизодический, «разовый» характер оценок численности.

Ряды данных по динамике удельного улова на ловушку позволяют использовать для оценки запаса метод полигонов, с помощью которого, также, получают оценки коэффициентов естественной смертности, улавливаемости и т.д. Оценки запаса получены методом на основе обобщенной модели Лесли с фильтром Калмана (ОМЛ ФК), реализованной в одноименной компьютерной программе [Михеев, Михеев, 2007].

Водолазные учетные съемки в районе п-ова Терпения в 2011-2013 гг. позволили выполнить прямую оценку запаса по данным водолазных наблюдений.

Расчет численности колючего краба по результатам водолажных исследований выполнялся методом площадей по формуле:

$$N_i = \frac{S_i C_i}{sq}, \text{ где}$$

N_i – оценка численности краба на i -м участке; S_i – площадь i -го участка; C_i – средняя удельная численность объекта в экз./100 м²; s – площадь, осмотренная водолазом; q – коэффициент уловистости водолаза, принятый равным 1.

В качестве входных данных для модели использованы данные о среднем улове на ловушку, среднем за промысловый сезон улове на судосутки и сведения о годовом изъятии на скоплении, полученные из

данных промысловой статистики.

Чтобы избавиться от скоррелированности девственной биомассы и параметров модели, что искажает оценку параметров при выполнении сэмплирования, использовали приведенные величины [Meyer, Millar, 1998].

Продукционная модель Шефера исходит из классической параболической зависимости продуктивности популяции от ее фактической биомассы. Полагая, что часть продукции используется промыслом в виде улова, а сама продукция определяется биомассой популяции, в свою очередь, зависящей от промысла, уравнение можно представить в виде:

$$Y_w = qfB_{w_x} - q^2 f^2 B_{w_x} \cdot (1/k), \text{ где}$$

q – коэффициент улавливаемости – безразмерная величина;

f – промысловое усилие, например, количество судов, рыбаков, орудий лова;

B_{w_x} – максимальная уравновешенная биомасса, емкость среды;

k – коэффициент, характеризующий мгновенную скорость роста запаса при отсутствии лимитирующего влияния плотности – биотический потенциал.

Для оценки априорных значений параметров модели и величины запаса использованы как результаты оценок запаса методом полигонов, так и материалы обработки данных водолазных съемок.

Правила регулирования промысла (ПРП) сформированы на основе «принципа предосторожного подхода» [Бабаян 2000].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Запасы колючего краба Восточно-Сахалинской подзоны представлены несколькими сравнительно самостоятельными промысловыми скоплениями, различающимися по промысловой значимости и в различной степени эксплуатируемых промыслом.

Научно-исследовательские работы по изучению колючего краба в водах восточного Сахалина позволили выделить 6 локальных скоплений [Михеев, Крутченко, Пьянов, 2010].

Позднее был выделен дополнительный полигон в зал Анива (рис. 1). Впоследствии, при включении в выборку данных промысловой статистики, был выполнен геостатистический анализ пространственного расположения результативных станций. Было показано, что полигоны 1-2 и 5-6 можно рассматривать как единые локальные скопления. В пользу возможности объединить полигоны 5 и 6 свидетельствуют и результаты водолажных наблюдений. При моделировании динамики биомассы промыслового запаса данные об уловах на усилие с полигонов 1-2 и 5-6 объединялись.

До 1999 г. промысел колючего краба осуществлялся в крайне малых объемах и исключительно в рамках любительского лова. В 1999-2000 гг. была предпринята попытка организации промышленной добычи этого объекта. Однако, освоение выделенных квот всегда было неполным. С 2001 по 2003 гг. промысел колючего краба не велся. В 2004 г., при выделенном лимите 40 т, силами двух предприятий, в режиме промышленного лова было освоено 24 т. Неполное освоение выделенных лимитов, в первую очередь, было связано со слабой подготовленностью промысловых организаций к освоению данного объекта. Вместе с тем, данные официальной статистики,

не в полной мере отражают истинную картину по объемам вылова краба. Это обусловлено определенными трудностями, связанными с контролем над бригадами прибрежного лова, базирующимися непосредственно на берегу в районе промысла.

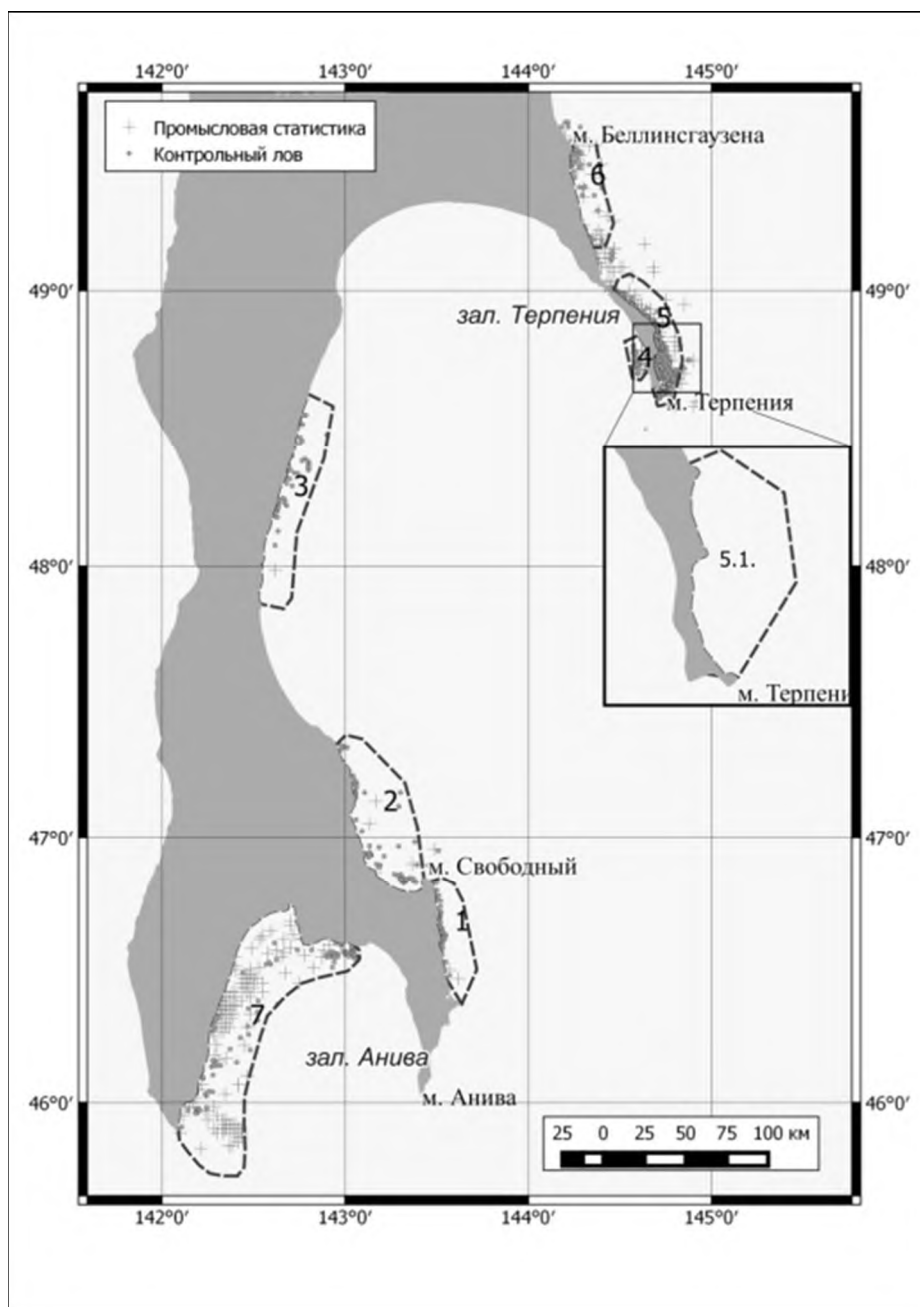


Рис. 1. Карта-схема ловушечных исследований краба колючего в период 2000, 2001-2002, 2004-2007, 2009, 2016, 2019-2024 гг. в районе восточного Сахалина.

Слабый интерес промышленности к крупномасштабному промыслу был связан с особенностями образа жизни колючего краба. Вид обитает в прибрежье, и трудности, возникающие при организации его добычи в сложных условиях восточного побережья о. Сахалин, осложняют его промышленную добычу. В то же время, интенсивность любительского лова здесь, по неофициальным сведениям, из года в год возрастает. Наиболее серьезное негативное воздействие при этом оказывается на легко уязвимую

молодь краба, обитающую в нижнем горизонте литорали и верхней сублиторали.

Несмотря на трудности в организации промысла колючего краба, в последние годы отмечен устойчивый рост количества промысловых усилий. С 2011 по 2024 гг. объем выделяемых квот увеличился со 120 до 350 т, при этом, их освоение колебалось от 42,7 до 95,5% (табл. 3).

Таблица 3

Объем ОДУ и вылова колючего краба восточного Сахалина, уловы на усилия на промысле и НИР в районе основных участков добычи (полигоны 5-6)

Год	ОДУ, т	Вылов, т	Освоение	Кол-во усилий на промысле (на полигонах 5-6)	Улов промысловых самцов экз./лов., на промысле (на полигонах 5-6)	Улов промысловых самцов экз./лов. при НИР на промысле (на полигонах 5-6)
2011	120	78	65%	168	2,20	1,8
2012	140	107	76%	274	2,24	---
2013	200	176,5	88%	478	1,32	---
2014	200	176,1	88%	664	1,13	---
2015	240	229,267	96%	473	2,20	---
2016	290	270,652	93%	636	1,84	0,5
2017	350	236,061	68%	768	1,84	---
2018	350	246,4	70%	1291	1,19	---
2019	350	269,433	76%	1760	0,85	2,4
2020	350	169,913	49%	824	1,50	1,6
2021	350	303,073	87%	1400	1,34	2,8
2022	350	283,9	81%	2975	0,85	1,5
2023	350	183,6	53%	763	1,20	---
2024	300	149,5	50%	1145	1,20	---

С 2011 по 2019 гг. основным районом промысла являлись полигоны № 5-6, на которых вылов увеличился с 78 т в 2011 г. до 270 т в 2019 г., на промысле уловы на усилие промысловых самцов в среднем составляли 0,85 экз./лов., а при научном наблюдении на промысле – 2,4 экз./лов.

В 2020 г. общий вылов составил 169,9 т или 48,5% от ОДУ. Уловы на усилие промысловых самцов, по сравнению с 2019 годом, снизились и составили в среднем 1,6 экз./лов.

В 2021 г. общий вылов колючего краба в данном районе составил 303 т (86,6% от ОДУ). Уловы на усилие промысловых самцов, по сравнению с данными предыдущих лет, выросли, составляя в среднем 2,8 экз./лов.

В 2022 году общий вылов данного вида составил 283,9 т (73,8 % от ОДУ). Уловы на усилие промысловых самцов, по сравнению с 2021 г., снизилась, составляя в среднем 1,5 экз./лов.

В 2023 г. общий вылов колючего краба в районе восточного Сахалина, по данным информационной системы ОСМ ВБ «Рыболовство», составил 183,6 т (53,0% от ОДУ). Уловы на усилия в среднем снизились и составили 1,2 экз./лов.

В 2024 г. общий вылов колючего краба в районе восточного Сахалина, по данным информационной системы ОСМ ВБ «Рыболовство», составил 150

т (50% от ОДУ). Уловы на усилие на промысловых судах оставались на уровне 2023 г. и составили в среднем 1,2 экз./лов.

Причина недоосвоения ОДУ связана с техническими трудностями при организации промысла после перераспределением квот между рыбопромышленными предприятиями в 2020-2024 гг., а также природно-климатическими условиями региона, годовой динамикой физиологического состояния краба. Частые шторма и сложная ледовая обстановка в зимне-весенний период делают практически невозможным промысел этого вида крабов в Восточно-Сахалинской подзоне. В весенний период у Сахалина крабы подходят очень близко к берегу и поэтому становятся добычей берегового кустарного промысла. В то же время, добыча с судов из-за мелких глубин становится весьма затруднительной. Вторым фактором в этот период становится низкая пищевая активность крабов, в результате чего, уловистость ловушек низкая – 1-2 экз./лов.

В разные годы исследованиями были охвачены различные локальные скопления колючего краба. В силу слабой заинтересованности промышленности в данном ресурсе в прошлом, а также специфики его обитания, исследования колючего краба не носили систематического характера. Тем не менее, удалось собрать обширный статистический материал, позволяющий составить представление о динамике состояния запаса этого объекта.

В конце 1990-х - начале 2000-х годов наблюдалось увеличение размеров самцов колючего краба: в 1999 г. средняя ширина карапакса самцов изменялась в пределах 70-159 мм, составляя в среднем 113 мм, в 2001-2002 гг., соответственно – 70-136 мм, при среднем – 115 мм, и 86-173 мм, при среднем – 137 мм. Средние уловы промысловых самцов находились в пределах 0,9-2,5 экз./лов. В 2006 году исследования проводились севернее традиционного района распространения колючего краба на востоке Сахалина, а именно, в районе м. Терпения – м. Беллинсгаузена. В связи с этим, увеличилась доля промысловых самцов в уловах. Тем не менее, это отклонение не выходит за пределы межгодовых колебаний средних размеров краба в облавливаемой части популяции.

В 2006 г. во вновь исследованном районе размеры самцов колебались в пределах 82-183 мм и составили в среднем 136,4 мм, ширина карапакса самок колебалась в пределах 82-134 мм и составила в среднем 105,7 мм. Масса самцов изменялась в пределах 310-3940 г и составляла в среднем 1700,7 г, масса самок изменялась от 370 до 1680 г и составила в среднем 785,6 г.

В 2011 г. исследования проводили в районе, расположенном севернее м. Терпения. Согласно полученным данным, в уловах преобладали особи с шириной карапакса от 110 до 140 мм у самцов и от 100 до 120 мм у самок, в среднем составив для самцов – 128,9 мм и для самок – 111,8 мм.

В 2016 г. у восточного Сахалина ширина карапакса самцов колючего краба варьировалась от 83 до 163 мм, составляя в среднем 127 мм, доля промысловых самцов в ловушечных уловах составила 61%. Ширина карапакса самок изменялась в пределах 89-153 мм, в среднем – 110 мм (*рис.*

2).

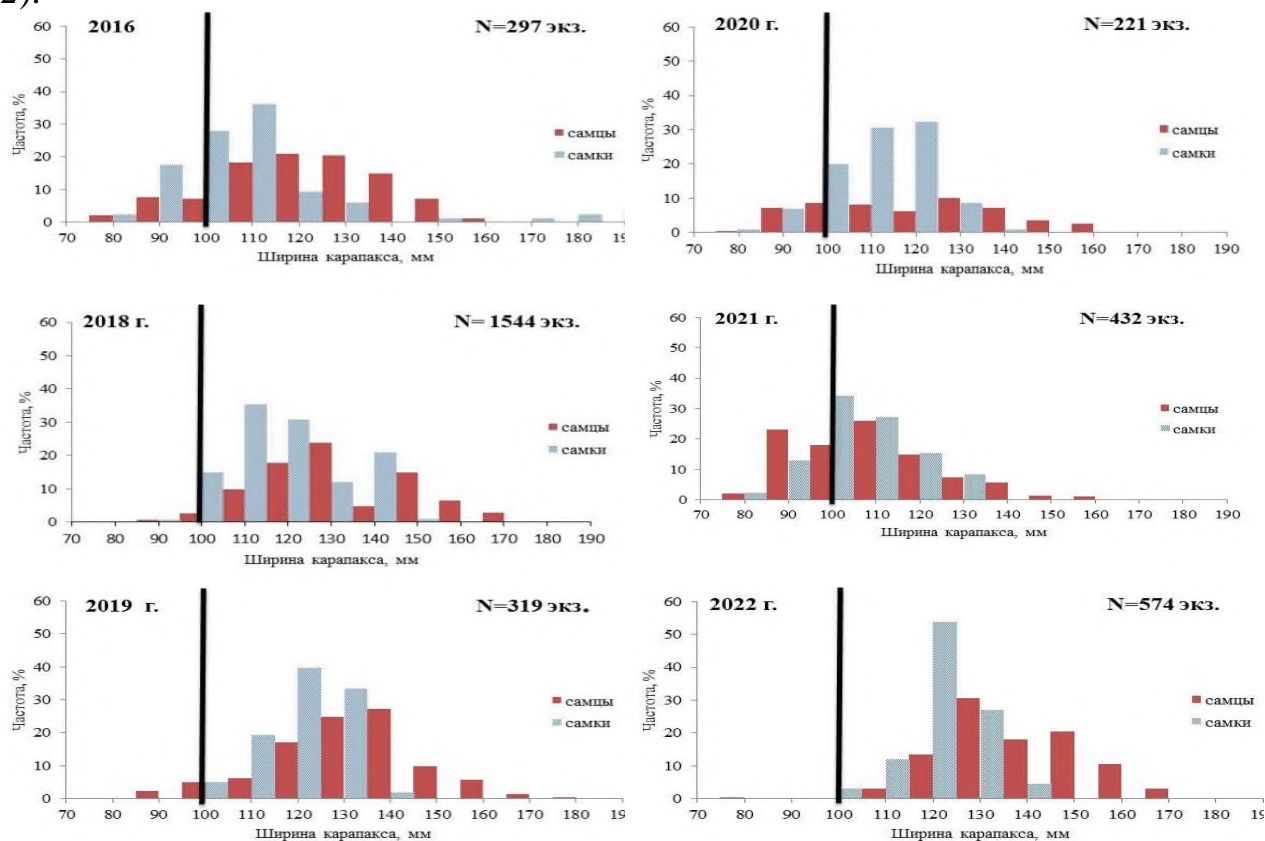


Рис. 2. Размерный состав краба колючего у восточного побережья о. Сахалин в районе севернее м. Терпения в период с 2016 по 2022 гг.

В 2018-2020 гг. у восточного Сахалина (район полуострова Терпения) ширина карапакса в среднем варьировала от 124 мм (в 2020 г) до 137,9 мм в 2018 г. Минимальная доля промысловых самцов в ловушечных уловах составила 66% в 2018 г., максимальная – 92% в 2019 г. Средняя ширина карапакса самок изменялась в пределах от 114,9 мм в 2019 г. до 120,3 мм в 2018 г.

В 2021-2022 гг. у восточного Сахалина (район п-ова Терпения) ширина карапакса, в среднем, варьировала от 113,7 мм в 2021 г. до 141,2 мм в 2022 г., доля промысловых самцов в ловушечных уловах составила 75%. Средняя ширина карапакса самок изменялась от 108 мм в 2021 г. до 124 мм в 2022 г.

Таким образом, группировка колючего краба у восточного Сахалина, по средним многолетним данным, имеет следующие характеристики: средняя ширина карапакса самцов – 128 мм, самок – 108,3 мм, средняя масса промысловых самцов – 1540 г.

По данным 2001, 2005-2006 и 2010-2011 гг. была выполнена оценка запаса методом полигонов, на основе обобщенной модели Лесли с фильтром Калмана (ОМЛ ФК), реализованной в виде одноименной компьютерной программы [Михеев, Михеев, 2007].

В таблице 4 приведены оценки запаса на исследуемых полигонах с учетом вкладов неучтенных факторов и поправок на модель.

Таблица 4

Оценки характеристик запаса колючего краба, согласно выделенным полигонам, на восточном шельфе о. Сахалин, по результатам моделирования ОМЛ ФК

Полигон №	Год	Характеристики запаса, тыс. экз. (*-т)						Динамические факторы, тыс. экз. (*-т)			Общий запас	
		N_1	$N_{\text{прогн.}}$	$N_{\text{мин.}}$	$N_{\text{макс.}}$	$N_{\text{ср.}}$	ошибка среднего	вылов	неучтенные факторы	поправка модели	тыс. экз.	т
1	2001	6,0	0,2	0,2	6,0	1,1	0,72	0,049	-5,8	0	6,0	10,2
2		21,2	154,4	21,2	154,0	112,9	4,46	1,443	134,7	0	154,4	262,5
3		346,8	-82,8	19,7	346,8	218,0	40,47	0,706	-428,9	0	346,8	589,6
3	2005	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,003	0,023	0	0	3,0	5,1
4		24,0	19,9	19,9	24,0	20,4	0,40	0,096	-4,0	0	24,0	40,8
5		201,6	74,7	75,3	201,6	102,5	8,96	7,146	-119,7	0	201,6	342,7
6		11,0	233,7	11,0	73,5	46,6	24,5	0,422	223,1	0	233,7	397,3
5	2006	264,4	350,5	159,8	564,6	341,3	15,49	85,546	0,3	171,4	564,5	959,8
5.1*	2010	87,0	190,1	87,0	199,8	177,3	4,48	35,663	138,7	0	117,5	199,8
5.1	2011	94,7	244,6	94,7	247,4	213,7	10202,77	17,8	167783	0,275015	262,4	418,0

Примечание: * – величины в данной строке, если не оговорено обратное, приведены в единицах биомассы.

Необходимо отметить, что только в одном случае, а именно – для полигона № 5 в 2006 г., когда было выполнено максимальное число станций, влияние фактических данных на результат моделирования оказалось значимым, и поправка в модель при коррекции оценок заметно отличалась от нуля. В остальных рассматриваемых случаях модель достаточно полно описывала фактический ряд уловов, и соответствующие поправки в скорректированные оценки запаса, практически, были равны нулю.

Суммируя оценки запаса по годам, получали следующие величины: в 2001 г. – 862,3 т для полигонов №№ 1-3; в 2005 г. – 785,9 т для полигонов №№ 3-6; в 2006 г. – 959,8 т для полигона № 5; в 2010 г. – 199,8 т для полигона № 5.1; в 2011 г. – 418,0 т для полигона № 5.1. Динамика индекса запаса на полигоне № 5.1 демонстрирует отсутствие истощения в процессе лова. Это говорит о потенциале данного локального ресурса. Последний полигон, как видно из *рисунка 1*, является частью полигона № 5 и по площади составляет примерно его четверть. Поэтому можно допустить, что минимальный уровень запаса на полигоне № 5 в 2010 г. был равен, примерно, 800 т, в 2011 г. – 1600 т.

Общий промысловый запас колючего краба по этим данным, за неимением иных возможностей, определен в предположении стабильности локальных запасов по полигонам. Такое предположение уместно, поскольку значимая эксплуатация рассматриваемого запаса до недавнего времени отсутствовала. Требуемая величина установлена как сумма локальных запасов на полигонах №№ 1-3, составляющих около 800 т, и на полигонах №№ 4-6, составляющих еще около 2100 т. Таким образом, общий

промысловый запас на основе анализа динамики улова на усилие в течении промыслового сезона для указанного периода оценен на уровне 2900 т.

Для промысловых скоплений на полигонах №№ 1, 2, 4 и 7, в связи с отсутствием многолетних данных, получены довольно широкие доверительные интервалы оценки биомассы запаса, что связано, по всей видимости, с эпизодическим характером промысла на этих скоплениях и, как следствие, значительными пропусками в рядах данных. Воздействие промысла на запас на данных полигонах невелико, а обилие промысловых особей изменялось лишь под воздействием совокупности естественных факторов. В этой связи, для данных полигонов будет использоваться инерционная оценка биомассы запаса. В *таблице 5* приведены оценки биомассы запаса в 2024 г.

По результатам моделирования, суммарная оценка запаса в 2024 г. находится в интервале 1,945–3,93 тыс. т, математическое ожидание – 2,892 тыс. т.

Таблица 5

Оценки запаса краба колючего в Восточно-Сахалинской подзоне в 2024 г., по результатам моделирования, тыс. т

Полигон	Математическое ожидание	95%-ный доверительный интервал
1, 2	0,48	0,31–0,66
3	0,92	0,65–1,21
4	0,062	0,045–0,08
5, 6	0,76	0,5–1,0
7	0,67	0,44–0,98
Всего по подзоне	2,892	1,945–3,93

Определение биологических ориентиров. Для каждого из выделенных полигонов были определены ориентиры управления. 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. Буферным ориентиром B_{buf} служил 95%-й доверительный интервал этой величины, оцененный в соответствии с вариабельностью оценки численности пополнения. Граничный ориентир по промысловой смертности F_0 определялся исходя из объемов изъятия, необходимых для проведения НИР. В качестве целевого ориентира по промысловой смертности F_{tr} выбрали математическое ожидание оценки максимального устойчивого вылова (MSY). В связи с тем, что в период наблюдений промысловая нагрузка на единицы запаса была, в основном, незначительной, MSY оценивали по результатам имитационного моделирования при различных долях изъятия. Соответственно, в качестве целевого ориентира по биомассе выбирали математическое ожидание биомассы, соответствующей MSY (B_{MSY}). Значения биологических ориентиров для колючего краба Восточно-Сахалинской

подзоны представлены в *таблице 6*.

Таблица 6

Биологические ориентиры управления для краба колючего
в Восточно-Сахалинской подзоне

№ полигона	Биомасса, тыс. т		Коэффициент эксплуатации, %	
	Граничный, B_{lim}	Целевой, B_{tg}	Граничный, u_{lim}	Целевой, u_{tg}
1-2	0,12	0,24	40	23,2
3	0,18	0,41	40	20,8
4	0,022	0,05	40	20,3
5-6	0,1	0,76	40	14,0
7	0,12	0,31	40	20,1

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 F_{rec} постоянна и соответствует величине изъятия, необходимого для НИР, $F_{rec} = const = F_{lim}$;

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

$$F_{rec} = \frac{(F_{tr} - F_0)(B_t - B_{lim})}{B_{tr} - B_{lim}} + F_0;$$

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

Графические изображения ПРП приведены на *рисунках 3–6*.

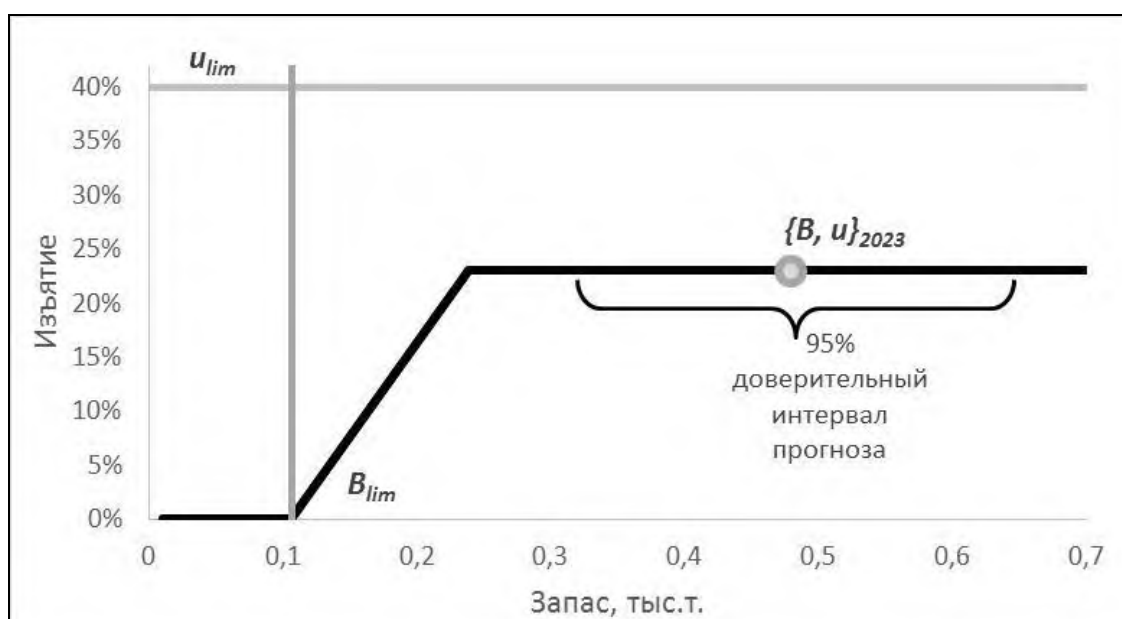


Рис. 3. Графическое представление ПРП для полигонов № 1–2.

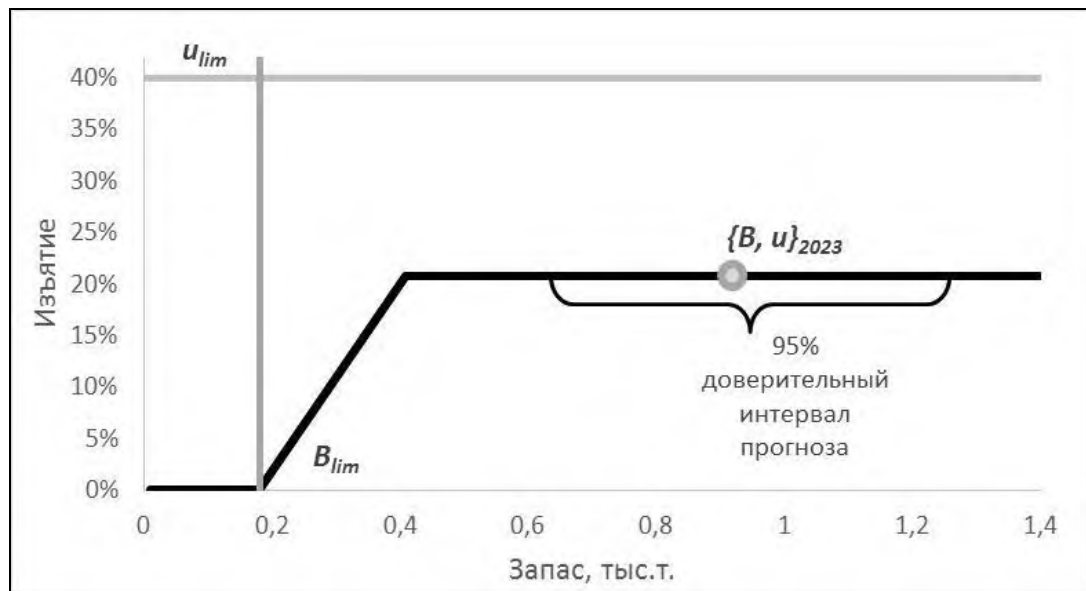


Рис. 4. Графическое представление ПРП для полигона № 3.

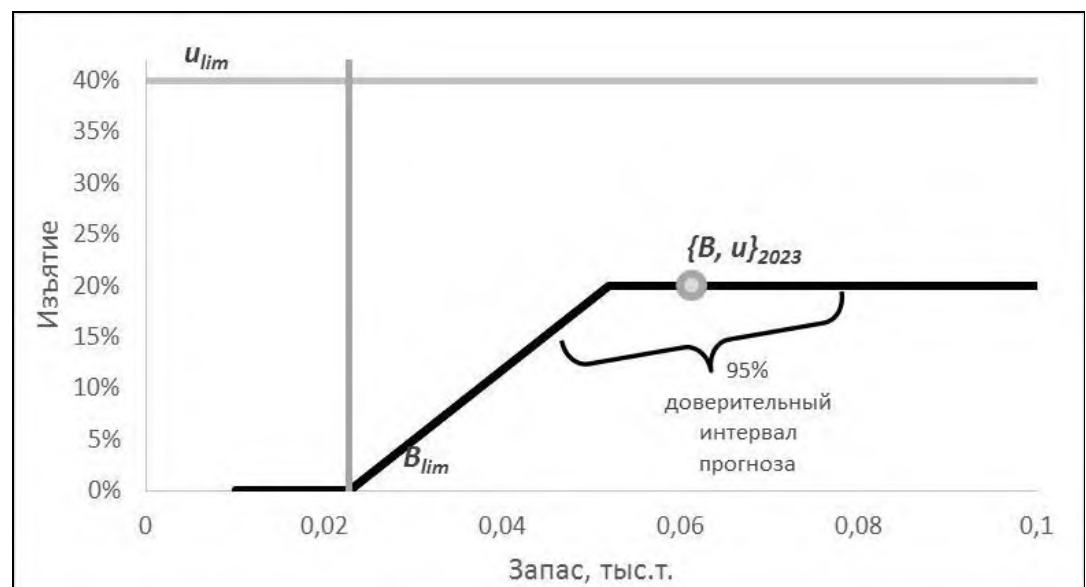


Рис. 5. Графическое представление ПРП для полигона № 4.

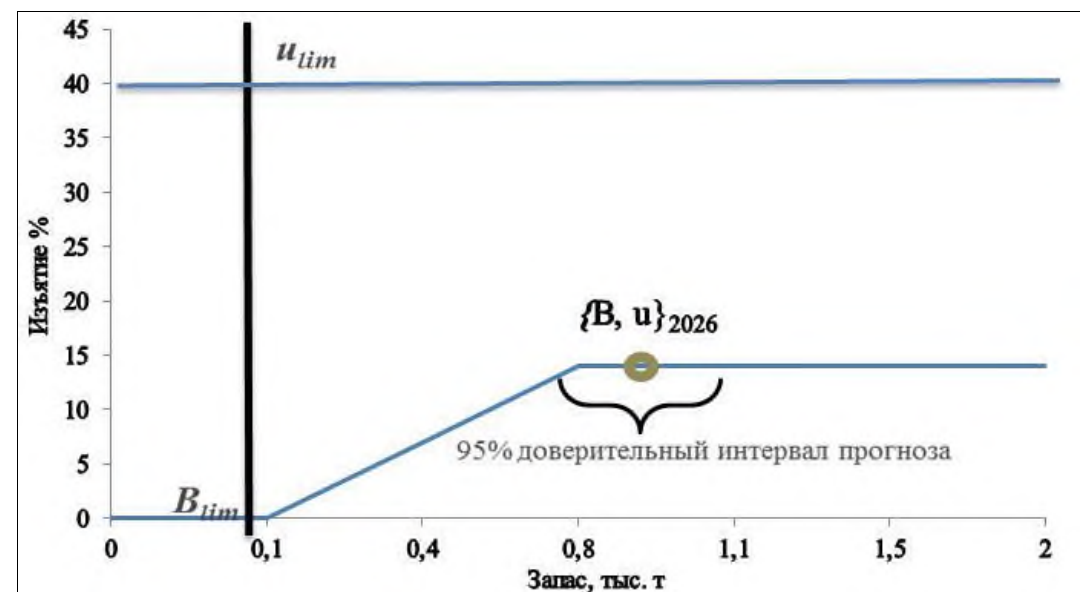


Рис. 6. Графическое представление ПРП для полигонов № 5–6.

Прогноз состояния промыслового запаса. Оценку прогнозируемой величины запаса получили в результате имитации динамики биомассы промыслового запаса на двухгодовую перспективу при заданных уровнях промысловой нагрузки. Для построения прогнозного значения запаса на 2026 г. была использована производственная модель Шефера, а также тренды, построенные на основе линейной фильтрации. Ожидаемые величины промыслового запаса колючего краба для подзоны Восточно-Сахалинской приведены в *таблице 7*.

Таблица 7

Прогноз запаса колючего краба подзоны восточно-Сахалинской на 2026 г., тыс. т		
Полигон	Математическое ожидание	95% доверительный интервал
1, 2	0,5	0,29–0,71
3	0,93	0,61–1,28
4	0,07	0,043–0,089
5, 6	0,98	0,89–1,1
7	0,68	0,5–0,95
Всего по подзоне	3,16	2,333–4,129

Необходимо обратить внимание на то, что изменений текущей и ожидаемой величины запаса колючего краба не произошло на участках, где промысел не велся. Промысловая биомасса скопления, на котором преимущественно был сосредоточен промысел в 2024 г. (полигоны 5 и 6 – район п-ова Терпения), имеет тенденцию к снижению *рисунок 7*.

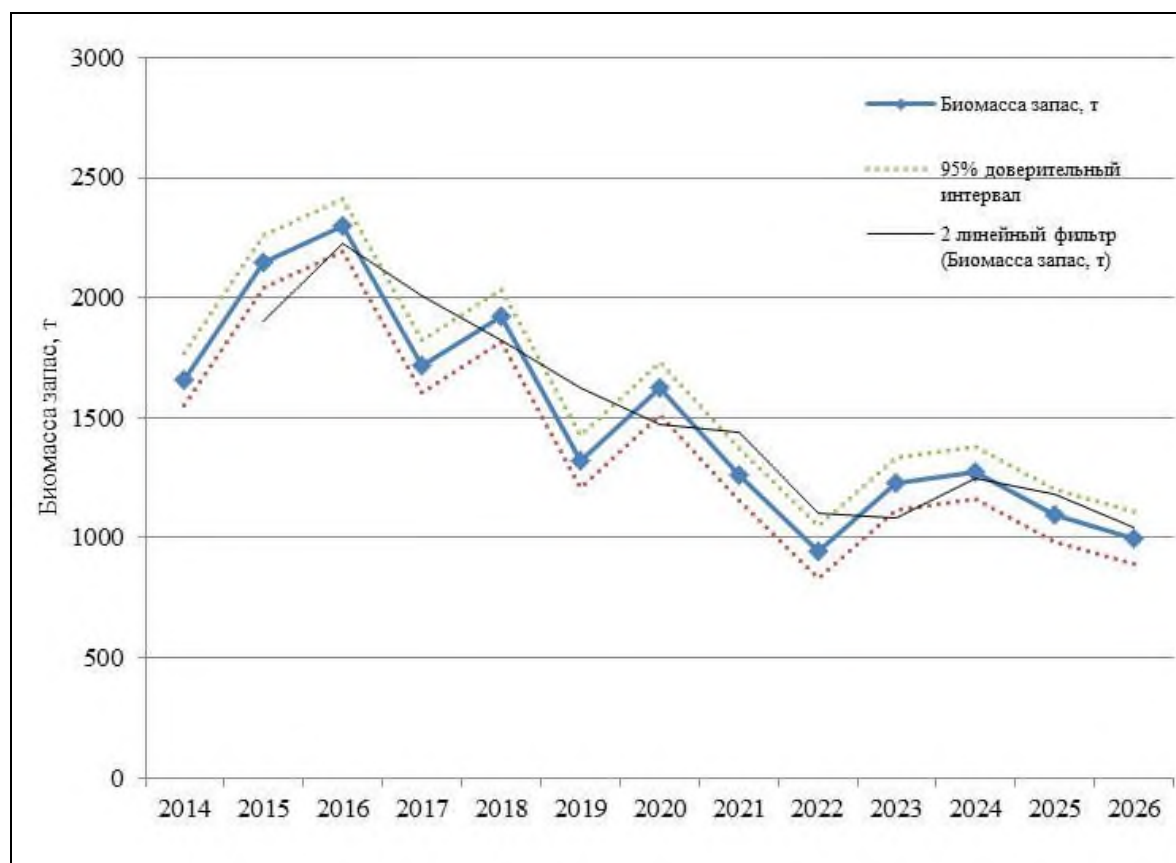


Рис. 7. Расчёт биомассы запаса и уловов краба колючего в месте с ретроспективной этих параметров для полигонов № 5-6 в 2014-2024 гг. и прогноз на 2025-2026 гг.

Обоснование объема ОДУ. Величины допустимого изъятия были установлены в соответствии с ПРП для каждого из локальных скоплений краба колючего в Восточно-Сахалинской подзоне. (табл. 8). Суммарная оценка ОДУ составила около 589 т.

Таблица 8

Допустимое изъятие колючего краба подзоны Восточно-Сахалинской на 2026 г., тыс. т

Полигон	Ожидаемая величина запаса	Доля изъятия	ОДУ
1,2	0,5	23%	0,115
3	0,93	21%	0,195
4	0,07	20%	0,014
5,6	0,98	16%	0,175
7	0,68	16%	0,108
Всего по подзоне	3,16		0,589

Запасы краба колючего в Восточно-Сахалинской подзоне относятся к разряду малоизученных. Вместе с тем, они расположены на сравнительно небольших площадях, при этом, как правило, наблюдается неравномерная промысловая эксплуатация скоплений. Все это создает предпосылки для возможного превышения реальных производственных возможностей локальных скоплений краба колючего в Восточно-Сахалинской подзоне. С другой стороны, необходимо изучение реакции запаса на изменяющуюся промысловую интенсивность, в рамках активно-адаптивной стратегии [Hilborn, Walters, 1992] необходимо некоторое повышение промыслового пресса на запас при обязательном мониторинге индикаторов состояния запаса: размерной и половой структуры, плодовитости, индексов обилия производителей и т.п. Для предотвращения возможного негативного воздействия промысла, с одной стороны, и реализации активно-адаптивной стратегии, с другой, предложено применять ротационную стратегию эксплуатации колючего краба [Михеев, Пьянов, 2013].

В 2024 г. промысловым организациям, по ряду независимых от них причин, не удалось полностью освоить величину ОДУ. Кроме того, специализированных исследований краба колючего у восточного Сахалина в 2024 г. провести не представилось возможности, в связи с чем, использованы данные промысловой статистики и результаты наблюдения на промысле.

В 2026 г. предлагается не изменять величину ОДУ и оставить на уровне 2024-2025 гг. – 0,300 тыс. т

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба колючего в Восточно-Сахалинской подзоне на 2026 г. в объеме 0,300 тыс. т.**

Краб колючий (*Paralithodes brevipes*)

61.06 – зона Японское море

61.06.1 – подзона Приморье

Исполнитель: А.В. Харитонов (ХабаровскНИРО)

Куратор: М.В. Переладов (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Прогноз состояния запаса и расчет величины ОДУ колючего краба на 2026 г. основан на материалах ловушечной съемки, проведенной в 2022 г. с борта НИС СТР «Зодиак». Работы проводились от мыса Золотой ($47^{\circ}20'$ с.ш.) до мыса Накатова ($51^{\circ}20'$ в.д.) с 12 мая по 8 июня, в диапазоне глубин 13-204 м. За указанный период работ было выполнено 113 ловушечных станций (рис. 1, табл. 1). Биоанализ включал 153 самцов колючего краба. Кроме того, использованы материалы мониторинга промыслово-биологических показателей 2010-2023 гг. и промысловой статистики прошлых лет.

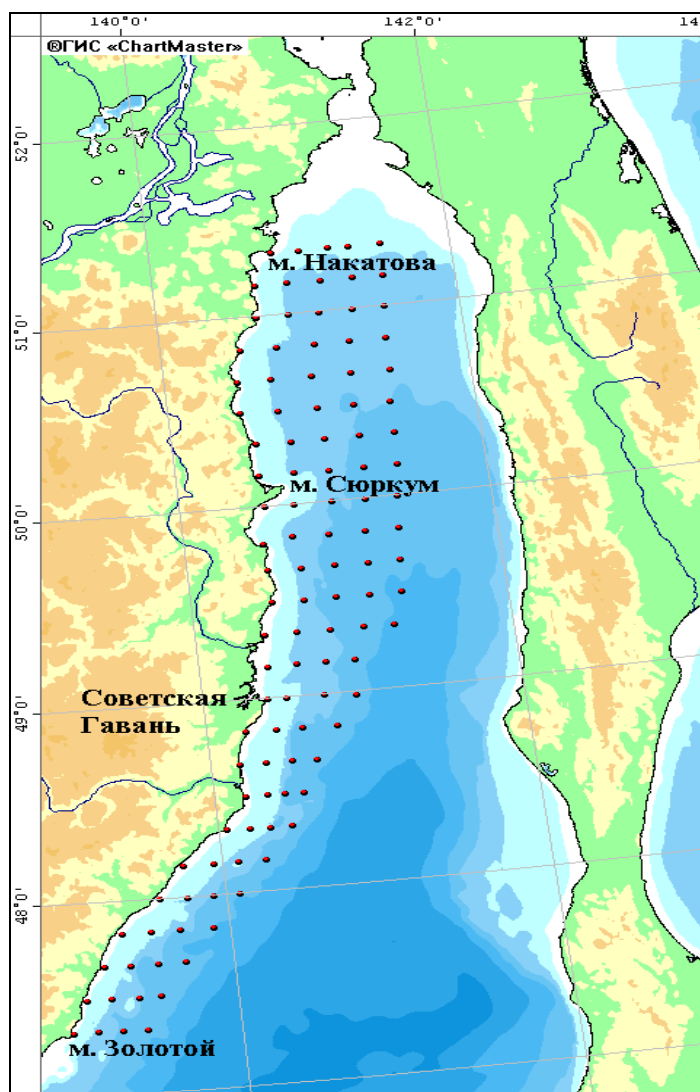


Рис. 1. Карта-схема района работ и постановки порядков НИС СТР «Зодиак» в северо-западной части Татарского пролива в мае-июне 2022 г.

Таблица 1

Объем научно-исследовательских работ по крабу колючему,
выполненных в подзоне Приморье

Год	Период работ	Район работ	Количество станций.	Расчетная площадь исследований, тыс. км ²	№, экз.
ХабаровскНИРО					
2017	14.05–19.06	47°27'-49°14' с.ш. 139°05'-140°27' в.д.	84	4,3	2703
2021	29.04–09.05	47°29'-48°45' с.ш. 139°06'-140°13' в.д.	56	1,671	1784
ХабаровскНИРО (совместно с ТИНРО)					
2018	25.08–08.10	47°21'-50°10' с.ш. 139°13'-140°40' в.д.	87	23,2	308
2020	29.04–23.05	47°20'-51°00' с.ш. 139°00'-141°20' в.д.	115	25,7	186
2022	12.05–08.06	47°20'-51°20' с.ш. 139°00'-141°00' в.д.	113	26,3	153

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. Сбор данных для оценки запаса выполняли методом прямого учета, с использованием стандартных крабовых конических ловушек, собранных в порядки, в среднем, по 30 ловушек, с расстоянием между поводцами – 15-20 м. Использование ловушечной съемки для оценки запаса обусловлено тем, что промысел крабов ведется именно ловушками, использование однотипных орудий лова упрощает сопоставление результатов промысла и научного лова.

Для определения величины текущего запаса использовали компьютерную программу «КартМастер 4.1» [ВНИРО, Поляков, 2003-2008]. Значения запаса интерполировали методом сплайн-аппроксимации [Столяренко Д.А., Иванов Б.Г., 1988] при коэффициенте сглаживания - 0,032. В данном методе оценки запасов используется алгоритм сглаживания показателей уловов между станциями (ловушечными порядками). Цель сглаживания данных – создание функции плотности запаса, которая проходит близко к значениям измерений при выполнении учетной ловушечной съемки. Площадь облова ловушки принималась равной 3300 м².

В прогнозных материалах на 2026 г. для этой единицы запаса при определении ОДУ был применён метод CurC (из семейства методов Constant Catch) [Geromont, Butterworth, 2015], реализованный в программном пакете DLMtool (в среде R). Пакет DLMtool. Входной информацией для расчётов послужили сведения о вылове по годам и среднесуточный вылов по данным ССД.

Действующие меры ограничения рыболовства. Согласно действующим «Правилам рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна», утвержденным Приказом Минсельхоза России от 06.05.2022 г. № 258, для колючего краба установлен промысловый размер – не менее 100 мм по ширине карапакса. Действуют запретные для добычи сроки на период линьки – к северу от параллели 47°20' с.ш. с 10 июня по 30 сентября. В качестве еще одной меры обеспечения сохранения и рационального использования краба колючего Приказом Минсельхоза России от 28.03.2023 г. № 311 утверждены минимальные объёмы добычи (вылова) в сутки на одно судно. Для северо-западной части Татарского пролива подзоны Приморья, севернее мыса Золотой, указанный объем составляет 0,53 т.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Колючий краб является менее ценным, в коммерческом отношении, видом, по сравнению с другими видами промысловых крабов северо-западной части Татарского пролива. В настоящее время отмечается интерес рыбодобывающих компаний к данному виду крабов. По данным ССД Росрыболовства и Амурского территориального управления Росрыболовства, в 2024 г. вылов составил 112,694 т или 48,6% от годового ОДУ в 232 т (рис. 2). Из них промышленностью освоено 49,9%, любительским рыболовством – 47,9%, НИР – 61,0% (табл. 2).

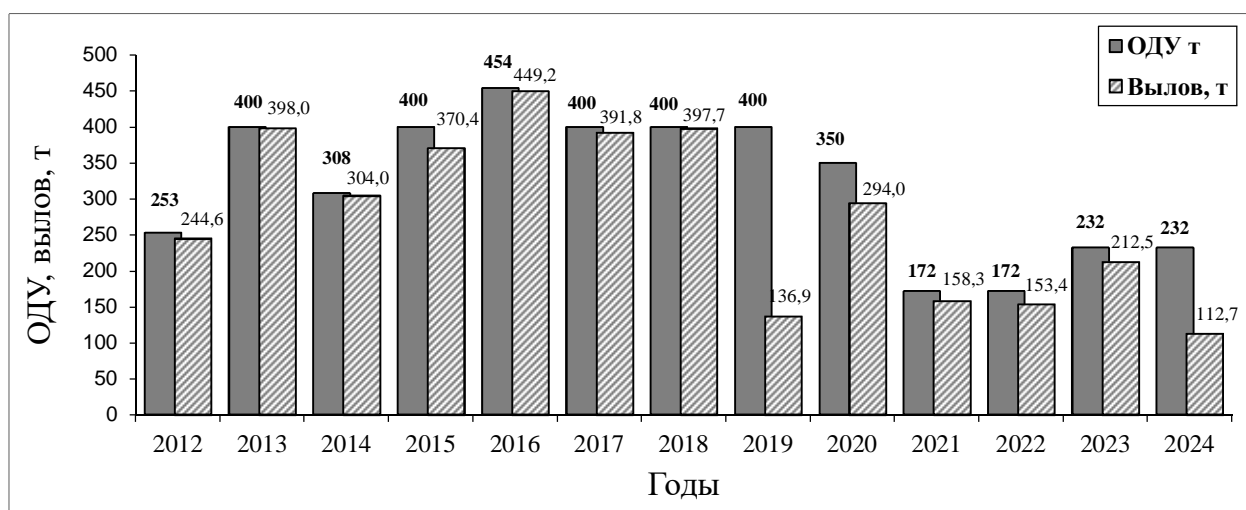


Рис. 2. Динамика ОДУ и статистика вылова краба колючего.

Таблица 2

Статистика вылова краба колючего в подзоне Приморье (к северу от м. Золотой) в 2024 г.

Виды лова	Квота, т	Освоение, т	Освоение, %
Промышленный	215,950	107,839	49,9
Любительский	10	4,794	47,9
КМНС*	5,4	0	0
НИР**	0,1	0,061	61,0
Итого	232	112,694	48,6

*Рыболовство в целях обеспечения традиционного образа жизни и осуществления традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской; **Научно-исследовательские работы

Промышленный лов колючего краба в подзоне Приморье традиционно ведется к северу от мыса Золотой, до мыса Красный Партизан. В 2024 г., как и в предыдущие годы, основной лов проводился на участке побережья от мыса Безымянный (47°46' с.ш., 139°15' в.д.) до бухты Андрея (48°33' с.ш., 140°10' в. д.) (рис. 3).

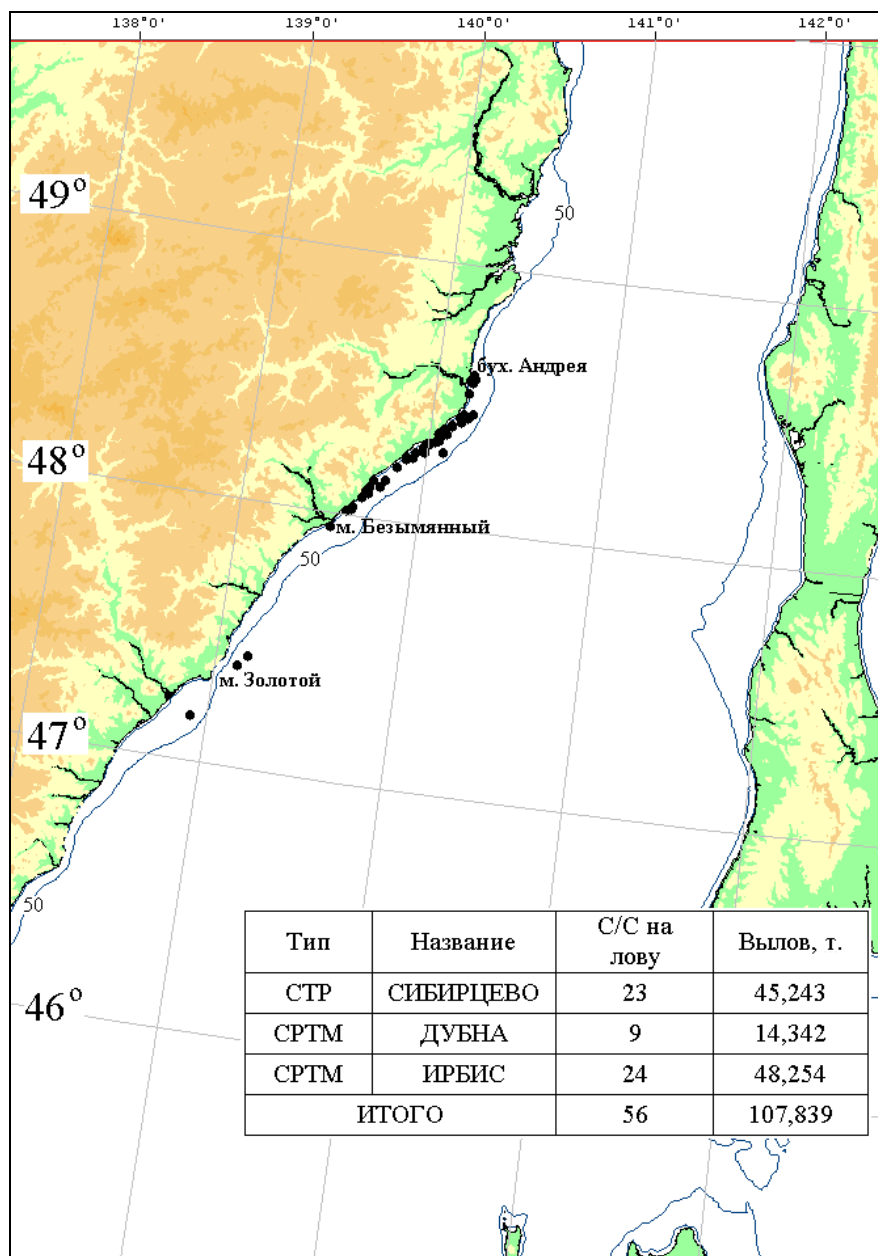


Рис. 3. Распределение промыслового флота при добыче краба колючего в подзоне Приморье в 2024 г.

В 2024 г. в разные периоды лов вели 3 судна. Среднесуточный вылов одного судна изменялся по месяцам от 1,536 до 2,396 т, в среднем за год составил 1,922 т. (табл. 3). Большая часть выделенного объема (по разрешениям) на суда, осуществляющим промышленное рыболовство в 2024 г. была освоена в весенний период (89,7%), до ежегодного запрета на промысел.

Таблица 3

Характеристика промысла краба колючего в подзоне Приморье
(данные ССД Росрыболовства)

Год		Среднесуточный вылов одного судна по месяцам и годам, т										Кол-во судов на промысле	
	II	III	IV	V	VI	VII-IX			X	XI	XII		Год
2019	-	1,050	1,679	0,969	-	-	-	-	2,649	1,357	2,268	1,798	1
2020	-	-	0,627	1,651	2,274	-	-	-	1,733	1,550	3,149	1,794	7*
2021	-	-	1,205	2,109	2,421	-	-	-	-	-	-	1,945	5
2022	-	-	1,412	2,286	3,332	-	-	-	3,705	-	-	2,532	3
2023	0,911	1,539	1,469	2,115	2,543	-	-	-	0,746	1,107	1,781	1,618	4
2024	-	-	1,536	2,396	2,117	-	-	-	-	-	1,550	1,922	3

*Из них 2 НИС

Данные по колючему крабу, полученные в мае-июне 2022 г., показали, как и в предыдущие годы, что промысловая часть группировки располагается к северу от мыса Туманный.

Частота встречаемости вида в ловушечных уловах составила 13,3%. Наиболее плотные концентрации отмечали от мыса Крестовоздвиженский до мыса Песчаный ($47^{\circ}40'1''-48^{\circ}35'6''$ с.ш.), на глубинах 13-20 м.

В уловах колючего краба преобладали самцы промыслового размера, они составили 66,7% улова, доля самок составила 31,6%, самцов непромыслового размера – 1,7%.

Промысловые самцы облавливались на глубинах от 13 до 48 м (рис. 4). При этом необходимо учитывать особенности обитания вида в северо-западной части Татарского пролива. Согласно многолетним данным, ядро популяции весной располагается на глубинах от 6 до 15 м, соответственно, съемкой (май-июнь 2022 г.) охвачены не все глубины, на которых обитает колючий краб.

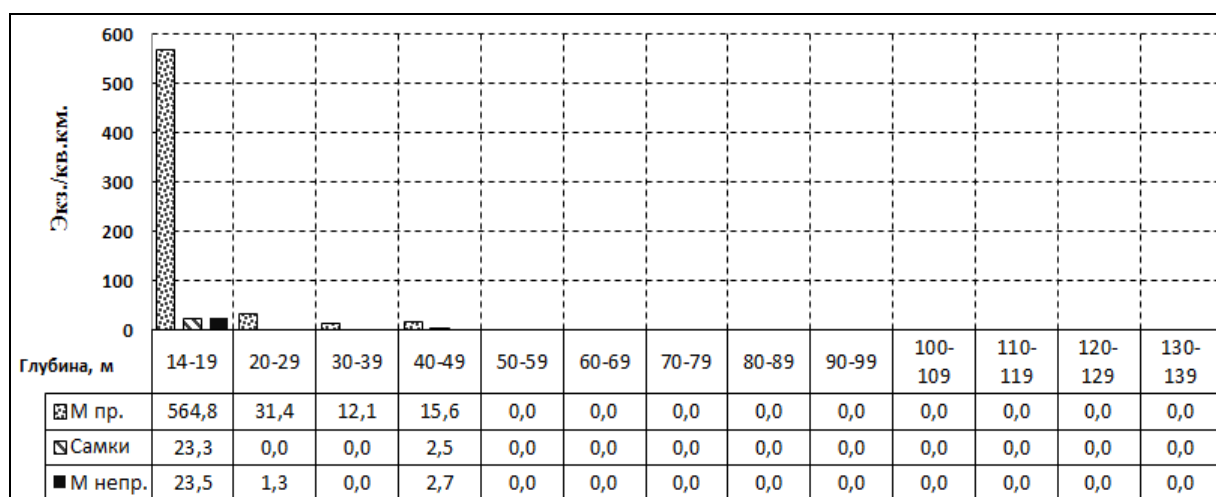


Рис. 4. Батиметрическое распределение краба колючего (экз./км²) в подзоне Приморье в мае-июне 2022 г.

В целом по району исследований средний улов составил 1,3 экз./лов., на глубинах 13-20 м., при максимальном улове – 2,6 экз., средняя плотность составила 400 экз./км², при максимальной плотности – 782 экз./км². С

увеличением глубины (до 20-48 м) уловы снижались, а так же снижалась плотность распределения крабов, в среднем составив 0,04 экз./лов. и 12,7 экз./км², соответственно. Средние значения уловов и плотностей, в зависимости от глубины, соответствуют значениям, полученным в весенний период 2020 г. По отношению к 2021 г. отмечается снижение среднего улова промысловых самцов почти в 3,3 раза. В 2021 г. работы проводили на глубинах от 3,8 до 36,5 м (рис. 5).

Основу уловов самцов колючего краба, около 84,3%, составляли особи с шириной карапакса 100-139 мм (min = 92 мм, max = 181 мм, $s_{\bar{c}} = 1,290$) (рис. 6). Средний размер карапакса самцов в мае-июне 2022 г. составил 123 мм, средняя масса – 1208 г (min = 490 г, max = 2895 г). Средняя ШК промысловых самцов – 123,8 мм., средняя масса – 1322 г.

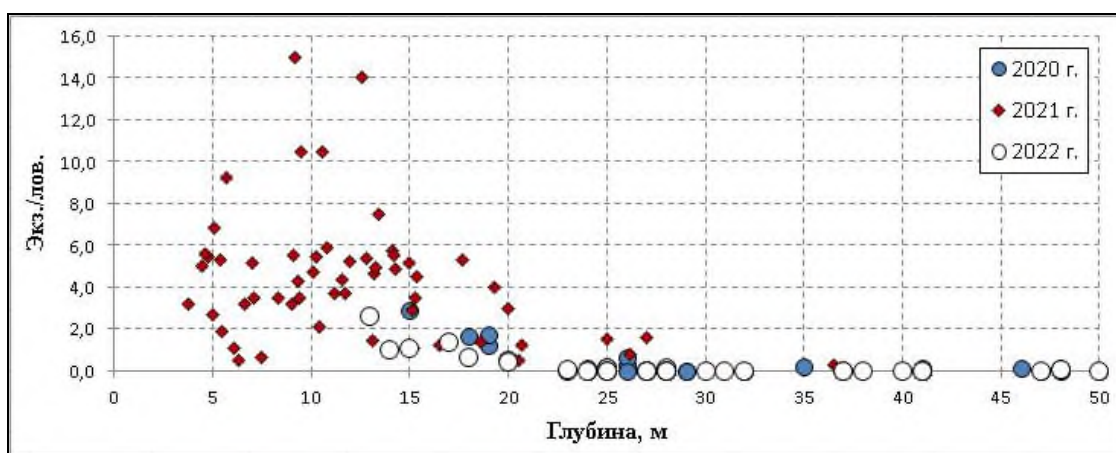


Рис. 5. Распределение уловов по глубинам (экз./лов.) промысловых самцов краба колючего в подзоне Приморья в апреле-мае 2020, 2021 гг. и мае-июне 2022 г.

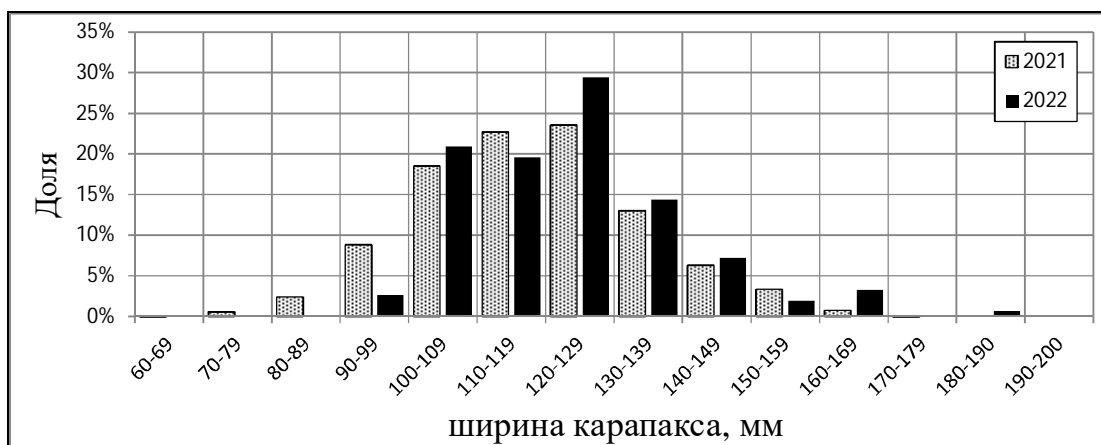


Рис. 6. Размерный состав самцов краба колючего в 2021-2022 гг. (N = 2021 г. – 1784 экз., 2022 г. – 153 экз.).

В целом, серьезных изменений средних размерно-весовых значений, по отношению к прошлым годам, не отмечено (табл. 4). Как и в предыдущие годы, дефицит самцов непромыслового размера сохраняется. Это связано с тем, что молодь колючего краба находится на недоступном для ловушечной съемки мелководье (глубины 1-4 м).

Таблица 4

Динамика средних размерно-весовых показателей самцов краба колючего
в северо-западной части Татарского пролива

Год	Средняя ширина карапакса самцов, мм	Средняя ширина карапакса самцов промыслового размера, мм	Средняя масса тела самцов, г	Средняя масса тела самцов промыслового размера, г
2010	126,9	130,9	1336,8	1432,9
2011	134,5	136,5	1568,3	1623,2
2012	121,1	121,0	1084,8	1082,2
2013	120,2	120,7	1121,1	1132,4
2014	127,7	130,3	1302,0	1386,2
2017	124,5	126,8	1214,6	1284,2
2018	119,6	124,6	1134,0	1247,0
2019	119,5	122,7	1173,0	1253,1
2020	121,2	122,2	1181,0	1208,0
2021	118,6	122,1	1159,6	1245,0
2022	123,0	123,8	1208,0	1322,0

Определение биологических ориентиров. Исторический минимум численности и биомассы запаса колючего краба в рассматриваемом районе наблюдался в 2007 г. – период, когда исследованиями не были охвачены глубины меньше 20 м, и запас явно недооценивался. Численность запаса составляла 0,409 млн экз., биомасса – 0,572 тыс. т. Максимального значения запас достигал в 2010 г., когда численность самцов промыслового размера составляла 2,951 млн экз., биомасса – около 4,131 тыс. т (рис. 7).

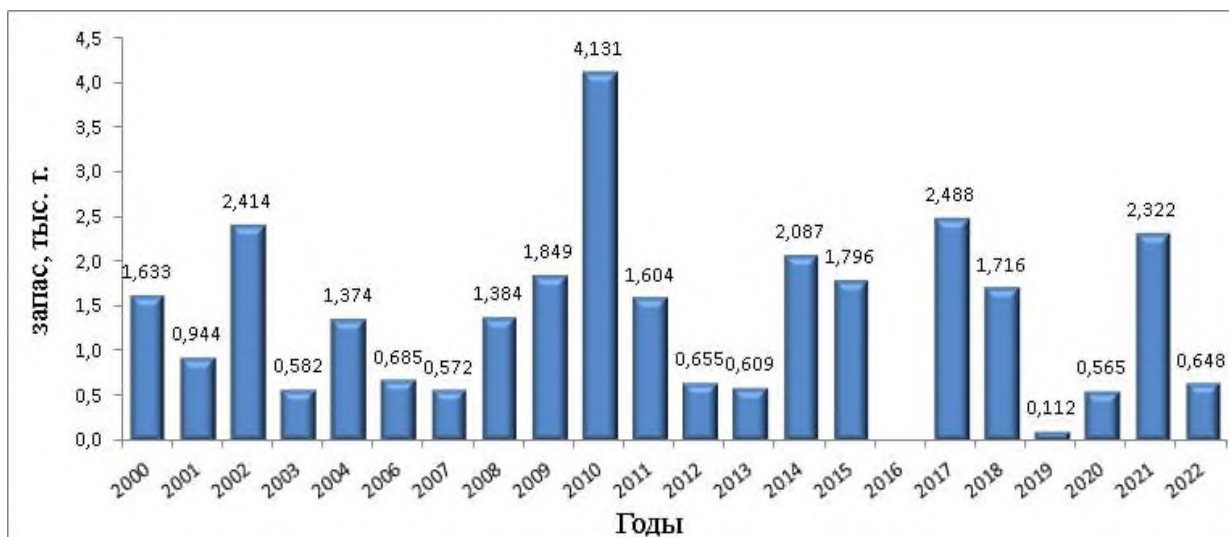


Рис. 7. Динамика промыслового запаса краба колючего в подзоне Приморье в 2000-2022 гг. (в 2016 г. НИР по крабам не проводили, в 2019 г. значение 0,112 тыс. т не отражает реального состояния запаса, так как традиционные места обитания промысловых самцов съемкой охвачены не были).

В 2010 г. съемкой была охвачена максимально возможная площадь ареала колючего краба в северо-западной части Татарского пролива, включая районы с низкой плотностью распределения крабов, где промысел не велся, и не ведется в настоящее время. В связи с этим, полученная величина

промыслового запаса в 2010 г. не может быть использована в качестве максимального промыслового запаса. Предлагается использовать величину FSB_{max} , рассчитанную на основе данных, полученных в результате учетной съемки 2017 г. (2,488 тыс. т, 1,938 млн экз.), как наиболее приемлемую и максимально полную.

Определение границ допустимой (биологически безопасной) области управления запасом выполнено с учётом положений, изложенных в работах В.К. Бабаяна [2000] и А.И. Буяновского [2012]. Основными ориентирами управления приняты граничный и целевой ориентиры индекса биомассы (численности) промыслового запаса (FSB_{lim} и FSB_{tr}). Ориентиры управления определены по правилам:

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

С учётом обозначенных правил, $FSB_{lim} = 0,498$ (0,355 млн экз.); $FSB_{tr} = 1,659$ (1,185 млн экз.).

Обоснование правила регулирования промысла (ППП). Регулирование промысла осуществляется с помощью зонального ППП. В качестве цели эксплуатации запаса предложено получение устойчивого вылова. Для определения интенсивности эксплуатации запаса применяется линейно-кусочная функция, параметры которой устанавливаются в соответствии с ориентирами управления. При изменении состояния запаса, в пределах границ ориентиров, изменяется величина допустимого вылова.

В случае если запас оценивается объёмом менее FSB_{lim} – вводится запрет на промышленное рыболовство, за исключением научного и контрольного лова. При оценке запаса в пределах значений от FSB_{lim} до FSB_{tr} – интенсивность изъятия устанавливается линейно в пределах 1-10% от промыслового запаса. Схема зонального регулирования промысла колючего краба разбивается на три зоны: запрет промышленного лова, восстановление запасов и режим устойчивого промысла (рис. 8).

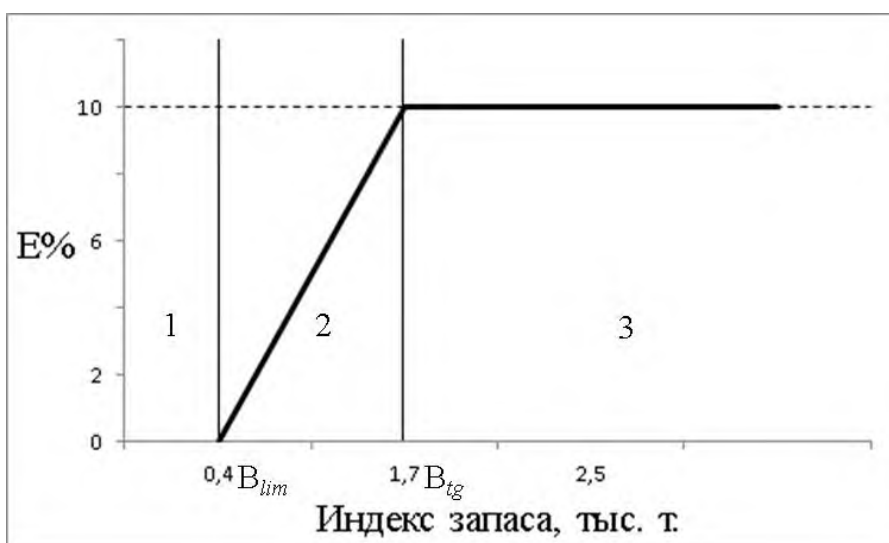


Рис. 8. Схема зонального регулирования промысла краба колючего в северо-западной части Татарского пролива. E – коэффициент эксплуатации, B_{lim} – граничный, B_{tg} – целевой. Зоны: 1 – подорванный (депрессивный) запас, 2 – восстановление запаса (неблагополучный), 3 – постоянной интенсивности промысла (благополучный).

Прогнозирование состояния запаса. За последние 15 лет на традиционных местах обитания колючего краба, каких-либо серьезных колебаний промысловой численности отмечено не было (табл. 5). В 2020 и 2022 гг. работы выполняли на глубинах, где поимка колючего краба случайна (см. рис. 5). Учитывая, что промысловая обстановка характеризуется как стабильная, среднесуточный улов в 2024 г. находился на уровне среднегодовалого (1,935 т), освоение выделенного ресурса за последние 10 лет находится на высоком уровне и в среднем составляет 95,6%. Можно с уверенностью сказать, что промысловый запас к началу промысла 2026 г. будет находиться, как минимум, на уровне среднегодовалого значения 1,611 млн экз. или 2,130 тыс. т.

Таблица 5

Динамика промыслового запаса на традиционных местах обитания колючего краба в подзоне Приморье севернее м. Золотой 2014-2024 гг.

Годы	2014	2015	2017	2018	2020	2021	2022	2023	2024
Млн экз.	1,491	1,387	1,938	1,376	0,468	1,865	0,490	-	-
Тыс. т.	2,087	1,796	2,488	1,716	0,565	2,232	0,648	-	-
С/С вылов, т	-	-	-	-	1,794	1,945	2,532	1,618	1,922
Вылов за год, т	-	-	-	-	294,0	158,3	153,4	212,5	112,7
Кол-во судов на промысле	-	-	-	-	5	5	3	4	3

Обоснование объема ОДУ. Оценку величины ОДУ колючего краба в подзоне Приморье к северу от м. Золотой на 2026 г. выполнили посредством использования пакета модельного расчета DLMtool. При этом допустили, что его вылов в 2025 г. будет соответствовать 95,6% ОДУ – 0,221 тыс. т, вылов на судосутки промысла может составить 1,8 т/судосутки.

В результате расчетов, средние оценки ОДУ на 2026 г., полученные разными методами, варьировали от 101 до 235 т (рис. 9).

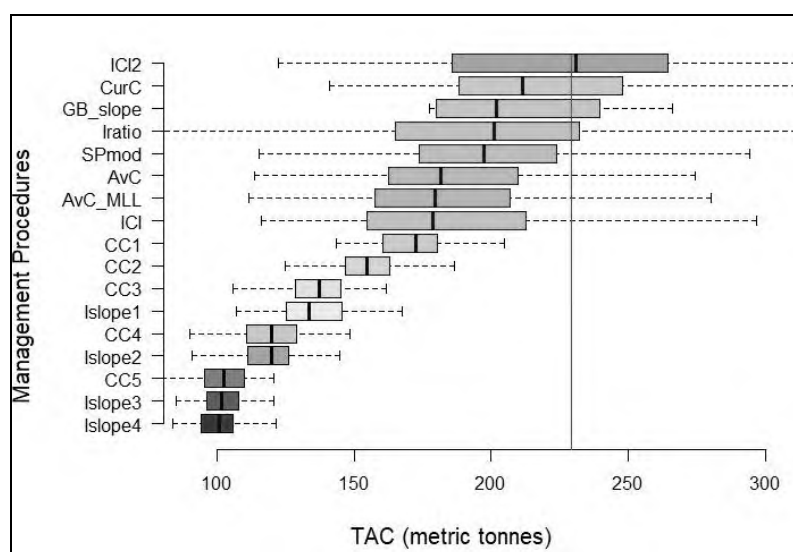


Рис. 9. Графическое представление результатов расчетов ОДУ колючего краба в подзоне Приморье к северу от м. Золотой методами, реализованными в DLMtool (по оси ординат — процедура управления, метод оценки ОДУ; по оси абсцисс — ОДУ).

Прогнозируется стабильное состояние промыслового запаса колючего краба в подзоне Приморье к северу от м. Золотой, поэтому наиболее оптимальной целью управления должно быть поддержание ОДУ на уровне близком к уровню последних лет.

Сравнение ОДУ, рассчитанного исходя из «предосторожного» подхода зонального регулирования промысла, при использовании методов DLMtool, показало удовлетворительные результаты. Оценка ОДУ находится в пределах 47% интервала расчетной величины предложенных методов DLM.

Учитывая стабильность промыслового запаса краба колючего, а также достаточно высокий процент освоения (99,9%) судами, осуществляющими специализированный промысел в 2024 г., и хорошую промысловую обстановку, предлагается до получения новых данных по промысловому запасу установить ОДУ на 2026 г. на уровне 2025 г. – 232 т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба колючего в подзоне Приморье на 2026 г. в объеме 0,232 тыс. т.**

Краб равношипый (*Lithodes aequispinus*)

61.03 – зона Северо-Курильская

Исполнитель: Г.В. Жуковская (СахНИРО)

Куратор: С.И. Моисеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. В основу прогноза состояния запаса и расчета величины ОДУ равношипного краба на 2026 г. положен материал, собранный в период исследований с 1993 по 2016 гг., и данные промысловой статистики по 2024 год, включительно. Данные за 2016 г. носят ориентировочный характер ввиду малочисленности выборки. Данные за 2020-2021 гг. неполные.

Для анализа имеется ограниченный набор характеристик, которые фиксировались в ретроспективе и, возможно, могут отслеживаться в дальнейшем при эксплуатации этого вида. К таким характеристикам можно причислить: CPUE промысловых особей, промысловые усилия, вылов, средний размер промысловых особей. Улов на усилие является единственным доступным параметром для мониторинга численности популяции. Равношипый краб обитает на сложных задевиных грунтах, изрезанной поверхности, со значительными перепадами глубин. Выполнение работ традиционными учетными орудиями лова, такими как донные тралы невозможно из-за сложного рельефа дна. Поэтому весь имеющийся материал получен при помощи ловушечных орудий лова (ловушки американского образца для крупных и глубоководных видов крабов, с длиной нижней стороны – 1,75 м, высотой – 1,0 м).

Структура и качество доступного информационного обеспечения для равношипного краба Северо-Курильской зоны соответствуют III уровню (прил. 1 к Приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.).

Обоснование выбора методов оценки запаса. Поскольку селективность ловушек, в значительной мере, обусловлена биологическими особенностями объекта исследования, то их применение для сбора данных вносит неопределенные погрешности. Трудности возникают при определении коэффициента уловистости ловушки, который, по литературным данным, может давать почти 50%-ную погрешность. Размерный состав из ловушечных уловов также существенно зависит от биологического состояния особей. Литературные данные свидетельствуют, что селективность ловушек проявляется в отношении межлиночного состояния особей. Поскольку частота линек у особей разных размерно-возрастных групп неодинакова, то это накладывает существенные погрешности на соответствие размерного состава особей в популяции и в ловушечных уловах. По этой причине нельзя быть полностью уверенным в правильности определения группового возраста по методам анализа кривых размерного состава.

Обоснование прогнозных материалов строится на эмпирических, трендовых, индикаторных и других методах, применяемых в случае

дефицита информации.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Равношипый краб относится к видам, населяющим верхнюю батияль. В пределах Курильского бассейна он обитает на свалах глубин у Курильских островов и с северо-восточной стороны о-ва Сахалин, на глубинах от 87 до 1150 м. Его основные скопления приурочены к глубинам 200-500 м, поэтому для организации исследований необходимо применение глубоководного оборудования. К особенностям биологии равношипного краба можно отнести низкую плодовитость самок, большую продолжительность жизненного цикла – признаки, характерные для вида в целом, а также ограниченность жизненного пространства, локальность и малочисленность популяций, особенно островных. Биология этого вида изучена вполне достаточно для понимания особенностей функциональной структуры его популяций, положительных и отрицательных свойств, влияющих на формирование численности. На настоящий момент выяснено, что, в силу изрезанности рельефа дна и особенностей биологии этого вида, его пространственно-функциональная структура в районе Курильских островов представлена сетью мелких самовоспроизводящихся группировок популяционного ранга, располагающихся вокруг более крупных, имеющих промысловое значение. В то же время, не определены факторы, действующие на ход физиологических процессов.

Равношипый краб, в отличие от шельфовых видов крабов, имеет в своем развитии лецитотрофную личинку с демерсальным типом развития [Shirley, Zhou, 1997]. Эта особенность позволяет виду не тратить энергию на продолжительные миграции в целях привязки пространства репродуктивных процессов к условиям транспорта личинок. Поскольку наибольшие плотности равношипного краба отмечаются вокруг подводных возвышенностей, по-видимому, большинство скоплений существуют в условиях стационарных круговоротов, и личинки, тем более с демерсальным типом развития, в основном, не покидают их границ [Низяев, 1990)]. Перечисленные особенности определяют принципиальную функциональную структуру популяций. Популяции локальны, панмиксия между соседними популяциями нарушена многочисленными преградами, образованными скальными породами. Это предполагает возможность независимого существования нескольких популяций в непосредственной близости друг от друга. Жизнедеятельность каждой популяции краба может происходить без существенного влияния со стороны других. При истощении численности популяции, ее восстановление будет идти только за счет оставшихся резервов, без какой-либо ощутимой помощи от соседних популяций, что определяет значительную продолжительность ее выхода из депрессии. В пределах Северо-Курильского промыслового района обитают две сравнительно крупные популяции равношипного краба (шиашкотанская и симуширская) и ряд относительно мелких группировок у о-вов Ушишир, Расшуа, Матуа, объединенных в единый объект управления. С 2011 года разведана и выделена в обособленную самостоятельную единицу управления

группировка, населяющая акваторию с южной стороны о. Симушир.

Шиашкотанская группа (пр. Крузенштерна – Четвертый Курильский пролив). Шиашкотанская группа, помимо основных промысловых скоплений у о. Шиашкотан и скал Ловушки, включает два малочисленных поселения (у о-вов Маканруши-Онекотан и на плато к юго-востоку от о. Шиашкотан).

Скопление промысловых особей шиашкотанской популяции локализовано с океанской стороны, от южной части острова до прол. Крузенштерна. Ежегодные работы в указанном районе ведутся, преимущественно, в весенний период. В 2003-2004 гг., по ряду технических причин, работы выполнялись осенью, ряд сезонных наблюдений не состоялись. В 2005 г. весенние исследования возобновились, однако, сместились сроки проведения работ, которые ранее выполнялись с февраля по май, а в 2005 г. выполнены в период с марта по июнь, что отразилось на данных промысловой статистики. Осенью 2005 г. и весной 2006 г. работы начаты своевременно, осенние работы в 2006 г. начаты в летний период. В 2007 году, что совпадает с пиком депрессивного состояния у популяции, в связи с низкими промысловыми результатами, работы не велись. Выставлено всего несколько порядков, число которых не позволило получить репрезентативные оценки состояния группировки. В последующие годы работы велись, преимущественно, в весенне-летний период.

У Северных Курильских островов первые попытки изучения равношипного краба предпринимались с 1992 г., а специализированные исследования организованы с 1993 г. В силу высокой затратности работы ловушками на больших глубинах, до 1999 г. ННН промысел этого объекта был незначителен. В 2000-2006 гг. неоднократно отмечался незаконный промысел в районе Северных Курил. В конце 2000-х годов незаконный промысловый пресс существенно снизился.

Помимо негативного воздействия ННН промысла, в 2001-2006 гг. лов велся без учета репродуктивных возможностей каждой независимой популяционной группировки, обитающей в северо-курильском промрайоне. С 2009 года добывающими предприятиями существенно пересмотрена стратегия промысла краба. Раньше практически всю квоту, определенную для зоны Северные Курилы, выбирали у о. Шиашкотан, что, во-первых, привело к местному перелову и снижению уловов на усилие, во-вторых, по малоэксплуатируемым группировкам прервался ряд данных. В свою очередь, это отразилось на общей оценке величины изъятия, т.к. производительность допустимого улова в шиашкотанской группировке закономерно снизилась.

В 2009 г. промысловые нагрузки на группировки были распределены согласно научным рекомендациям, что благотворно повлияло на успешность промысла и состояние запасов. В частности, снижение промысловой нагрузки на шиашкотанскую группировку повлекло за собой увеличение среднего улова и позволило оценить допустимый вылов в условиях рационального ведения промысла. В 2009-2012 гг. вылов оставался щадящим, поскольку численность группировки была ниже оптимальной. Изменение стратегии промысла позволило существенно сократить

промысловые усилия для освоения запаса краба.

В первые годы эксплуатации группировки уловы были сравнительно высоки и достигали 16-24 экз./лов. К 1994 г., как и ожидалось, этот показатель закономерно снизился и стабилизировался вплоть до 2002 г. Исключением в этот период является 2000 г., когда, по неизвестным причинам, был отмечен резкий скачок средних уловов на усилие (рис. 1). До конца 1990-х годов основной промысловый пресс приходился на участок восточнее о. Шиашкотан. Начиная с 2000 года, он полностью переместился в район ск. Ловушки, по причине снижения плотности скоплений у о. Шиашкотан. Заметное снижение улова (до 7,4 экз./лов.) наблюдалось у скал Ловушек в осенний период 2003 г., весной 2005 г. уловы составили 6,1 экз./лов. Снижение улова на усилие, в сочетании с сужением границ ареала группировки, свидетельствует о начале депрессивных явлений. Причиной депрессии, скорее всего, был перелов, вызванный работой браконьерских судов, и, периодически, чрезмерным промысловым усилием с выловом, превышающим возможности популяции (1995, 2001, 2006 гг.).

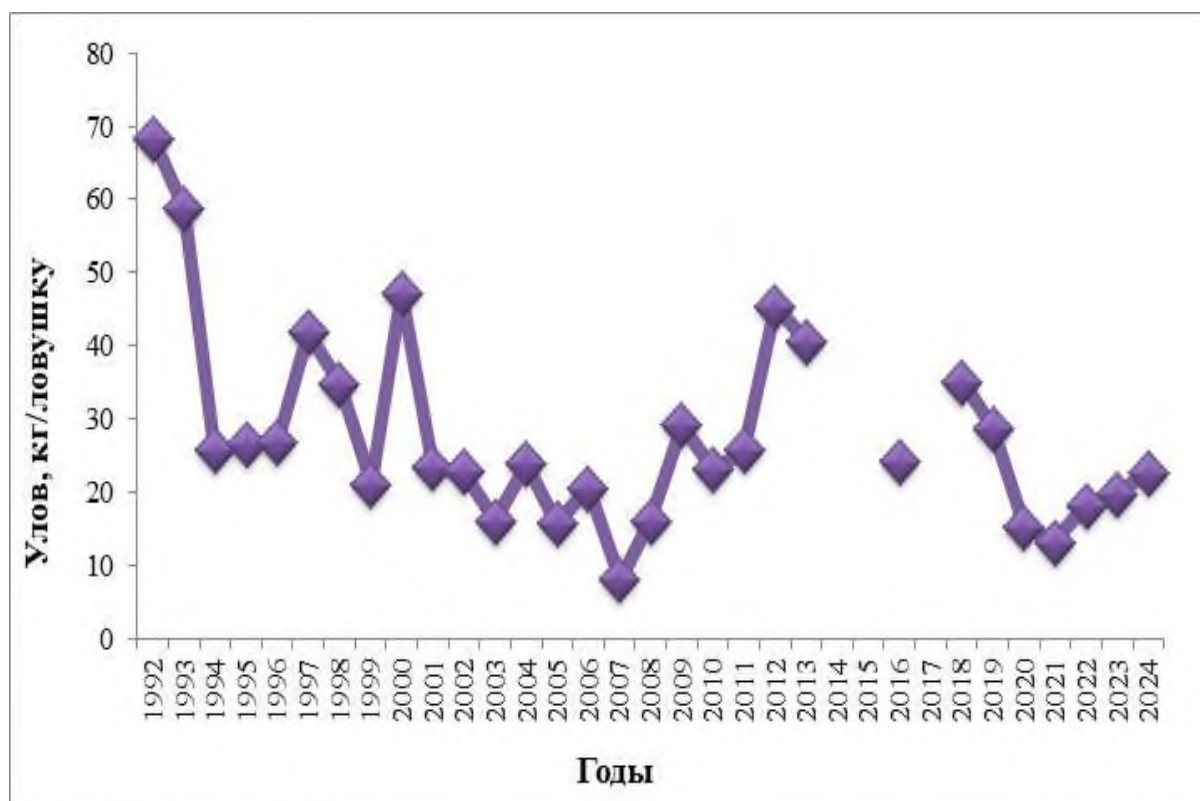


Рис. 1. Динамика уловов краба равношипового у о-ва Шиашкотан и скал Ловушки.

По материалам съемок, осенью 2005 г. уловы находились на сравнительно низком уровне и в среднем составили 6,1 экз./лов., весной 2006 г. наблюдалось увеличение до 9,1 экз./лов. Аномально низкие уловы отмечены в летне-осенний период 2007 г. В 2008 г. уловы также были низкими, а промысловая ситуация, в среднем, была сходной с 2005 г. В 2009 г. и последующие годы уловы существенно возросли, что дало возможность внести соответствующие коррективы в прогнозирование вылова.

На протяжении последних лет, включая 2013 г., в районе наблюдается

стабилизация уловов на усилие, что показывает успешность выбранной стратегии промысла и восстановление промыслового запаса шиашкотанской группировки.

Проведенная в 2013 г. разведка скоплений краба у о-ва Шиашкотан показала, что восстановление запасов на этом участке идет довольно успешно, улов на усилие, в среднем, составил 11,7 экз./лов. Средний размер промысловых особей здесь несколько выше, чем у скал Ловушки, что связано с отсутствием промысла на этом участке. Корректные данные по уловам на усилие с 2013 г. отсутствуют.

В 2016 г. проведено кратковременное наблюдение на промысле, результаты которого сложно признать репрезентативными (станций – 8, промеров – 46). По данным промысловой статистики 2018 года, улов на усилие превышает среднееголетнее значение и имеет тенденцию к увеличению. Однако, также стоит заметить, что в этом районе промысел ведется с превышением рекомендованных объемов. В 2020 г., по данным, предоставленным пользователями и собранным в ходе наблюдения за промыслом, улов на усилие снизился ниже среднееголетнего уровня, а изъятие значительно превышает допустимую величину.

В 2021 г. результат промысла был почти сходен с результатом в 2007 г., когда данная единица управления была существенно истощена и, фактически, была признана депрессивной. Лишь результаты промысла в 2008, 2009 гг. позволили не вводить запрет на промысел. Результаты промысла в 2022 г., показавшие некоторое увеличение индекса численности, стали так же основанием, которое позволило отложить введение запрета. Такая ситуация может быть следствием вступления в промысел урожайного поколения. Тем не менее, состояние запаса оценивается как близкое к критическому.

Размерный состав самцов в 2020 г. показал значительное преобладание промысловых особей (*рис. 2*), что является обычным для данной группировки популяции. Прилов непромысловых особей в этом районе промысла никогда не превышал 10-20%. Современный статус группировки – «депрессивный», но наблюдающийся незначительный рост промыслового усилия в 2022-2023 гг. свидетельствуют о возможном выходе этой популяционной группировки из затянувшегося неудовлетворительного состояния.

Малочисленные группировки у о-вов Маканруши-Онекотан и на плато юго-восточнее о. Шиашкотан хотя и изучаются давно, но накопленный материал по ним фрагментарен. Уловы промысловых самцов здесь низкие, с преобладанием маломерных особей. С 2003 года промысел и работы в этих районах не проводились, возможное безопасное изъятие оценивается без их учета.



Рис. 2. Размерный ряд самцов краба равношипого в 2020 г. у Скал Ловушки (N=719).

Симуширская группа (пр. Буссоль – пр. Крузенштерна). Симушир, Кетой. Скопление промысловых особей симуширской популяции локализуется в прол. Дианы, с охотоморской и океанской сторон о. Кетой и северной части о. Симушир. Работы проводятся преимущественно в весенний период (февраль-апрель). В 2003 и 2004 гг. работы проводились с сентября по декабрь, с 2005 г. весенние исследования возобновились.

Промысловая ситуация в этом районе складывалась равномерно, за исключением 1998-1999 гг., когда отмечено увеличение улова на усилие промысловых особей. В 2000-2001 гг. уловы равношипого краба снизились до исходного уровня (рис. 3).

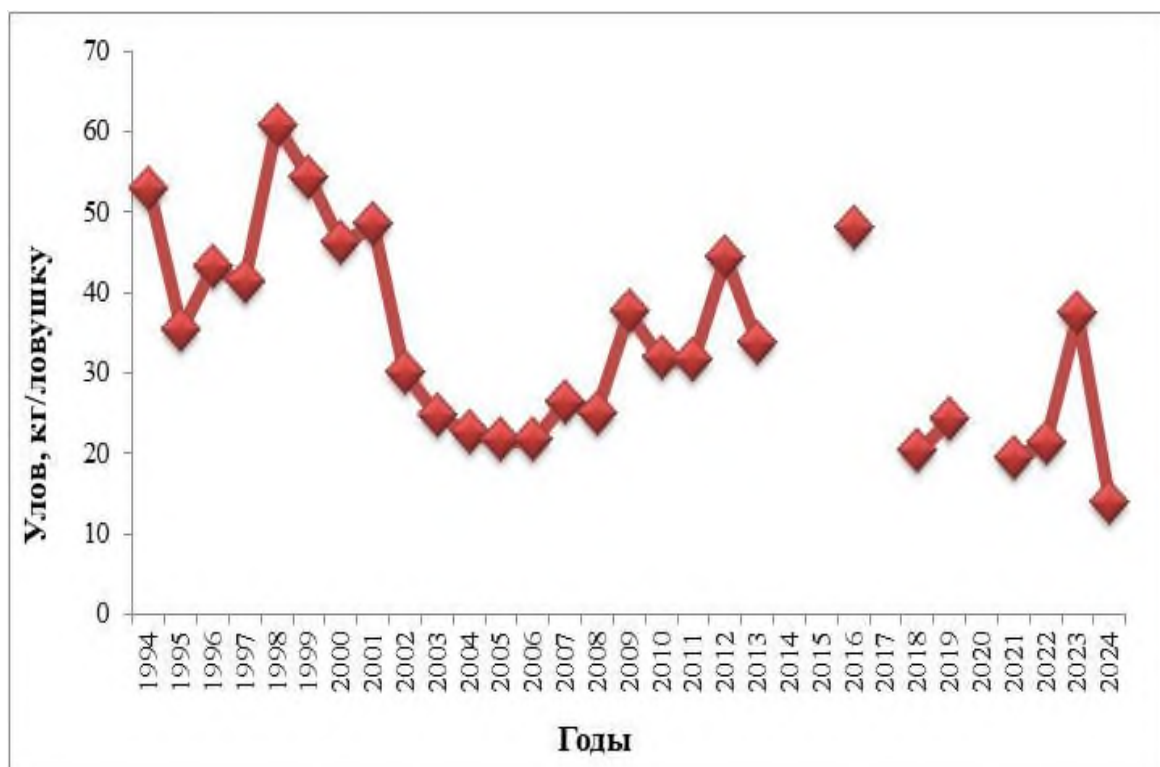


Рис. 3. Динамика уловов краба равношипого у о-вов Симушир и Кетой.

В 2004, 2006 и 2007 гг. усилия были недостаточны для освоения квоты. Поскольку симуширская группировка в эти годы постоянно недоосваивалась промыслом, результаты расчета по модели, из-за снижения промысловой нагрузки, закономерно показывали занижение прогнозной величины, хотя единица управления находилась в благополучном состоянии. Последующие три года (2003-2008 гг.) уловы находились на уровне 11 экз./лов. В 2009 г. уловы существенно возросли, что дало возможность пересмотреть прогноз на 2010 год и внести соответствующие коррективы. Промысловые данные за 2010 год показали некоторое снижение промысловых характеристик, которые остались на том же уровне и в 2011 г. В 2012 г. промысловая обстановка была благоприятной, показатель улова на усилие достигал максимального значения за последние десять лет, а в 2013 г. снизился до среднемноголетнего. По отношению к другим районам состояние группировки можно охарактеризовать как благополучное. Корректные данные по уловам на усилие с 2013 г. отсутствуют. В 2016 г. проведено кратковременное наблюдение на промысле, результаты которого сложно признать репрезентативными (станций – 11, промеров – 321).

Результаты промысловой статистики, полученные в 2018 г., выявили существенное снижение промысловых показателей. Улов на усилие упал до минимума и зафиксирован значительно ниже среднемноголетнего значения. Это произошло после эксплуатации популяции в течение двух лет на уровне изъятия 330-340 т. Возможно, высокий уровень эксплуатации популяции, зафиксированный в 2000-2002 гг., мог стать причиной стойкого снижения улова на усилие в 2003-2005 гг. В 2016-2017 гг. ситуация с высокой нагрузкой повторилась, что привело к понижению улова на усилие в 2018-2019 гг. По-видимому, следует говорить о переоценке возможностей популяции в предыдущие годы и необходимости ограничения целевого вылова на уровне 250-300 т. В 2021, 2022 гг. ситуация с низким уровнем уловов не изменилась. Улов на усилие оставался низким. Резкий скачек промысловых уловов в 2023 г., скорее всего, связан с ошибкой учета, что подтверждается данными 2024 г. имеющими, как и ранее, отмечаемую тенденцию к снижению.

Последние данные по размерному составу уловов собраны в 2016 г. Средний размер промысловых особей составил 174,3 мм (*рис. 4*), что выше среднегодового показателя.

На промысле происходит недоосвоение рекомендованного изъятия, но по размерному составу не отмечено каких-либо негативных признаков. Явные аномалии среды обитания и незаконный промысел в районе отсутствуют. Данная характеристика не позволяет определить причины наблюдаемого резкого снижения промысловых показателей. Современный статус группировки – условно «стабильный».



Рис. 4. Размерный ряд самцов краба равношипого в 2016 г. у о. Кетой и северной части о. Симушир (N=321).

Симуширская группа (пр. Буссоль – пр. Крузенштерна). О-ва Ушишир, Матуа. В симуширскую группу помимо основной, симуширской, популяции, входят популяции о-вов Ушишир, Расшуа и Матуа. Однозначно определить изолированность этих популяций невозможно, поскольку они располагаются на единой поверхности выравнивания рельефа и не имеют препятствий для массового обмена особями. Однако, по косвенным данным установлено отсутствие массовых миграций равношипого краба между этими скоплениями и их самодостаточность. В 2005 г. в этом районе возобновлены работы по мечению краба, которые показали, что миграции краба из района в район отсутствуют или крайне незначительны (менее 1%).

В первые годы промысловой эксплуатации уловы на этих скоплениях были невысокие (12-13 экз./лов. или 29-42 кг/лов.) и, не считая вспышки численности в 2001 г. (28 экз./лов. или 82,7 кг/лов.), оставались относительно стабильными (на уровне 10 экз./лов., 25-30 кг/лов.) до 2003 г. (рис. 5).

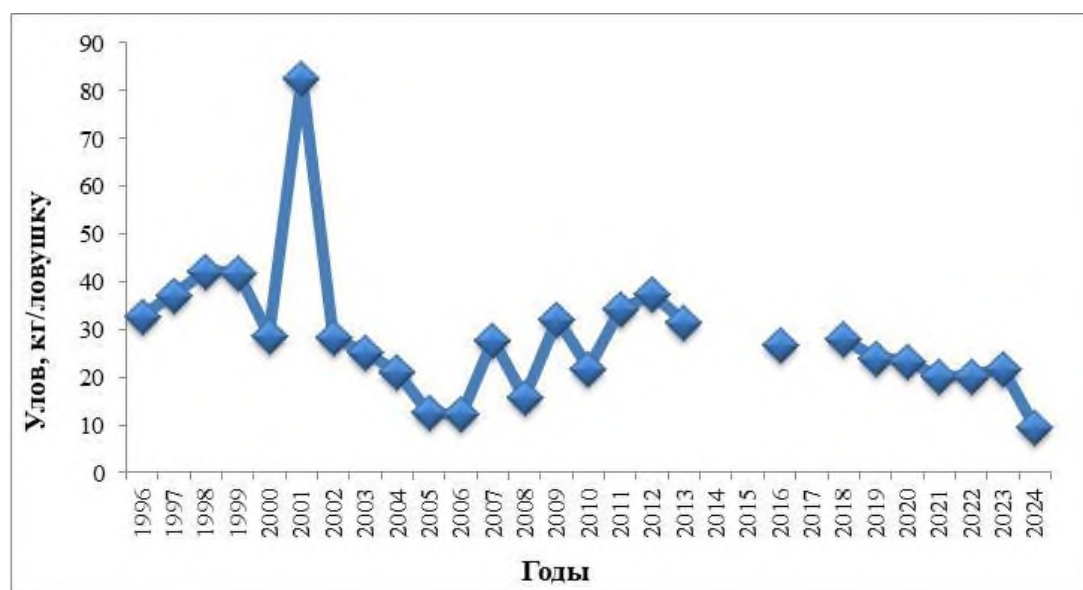


Рис. 5. Динамика уловов краба равношипого у о-вов Ушишир, Матуа.

В 2005 г. уловы снизились, и с этого года промысловый пресс на группировку оставался низким. Весной 2005 и 2006 гг. средний улов составил около 5 экз./лов. В 2007 и 2008 гг. улов увеличился до уровня 2003, 2004 гг., а по данным 2009 г. даже превысил эту величину. Результаты исследований в 2009-2012 гг. подтвердили, что популяция достаточно стабильна и может эксплуатироваться в оптимальном режиме. Небольшой вылов и сравнительно низкие уловы в 2005-2008 гг. объясняются не ухудшением состояния популяции, а недостаточностью усилий для поиска скоплений и освоения квоты. В 2011-2013 гг. уловы здесь значительно возросли, что, видимо, обусловлено более пристальным вниманием промысловиков к району и поиском участков с высокой плотностью заселения. Корректные данные по уловам на усилие с 2013 года отсутствуют. В 2016 г. проведен короткий мониторинг промысла, показавший небольшое снижение промысловых показателей, в целом, не вызывающее опасений по изменению стабильности запаса. Результаты промысловой статистики, полученные с 2018 г., показывают постепенное снижение промысловых показателей (см. *рис. 5*). Улов на усилие последние годы держится ниже среднееголетнего значения. Возможно, это связано с превышением допустимых для этой популяции объемов вылова. По-видимому, превышение идет с 2019 г., но исключительно в рамках нелегального промысла.

Данные по среднему размеру промысловых особей за последние годы, из-за недостаточного охвата акватории, имеются только для района о. Ушишир. Для 2016 г. этот показатель сомнителен из-за малочисленности выборки (*рис. 6*). Современный статус группировки – «стабильный».



Рис. 6. Размерный ряд самцов краба равношипого в 2016 г. у о-вов Ушишир и Матуа (N=199).

Симуширская группа (пр. Буссоль – пр. Крузенитерна). Юг о-ва Симушир (прол. Буссоль). На протяжении 2011-2014 гг. велись промысловые работы у юго-западной части о-ва Симушир. Здесь промысловые скопления равношипого краба были обнаружены в начале 2000-х г. Предполагаемая изолированность этой группировки обусловлена с юга наличием глубоководной преграды в виде пролива Буссоль, и протяженными участками с нулевыми уловами с севера. За три года отмечена

стационарность обнаруженных скоплений, стабильность уловов (рис. 7), индекса запаса и размерных характеристик.

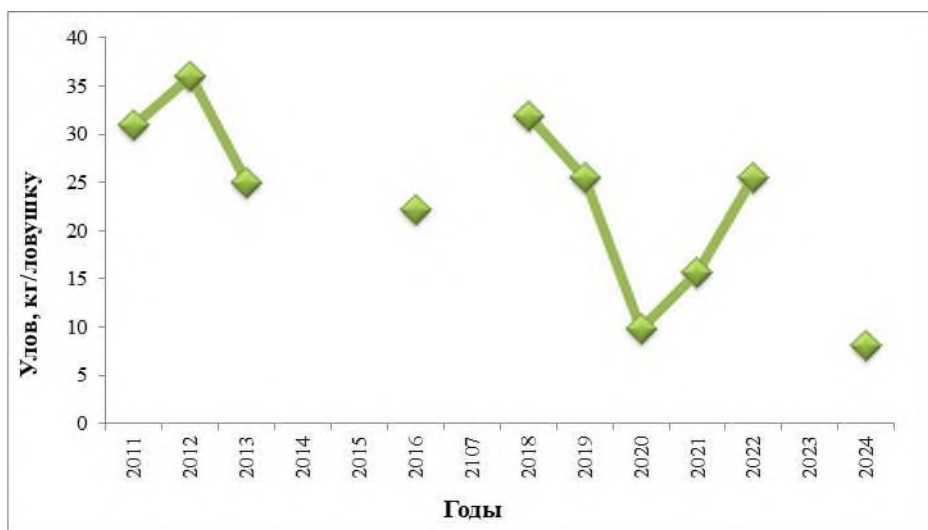


Рис. 7. Динамика уловов краба равнощипого у южной части о-ва Симушир.

С 2015 г. группировка эксплуатируется в объеме экспертно определенной квоты в 100 т. Информация о реально примененной нагрузке начала поступать только с 2017 года. Средний улов на усилие колебался от 7,2 до 12,4 экз./лов. (22,2-36 кг/лов.). В 2019-2020 годах улов на усилие был ниже среднееголетнего. Данные по вылову за 2020 год представляются довольно сомнительными, т.к. промысловое усилие было крайне низким, а выборка данных настолько мала, что эти результаты следует считать некорректными.

Размерный состав иллюстрирует накопление особей старших размерно-возрастных групп (рис. 8). Современный статус группировки – «стабильный».

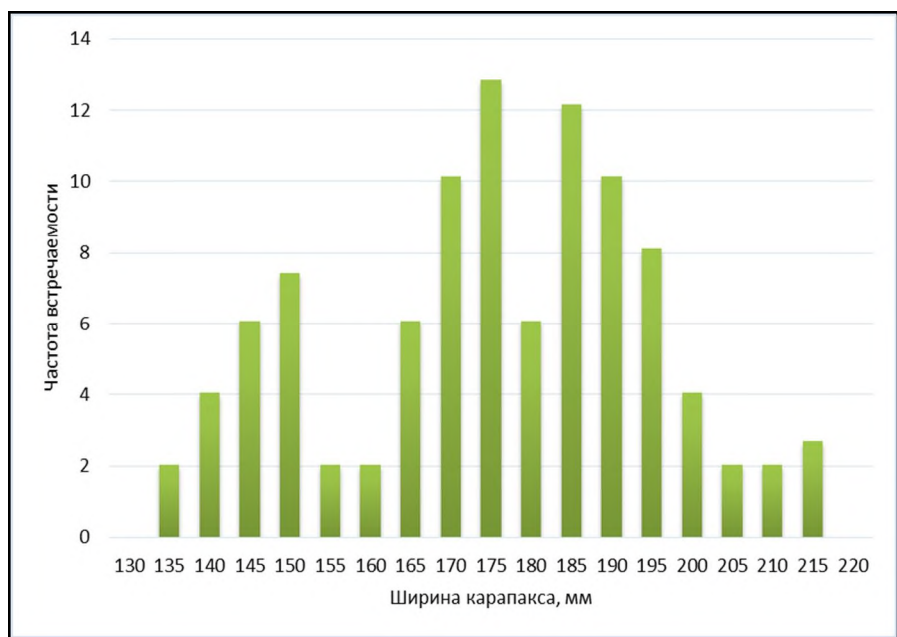


Рис. 8. Размерный ряд самцов краба равнощипого в 2016 г. у южной части о. Симушир (N=148).

Суммарный вылов равношипного краба в Северо-Курильской зоне в 2022 г. составил 521,8 т (86,5%). Промысловая статистика по данным ОСМ «Росрыболовство» представлена в *таблице 1*. В целом по району Северных Курил за период с 2017 по 2021 гг., по данным ОСМ «Росрыболовство», зафиксировано падение среднесуточного вылова с 5,7 до 1,8 т/сут. Такое резкое снижение индекса запаса, при официальном недоосвоении ОДУ по промысловому району, по-видимому, свидетельствует о наличии значительного, кратного ОДУ, ННН промысла. В 2022 г. отмечено увеличение среднесуточного улова до 2,2 т/сут., но в 2023 г. промысловая ситуация на промысле равношипного краба была не стабильной, среднесуточные уловы вновь значительно снизились и составили всего 1,5 т/сут. В 2024 г. падение уловов продолжилось и снизилось до 1 т/сут. Годовой вылов равношипного краба в Северо-Курильской зоне составил 163 т, что составляет 40% от ОДУ.

Таблица 1

Величина вылова краба равношипного, объемы ОДУ и данные промысловой статистики по ОСМ «Росрыболовство» в Северо-Курильской зоне в 2003-2024 гг.

Год	ОДУ, т	Вылов, т (из ССД)	Судосутки, (из ССД)	Средний суточный вылов, т/судосутки, (из ССД)
2003	740	667	188	3,5
2004	850	414	123	3,1
2005	810	782	233	3,3
2006	720	720	202	3,4
2007	613	332	154	2,1
2008	440	506	165	3,1
2009	486	481	112	4,3
2010	394	499	129	3,9
2011	499	499	104	4,8
2012	529	529	101	5,2
2013	620	619	114	4,4
2014	620	684	159	3,9
2015	800	799	198	4,1
2016	800	798	167	4,8
2017	900	899	166	5,3
2018	730	624	170	3,7
2019	773	772	209	3,6
2020	890	773	225	3,3
2021	697	586	338	1,7
2022	603	522	235	2,2
2023	502	462	302	1,5
2024	408	163	167	1,0

Определение биологических ориентиров.

Шиашкотанская группа (пр. Крузенитерна – Четвертый Курильский пролив). Из имеющихся параметров, CPUE промысловых особей, величина применяемых промысловых усилий сами по себе могут являться индексами состояния запаса. Другой показатель – средний размер промысловых особей.

Отмечено варьирование среднего размера с затухающей амплитудой. Причины такого варьирования не выяснены и не коррелируют с индексом численности. Отчасти это объясняется поведенческими особенностями краба в борьбе за приманку. При высокой плотности поселения крабов старших размерных групп, средний размер крабов из ловушечных уловов увеличивается, при снижении – уменьшается, что является следствием повышенной конкурентоспособности старших особей. Такая зависимость параметра от биологической (поведенческой) реакции краба на ловушечную приманку не позволяет репрезентативно использовать его в качестве индекса численности.

Оценки ориентиров управления для рассматриваемой единицы управления были установлены на основе ретроспективной динамики ее параметров (табл. 2). Целевой ориентир выбран как среднее значение промысловой биомассы в благополучные для популяции годы. Граничный ориентир составляет 22% от максимальной промысловой биомассы – 2,43 тыс. т. Буферный ориентир соответствует величине граничного ориентира в сумме с ошибкой определения промысловой биомассы в неблагополучные для популяции годы (0,8 тыс. т). Целевой изъятие для группировки составляет 14% от целевой промысловой биомассы.

Таблица 2

Ориентиры управления единицей управления краба равношипного шиашкотанской группы

Биомасса, тыс. т		Коэффициент эксплуатации		Целевой вылов, Y_{tg} , тыс. т
Граничная, B_{lim}	Целевая, B_{tg}	Граничный, E_{lim}	Целевой, E_{tg}	
0,534	1,8	22%	14%	0,25

Симуширская группа (пр. Буссоль – пр. Крузенитерна). О-ва Симушир, Кетой. Оценки ориентиров управления для рассматриваемой единицы управления были установлены на основе ретроспективной динамики ее параметров (табл. 3). Целевой ориентир выбран как среднее значение промысловой биомассы в благополучные для популяции годы. Граничный ориентир составляет 22% от максимальной промысловой биомассы – 4,48 тыс. т. Буферный ориентир соответствует величине граничного ориентира в сумме с ошибкой определения промысловой биомассы (1,477 тыс. т). Целевое безопасное изъятие группировки составляет 14% от целевой промысловой биомассы. Эксплуатация этой группировки во времени была неравномерной. Освоение никогда не приближалось к целевым значениям вылова, и исследование реакции запаса на интенсивную эксплуатацию не проводилось. Поэтому надежность оценки целевого вылова вызывает сомнение. На сегодня отмечено устойчивое снижение улова на усилие при приближении величины изъятия к 75% величины целевого вылова.

Таблица 3

Ориентиры управления единицей управления краба равношипого у о-вов Симушир, Кетой

Биомасса, тыс. т		Коэффициент эксплуатации		Целевой вылов, Y_{tg} , тыс. т
Граничная, B_{lim}	Целевая, B_{tg}	Граничный, E_{lim}	Целевой, E_{tg}	
0,8	3,2	22%	14%	0,45

Симуширская группа (пр. Буссоль – пр. Крузенитерна). О-ва Ушишир, Матуа. Оценки ориентиров управления для рассматриваемой единицы управления были установлены на основе ретроспективной динамики ее параметров (табл. 4).

Таблица 4

Ориентиры управления единицей управления краба равношипого у о-вов Ушишир, Матуа

Биомасса, тыс. т		Коэффициент эксплуатации		Целевой вылов, Y_{tg} , тыс. т
Граничная, B_{lim}	Целевая, B_{tg}	Граничный, E_{lim}	Целевой, E_{tg}	
0,29	1,1	22%	14%	0,15

Целевой ориентир выбран как среднее значение промысловой биомассы в благополучные для популяции годы. Граничный ориентир составляет 22% от максимальной промысловой биомассы – 1,3 тыс. т. Буферный ориентир соответствует величине граничного ориентира в сумме с ошибкой определения промысловой биомассы (0,43 тыс. т). Целевое изъятие группировки составляет 14% от целевой промысловой биомассы.

Симуширская группа (пр. Буссоль – пр. Крузенитерна). Юг Симушира (прол. Буссоль). По причине короткого ряда наблюдений и отсутствия достоверных данных о вылове по этой группировке, применение используемых для равношипого краба ориентиров невозможно.

Обоснование правила регулирования промысла. Для осуществления оптимальной эксплуатации запаса и основываясь на принципах «предосторожного подхода», применены следующие режимы регулирования промысла равношипого краба у Северных Курил для каждой группы:

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 – режим постоянной интенсивности промысла $B_i > B_{tr}$. Если прогнозируемая величина запаса больше B_{tr} , то величина изъятия постоянна $F_i = \text{const} = F_{tr}$. и не превышает 9%. Графическое представление ПРП для каждой группы представлено на рисунках 10, 12, 14.

Шиашкотанская группа (пр. Крузенитерна – Четвертый Курильский

пролив). Равношипый краб шиашкотанской группировки находится под влиянием промысла. Его численность пока не достигла целевого показателя после существенного падения промысловой биомассы в 2003-2008 годы. Кроме того, каждый год здесь добываются объемы, превышающие возможное изъятие для этой популяционной группировки. Стратегия управления промыслом направлена на восстановление численности группировки популяции равношипого краба до уровня, при котором целевой показатель равняется фактическому.

Симуширская группа (пр. Буссоль – пр. Крузеништерна). О-ва Симушир, Кетой. Равношипый краб симуширской группировки находится под влиянием промысла. Его численность превышает целевой показатель по причине существенного недоосвоения в 2004-2008 и 2013-2015 гг. Стратегия управления промыслом направлена на поддержание численности популяции до уровня, при котором целевой показатель равняется фактическому.

Симуширская группа (пр. Буссоль – пр. Крузеништерна). О-ва Ушишир, Матуа. Равношипый краб района о-вов Ушишир, Матуа находится под влиянием промысла. На протяжении большей части истории его эксплуатации отмечалось недоосвоение этого ресурса. В последние несколько лет, наоборот, отмечается превышение возможного безопасного изъятия, в основном, за счет объемов из района о-вов Симушир, Кетой. Реакция популяции на превышение объема вылова в 2015-2018 гг. неясна, т.к. отсутствуют репрезентативные данные промысловой статистики. Стратегия управления промыслом направлена на поддержание численности популяционной группировки до уровня, при котором целевой показатель равняется фактическому.

Симуширская группа (пр. Буссоль – пр. Крузеништерна). Юг о-ва Симушир (прол. Буссоль). Равношипый краб района южной части о. Симушир с 2015 года находится под влиянием промысла. Данная единица управления имеет III уровень информационного обеспечения и характеризуется как вводимая в промысел. До сих пор нет достоверной информации, позволяющей оценить ее динамику.

В связи с отсутствием возможности применения моделирования для оценки безопасного изъятия, оно определено эмпирическими методами. Рассматривается несколько путей получения данных и связанных с ними стратегий эксплуатации единицы управления. Возможно применение пассивной стратегии до элиминации накопленных особей старшей размерно-возрастной группы. Продолжительность периода элиминации этой группы, при условии неизменности объемов изъятия, может являться ориентиром для определения уровня промыслового потенциала. Другой путь представляет собой применение адаптивной стратегии. Стратегия регулирования промысла в этом случае направлена на постепенное повышение вылова с целью получения отклика популяции и выявление зависимости ее биопромысловых характеристик от величины изъятия. Выбор той или иной стратегии зависит от степени освоения рекомендуемого изъятия и возможности вести мониторинг.

Таким образом, до получения репрезентативных данных, позволяющих оценить параметры ресурса или зафиксировать изменение биологических и промысловых характеристик, для данной единицы управления действует единственное правило регулирования – изъятие устанавливается инерционным методом и корректируется в зависимости от степени его освоения.

Прогнозирование состояния запаса.

Шиашкотанская группа (пр. Крузенитерна – Четвертый Курильский пролив). На основе анализа ретроспективных данных, исходя из полученных модельных значений, рассчитаны эксплуатационные коэффициенты, целевые, буферные и предельные ориентиры управления. Оптимизированные параметры использованы для оценки прогнозируемой величины запаса на 2026 г. с помощью различных трендов, построенных на основе линейной фильтрации (рис. 9).

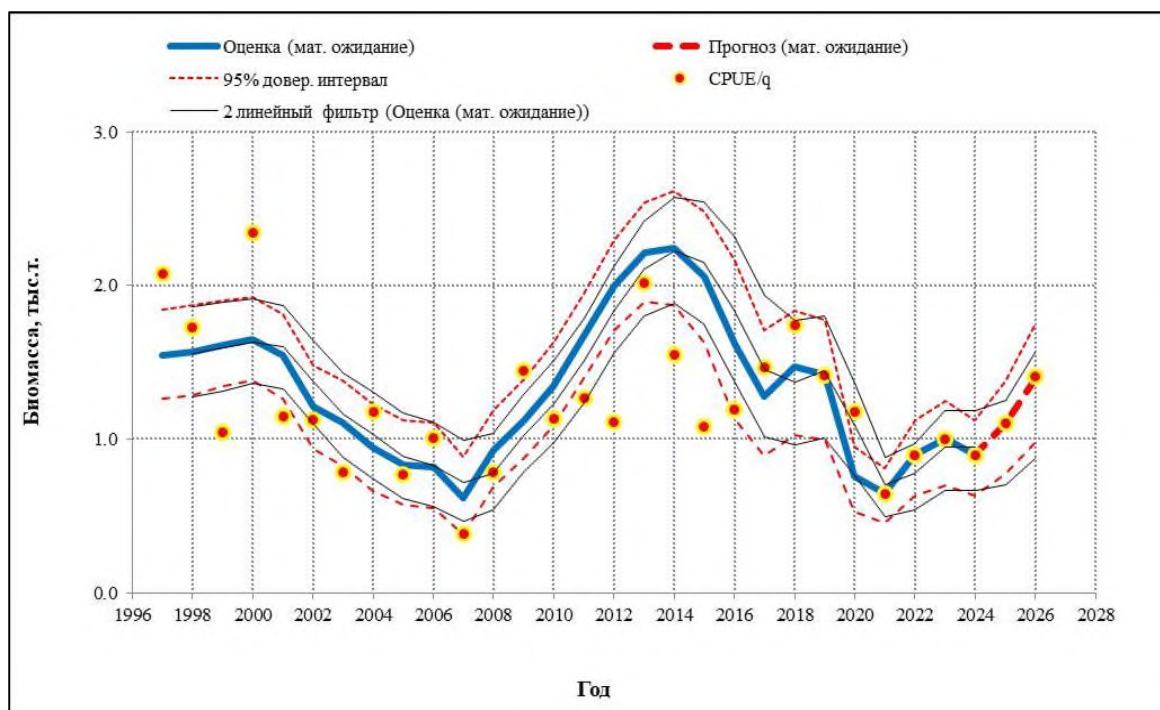


Рис. 9. Динамика биомассы краба равношипного у о-ва Шиашкотан и скал Ловушки.

Оценка динамики биомассы промыслового запаса на двухгодовую перспективу получена с применением тренда при заданных уровнях промысловой нагрузки. Ожидаемые величины промыслового запаса равношипного краба данной группировки приведены в *таблице 5*. Прогноз промысловой биомассы равношипного краба у о-ва Шиашкотан и скал Ловушки на 2026 год оценен в 1,4 тыс. т.

Таблица 5

Прогноз возможного управления краба равношипного
у о-ва Шиашкотан и скал Ловушки на 2026 г., тыс. т

Математическое ожидание	95% доверительный интервал
1,4	1,0-1,8

Прогнозная оценка промысловой биомассы находится ниже целевого уровня и превышает значение буферного ориентира (рис. 10).

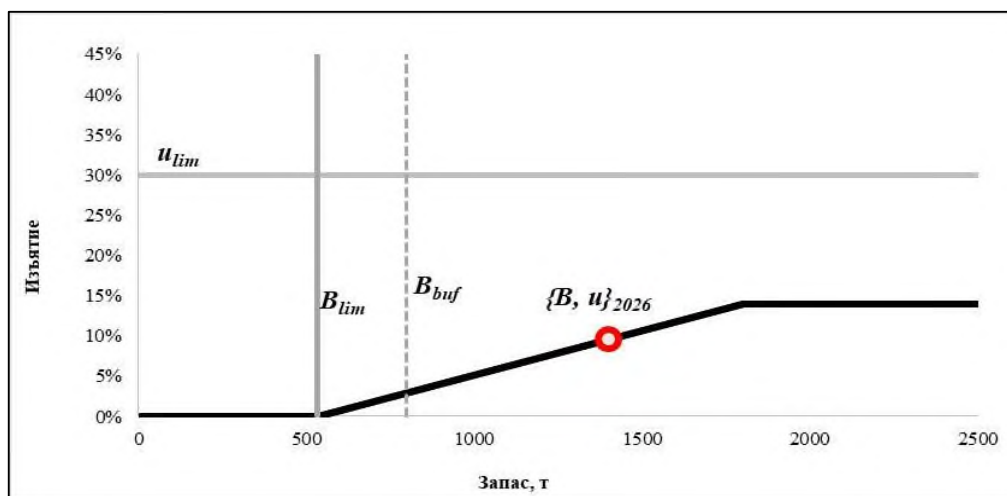


Рис. 10. Диаграмма стратегий управления группировкой краба равношипого у о. Шиащкотан, в рамках «предосторожного» подхода.

Симуширская группа (пр. Буссоль – пр. Крузенитерна). О-ва Симушир, Кетой. На основе анализа ретроспективных данных коэффициенты соответствия индекса запаса и биомассы были пересмотрены в связи с повторяющимися данными о снижении индексов при применении изъятия ниже порога предложенной ранее оптимальной оценки вылова. Оптимизированные параметры использованы для оценки прогнозируемой величины запаса на 2026 г. с помощью трендов, построенных на основе линейной фильтрации (рис. 11).

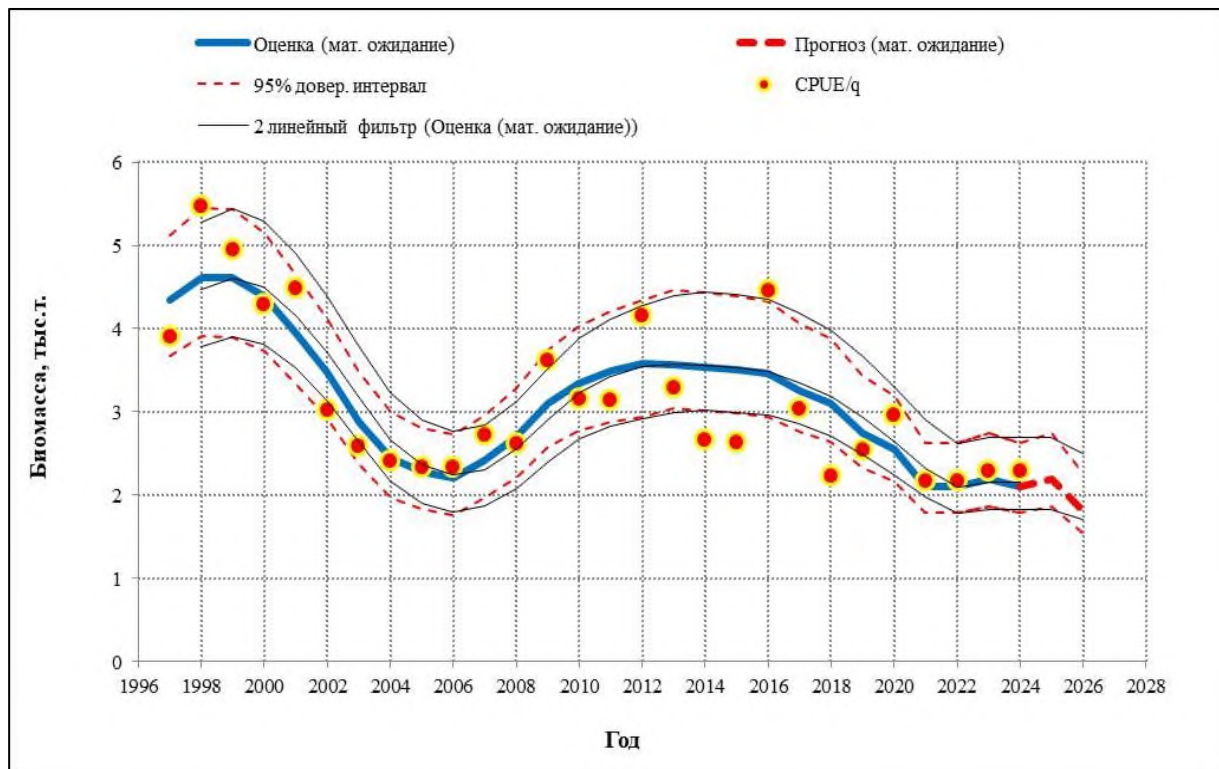


Рис. 11. Динамика биомассы краба равношипого у о-вов Симушир и Кетой.

Оценка динамики биомассы промыслового запаса на двухгодовую перспективу получена с применением тренда при заданных уровнях промысловой нагрузки. Ожидаемые величины промыслового запаса группировки равношипного краба приведены в *таблице 6*.

Таблица 6

Прогноз возможного управления равношипного краба
у о-вов Симушир, Кетой на 2026 г., тыс. т

Математическое ожидание	95% доверительный интервал
1,8	1,5–2,3

Прогноз промысловой биомассы группировки равношипного краба у о-вов Симушир и Кетой на 2026 год оценен в 1,8 тыс. т. Прогнозная оценка промысловой биомассы находится ниже целевого уровня (*рис. 12*).

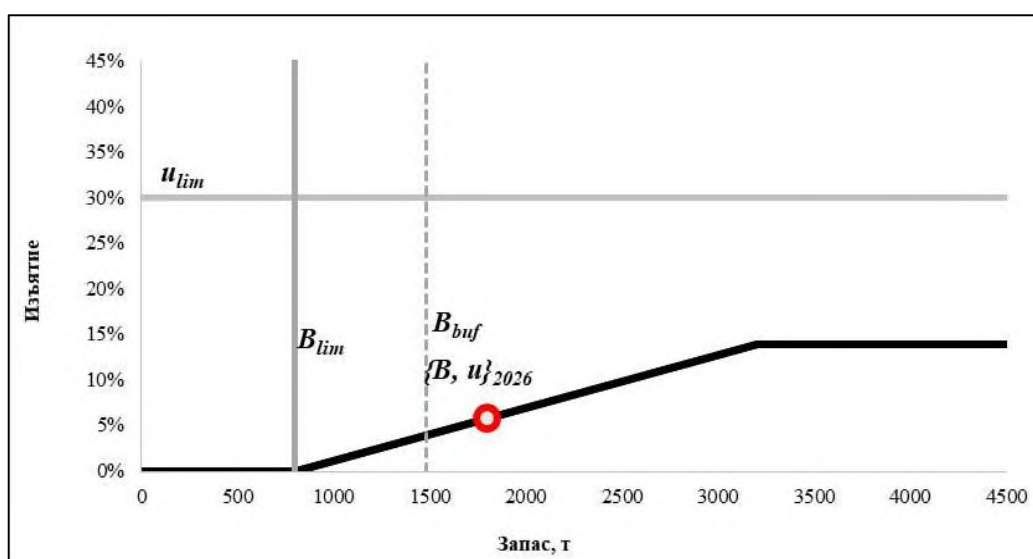


Рис. 12. Диаграмма стратегий управления группировкой краба равношипного у о-вов Симушир, Кетой в рамках «предосторожного» подхода.

Симуширская группа (пр. Буссоль – пр. Крузенштерна). Ушишир, Матуа). На основе анализа ретроспективных данных, исходя из полученных модельных значений, рассчитаны эксплуатационные коэффициенты, целевые, буферные и предельные ориентиры управления. Настроенные параметры применяли для оценки прогнозной величины запаса на 2026 г. с помощью трендов, построенных на основе линейной фильтрации (*рис. 13*).

Оценку динамики биомассы промыслового запаса на двухгодовую перспективу получили с применением тренда при заданных уровнях промысловой нагрузки. Ожидаемые величины промыслового запаса группировки равношипного краба приведены в *таблице 7*. Прогноз промысловой биомассы равношипного краба у о-вов Ушишир на 2026 г. оценен в 0,9 тыс. т. Прогнозная оценка промысловой биомассы этой группировки находится ниже целевого уровня (*рис. 14*).

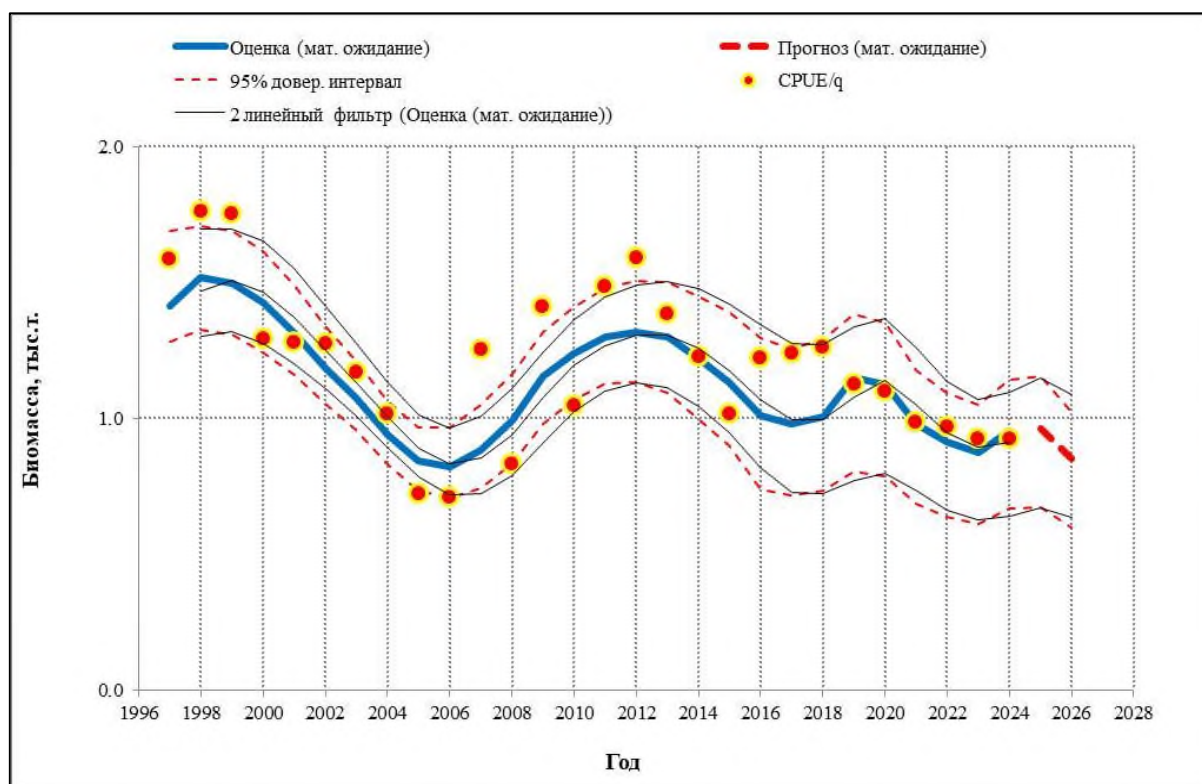


Рис. 13. Динамика биомассы краба равношипного у о-вов Ушишир и Матуа.

Таблица 7

Прогноз возможного управления краба равношипного
у о-вов Ушишир, Матуа на 2026 г., тыс. т

Математическое ожидание	95% доверительный интервал
0,9	0,6–1,0

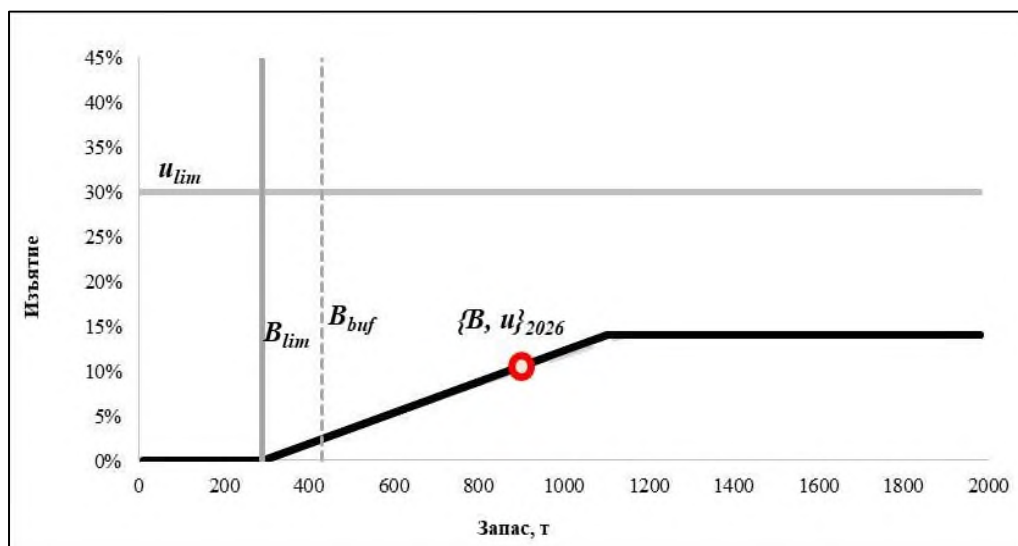


Рис. 14. Диаграмма стратегий управления запасом группировки краба равношипного у о-вов Ушишир, Матуа в рамках «предосторожного» подхода.

Симуширская группа (пр. Буссоль – пр. Крузенштерна). Юг о-ва Симушир (прол. Буссоль). Прогноз состояния запаса в настоящее время затруднен в связи с отсутствием данных по динамике биопромысловых показателей как вводимого в промысел ресурса. По короткому ряду данных

динамики улова на усилие можно предположить, что запас этой группировки, скорее, стабилен. В последние несколько лет данные крайне ненадежны из-за незначительности величин вылова.

Таким образом, прогноз суммарной промысловой биомассы краба равношипного в Северо-Курильской зоне на 2026 год составит 4,1 тыс. т. Эта оценка дана без учета прогноза по району у южной части о. Симушир, где оценить биомассу невозможно и изъятие оценивается экспертно, без прогноза биомассы для этой группировки.

Обоснование объема ОДУ. Прогнозируемая величина промысловой биомассы краба равношипного у о-ва Шиадоктан в 2026 г. не достигает целевого ориентира. В соответствии с разработанным для этой группировки управления правилом регулирования промысла, изъятие может составить не более 4% от прогнозируемой ее промысловой биомассы, что составляет не более 56 т.

Прогнозная оценка промысловой биомассы группировки краба равношипного симуширской группы у островов Симушир и Кетой, с учетом доверительного интервала, не превышает значение целевого ориентира. В соответствии с разработанным для этой группировки управления правилом регулирования промысла, изъятие может составить не более 8% от прогнозируемой промысловой биомассы, что составляет не более 144 т.

Оцененная численность единицы управления краба равношипного симуширской группы у островов Ушишир и Матуа расположена ниже целевого показателя. Хотя улов на усилие последние три года показывает снижение, можно предположить, что в ближайшей перспективе ниже текущего уровня запас этой группировки не упадет. В соответствии с разработанным для этой группировки управления правилом регулирования промысла, изъятие может составить не более 11% от прогнозируемой промысловой биомассы, что составляет не более 99 т.

В проливе Буссоль обнаруженные скопления краба равношипного расположены на сравнительно небольшой площади. Величина и состояние данной группировки управления сопоставима с таковым из района Ушишир-Матуа, при этом изъятие не должно превышать 10% от величины промыслового запаса этой группировки, оцененного в 1,000 тыс. т., вылов здесь, соответственно, может составить 100 т.

Суммарная биомасса промыслового запаса краба равношипного в Северо-Курильской зоне на 2026 г. оценивается в 5,1 тыс. т. В соответствии с разработанными ПРП, общая величина ОДУ краба равношипного в Северо-Курильской зоне в 2026 г. может составить 399 тонн.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба равношипного в Северо-Курильской зоне на 2026 г. в объеме 0,399 тыс. т.**

Краб равношипый (*Lithodes aequispinus*)

61.04 – зона Южно-Курильская

Исполнитель: Г.В. Жуковская (СахНИРО)

Куратор: С.И. Моисеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. В основу оценки величины запаса и расчета объема ОДУ на 2026 г. положен материал, собранный в период с 1993 по 2024 гг. Информация о величине промышленного освоения данной единицы запаса получена из базы ОСМ «Росрыболовство». Данные за 2016 год носят ориентировочный характер ввиду малочисленности выборки.

Имеется ограниченный набор характеристик, которые фиксировались в ретроспективе и могут отслеживаться в дальнейшем при эксплуатации этого вида. К таким характеристикам можно причислить: CPUE промысловых особей, промысловые усилия, вылов, средний размер промысловых особей. Улов на усилие является единственным доступным параметром для мониторинга численности популяции.

В Южно-Курильской зоне равношипый краб обитает на сложных задеистых грунтах, изрезанной поверхности, со значительными перепадами глубин. Выполнение работ традиционными учетными орудиями лова (донные тралы) невозможно из-за сложного рельефа дна. Поэтому весь имеющийся материал получен при помощи ловушечных орудий лова (ловушки американского образца для крупных и глубоководных видов крабов с длиной нижней стороны – 1,75 м, высотой – 1,0 м). Материал собирался при наблюдении на промысле ежегодно до 2013 года.

Структура и качество доступного информационного обеспечения для равношипного краба Южно-Курильской зоны соответствуют III уровню (прил. 1 к Приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.).

Обоснование выбора методов оценки запаса. Поскольку селективность ловушек, в значительной мере, обусловлена биологическими особенностями объекта исследования, то их применение для сбора данных вносит неопределенные погрешности. Это выражается в неадекватном отражении ловушечными уловами плотности поселений и размерного состава особей. Трудности возникают при определении коэффициента уловистости ловушки, который, по литературным данным, может давать почти 50% погрешность. Это не позволяет получить корректную оценку запаса и стандартизировать результаты для их сравнимости по годам.

Размерный состав из ловушечных уловов также существенно зависит от биологического состояния особей. Селективность ловушек проявляется и в отношении межлиночного состояния особей. Поскольку частота линек у особей разных размерно-возрастных групп неодинакова, то это накладывает существенные погрешности на соответствие размерного состава особей в популяции и в ловушечных уловах. По этой причине, нельзя быть полностью

уверенным в правильности определения группового возраста по методам анализа кривых размерного состава.

Имеющиеся данные позволяют использовать адаптивную стратегию с «предосторожным» подходом [Бабаян, 2000], основанную на динамике индекса запаса.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Равношипый краб относится к видам, населяющим верхнюю батиналь. В пределах Курильского бассейна он обитает на свалах глубин у Курильских островов и с северо-восточной стороны о-ва Сахалин на глубинах от 87 до 1150 м. Его основные скопления приурочены к глубинам 200-500 м, поэтому для организации исследований необходимо применение глубоководного оборудования. К особенностям биологии равношипного краба можно отнести низкую плодовитость самок, большую продолжительность жизненного цикла – признаки, характерные для вида в целом, а также ограниченность жизненного пространства, локальность и малочисленность популяций, особенно островных. Биология этого вида изучена вполне достаточно для понимания особенностей функциональной структуры его популяций, положительных и отрицательных свойств, влияющих на формирование численности. На настоящий момент выяснено, что в силу изрезанности рельефа дна и особенностей биологии этого вида, его пространственно-функциональная структура в районе Курильских островов представлена сетью мелких самовоспроизводящихся группировок популяционного ранга, располагающихся вокруг более крупных, имеющих промысловое значение. В то же время, не определены факторы, действующие на ход физиологических процессов.

В пределах Южно-Курильского промыслового района обитает одна сравнительно крупная популяция равношипного краба, располагающаяся с охотоморской стороны о-ва Итуруп, также единичные уловы отмечены и с охотоморской стороны о-ва Уруп. Основные промысловые скопления итурупской популяции локализованы у южной части острова, на траверзе заливов Доброе Начало, Дозорный, Одесский и прол. Екатерины.

У Южных Курильских островов первые попытки изучения этого краба предпринимались с 1992 г., а с 1993 г. проводились специализированные исследования по изучению биологии и районов обитания равношипного краба. Параллельно с проведением исследований выбирался экспертно установленный объем квоты, поэтому эксплуатация равношипного краба в этом районе, за редким исключением, проводилась под контролем специалистов СахНИРО в рамках «Плана экспедиционных исследований по малоизученным и недоиспользуемым объектам и районам промысла» и контрольного лова.

Работы ловушками на больших глубинах связаны с высокими экономическими и технологическими затратами. К началу 2000-х годов приобретался необходимый опыт и технологии работы краболовных судов на больших глубинах.

В 2003, 2005-2007 гг. официальные работы в районе не проводились.

В последнее десятилетие исследовательские работы в районе Южно-Курильской зоны проводились во время мониторинга промысла равношипого краба. В 2010-2011 гг. получены данные, показавшие существенное увеличение промысловых показателей. Но в 2012 г. было зафиксировано снижение промысловых показателей, что отчасти может быть связано с вступлением в промысел неурожайных поколений 2002-2004 гг. В 2013 г. полученный материал свидетельствовал о полном восстановлении промыслового стада. Средний улов на усилие в 2013 г. превысил среднемноголетнее значение этого показателя, что позволяет полностью использовать промысловый потенциал популяции без применения понижающих ОДУ коэффициентов.

Первые два-три года эксплуатации итурупской популяции (1992-1994 гг.) уловы на усилие равношипого краба постепенно увеличивались, что, по-видимому, связано с накоплением опыта и обнаружением промысловых скоплений краба (рис. 1).

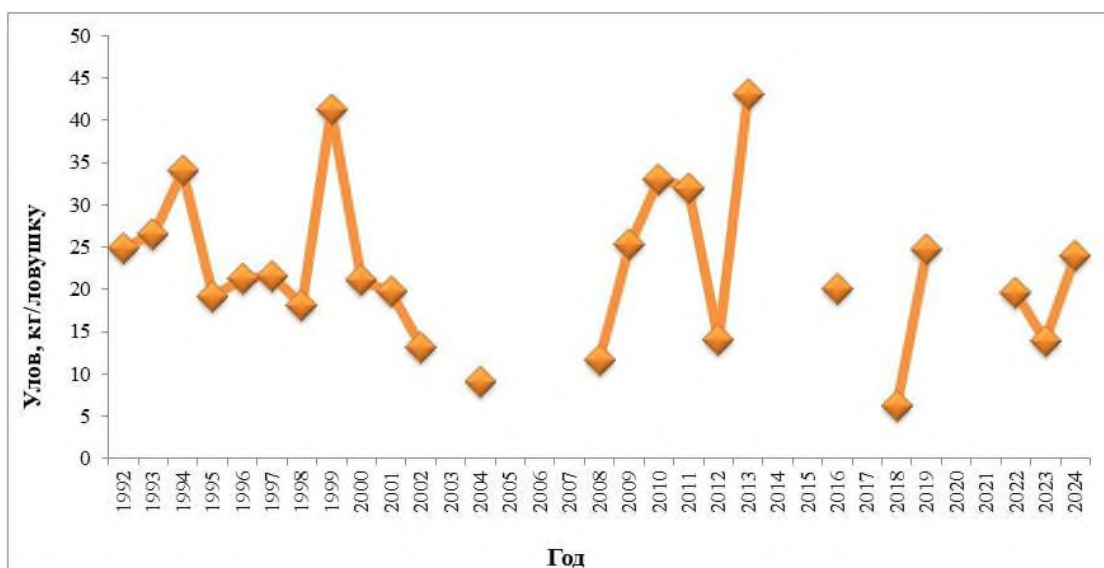


Рис. 1. Динамика уловов краба равношипого у о-ва Итуруп.

Снижение уловов в 1995 г. связано с произошедшим в октябре 1994 г. сильным землетрясением, которое в значительной степени затронуло акваторию у о. Итуруп. В районе работ наблюдалось изменение рельефа дна, что, вероятно, могло отразиться на биологии краба в течение целого ряда лет. После 1995 года уловы оставались относительно стабильными (исключая 1999 г.) и составляли в среднем 9-10 экз./лов. Резкий спад промысловых характеристик зафиксирован в 2002 году, уловы достигли рекордно низкого уровня – 4,6 экз./лов. После этого исследовательские работы не проводились.

По данным кратковременных наблюдений в период промышленного лова в 2004 г., низкие уловы в районе сохранялись. В 2008 г. при проведении НИР отмечено увеличение индекса численности, по сравнению с данными 2004 г., до 6,1 экз./лов., а в 2009 г. – до 13,7 экз./лов. В 2010-2011 гг. наблюдался дальнейший рост этого показателя, а в 2012 г. произошло снижение до 6 экз./лов. В 2013 г. произошло дальнейшее увеличение

среднего улова до 21,75 экз./лов., что позволяет фиксировать превышение среднемноголетнего значения этого показателя. Корректные данные по уловам на усилие с 2013 г. отсутствуют.

В 2016 году проведено кратковременное наблюдение на промысле, показавшее резкое снижение промысловых показателей (см. *рис. 1*). Результаты промысловой статистики, полученные в 2018 г., также показали дальнейшее снижение показателей вплоть до уровня депрессивного состояния популяции. Причем, никаких предпосылок, обосновывающих такое снижение, не обнаруживалось. В дальнейшем, данные промысловых статистик за 2019 г. показали возврат ситуации на уровень 2016 г., то есть, к индексам благополучного состояния.

Данные за 2020 и 2021 гг. не полны и не могут отражать действительную картину по состоянию запаса. В 2020-2021 гг. только одно судно находилось на промысле в этом районе. Фактический вылов судна в 2020 г. мог составлять 24,7 т, а в 2021 г. – 36 т. То есть, из года в год наблюдается в этом районе недоосвоение даже этих, очевидно заниженных, объемов ОДУ, хотя состояние данного запаса свидетельствует о его благополучии. С этого года данные статистики показывают примерно ту же картину, с динамикой индекса запаса немного ниже среднего многолетнего значения. Данные 2022 и 2023 гг. показывают снижение промысловых значений, а 2024 г. – резкий рост промысловых значений до уровня 2018 г. Столь резкие колебания в последние годы связаны, в большей степени, с особенностями добычи, чем с динамикой изменения численности.

В 2024 г. вылов равношипного краба в Южно-Курильской зоне составил 88 т за весь год, что составляет 62% от объема ОДУ на этот год.

Последняя информация по размерному составу собрана в 2016 г. Размерный ряд самцов равношипного краба у о. Итуруп в 2016 г. представлен на *рисунке 2*. Наблюдается не столь явное, как в 2012 г., увеличение среднего размера промысловых особей относительно предыдущих лет (2010 и 2011 гг.). Следует обратить внимание на то, что в 2012-2016 гг. средний размер промысловых особей немного превышал данный показатель, отмечаемый в период благополучного состояния группировки, в 1990-е годы.

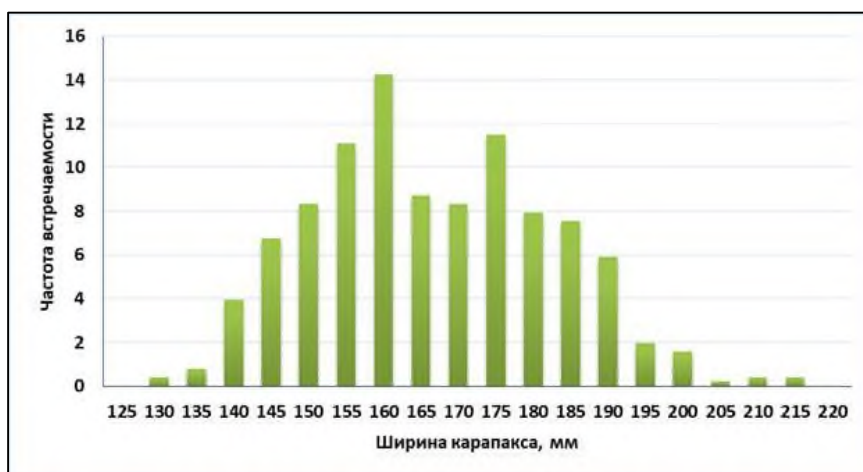


Рис. 2. Размерный ряд самцов краба равношипного в 2016 г. у о. Итуруп (n=505).

Таким образом, информация по параметрам запаса существенно устарела. Последние данные были получены более пяти лет назад, а репрезентативных данных по улову на усилие нет с 2013 года. До 2018 г. происходило полное освоение выделенных объемов, и лишь в последние годы оно составляло не более 60%. Аномалии среды обитания и браконьерский промысел в районе отсутствуют, превышение ОДУ не отмечено. Наблюдавшееся, по данным промысловой статистики, в 2018 г. существенное падение уловов на усилие, в последующие годы не подтвердилось, причины столь резкого снижения не обнаружены. По размерному составу также не отмечено каких-либо негативных признаков. Временно, до выяснения причин столь странного поведения запаса, его статус на 2021 г. был изменен на «неопределенный», поскольку отсутствовали современные данные, позволяющие определить направление тренда. В 2018 г. исключительное влияние на промысловую статистику оказал неудачно организованный промысел, а состояние запаса к провалу промысловых показателей не имеет определяющего отношения. Поэтому запасу возвращен статус «стабильного». Таким образом, на современном этапе статус запаса равношипового краба – «стабильный».

Определение биологических ориентиров. Из имеющихся параметров, CPUE промысловых особей, величина применяемых промысловых усилий, сами по себе, могут являться индексами состояния запаса. Другой показатель – средний размер промысловых особей. Отмечено варьирование среднего размера с затухающей амплитудой. Причины такого варьирования не выяснены и не коррелируют с индексом численности. Это может объясняться поведенческими особенностями краба в борьбе за приманку. При высокой плотности поселения крабов старших размерных групп средний размер крабов из ловушечных уловов увеличивается, при снижении – уменьшается, что является следствием повышенной конкурентоспособности старших особей. Такая зависимость параметра от биологической (поведенческой) реакции краба на ловушечную приманку не позволяет репрезентативно использовать его в качестве индекса численности.

Оценки ориентиров управления для рассматриваемого запаса были установлены на основе ретроспективной динамики запаса (табл. 1).

Таблица 1

Ориентиры управления запасом краба равношипового у Южных Курил

Биомасса, тыс. т		Коэффициент эксплуатации		Целевой вылов, Y _{tg} , тыс. т
Граничная, B _{lim}	Целевая, B _{tg}	Граничный, E _{lim}	Целевой, E _{tg}	
0,548	1,8	22%	14%	0,25

Целевой ориентир выбран как среднее значение промысловой биомассы в благополучные для популяции годы. Граничный ориентир составляет 22% от максимальной промысловой биомассы – 2,49 тыс. т. Буферный ориентир соответствует величине граничного ориентира в сумме с ошибкой определения промысловой биомассы в неблагополучные для

популяции годы (0,847 тыс. т). Целевой объем ОДУ составляет 14% от целевой промысловой биомассы. Оценки ориентиров управления для рассматриваемого запаса были установлены на основе смоделированной динамики запаса.

Обоснование правила регулирования промысла. Для осуществления оптимальной эксплуатации запаса, основываясь на принципах «предосторожного подхода», применяются следующие режимы регулирования промысла равношипного краба Южно-Курильской зоны:

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

Прогнозирование состояния запаса. На основе анализа ретроспективных данных, исходя из полученных модельных значений, рассчитаны эксплуатационные коэффициенты, целевые, буферные и предельные ориентиры управления. Оптимизированные параметры использованы для оценки прогнозируемой величины запаса на 2026 г. с помощью трендов, построенных на основе линейной фильтрации (рис. 3).

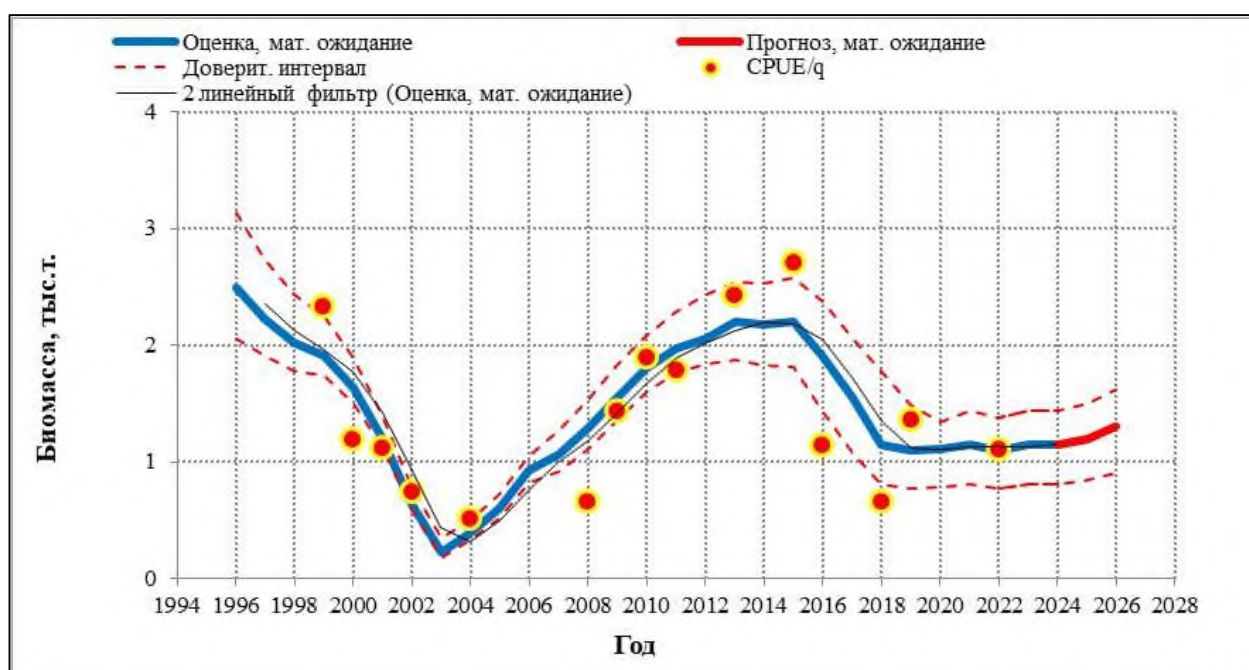


Рис. 3. Математическое ожидание биомассы краба равношипного у о. Итуруп в 1996-2023 гг. и прогноз на 2025-2026 гг.

Оценку динамики биомассы промыслового запаса на двухгодовую перспективу получили с применением тренда при заданных уровнях промысловой нагрузки. Ожидаемые величины промыслового запаса равношипого краба приведены в *таблице 2*.

Таблица 2

Прогноз запаса краба равношипого у о. Итуруп на 2026 г., тыс. т	
Математическое ожидание	95%-ный доверительный интервал
1,3	0,9–1,6

Прогноз промысловой биомассы равношипого краба у о. Итуруп на 2026 г. экспертно оценен в 1,3 тыс. т. Прогнозная оценка промысловой биомассы находится ниже целевого уровня и превышает значение буферного ориентира (*рис. 4*).

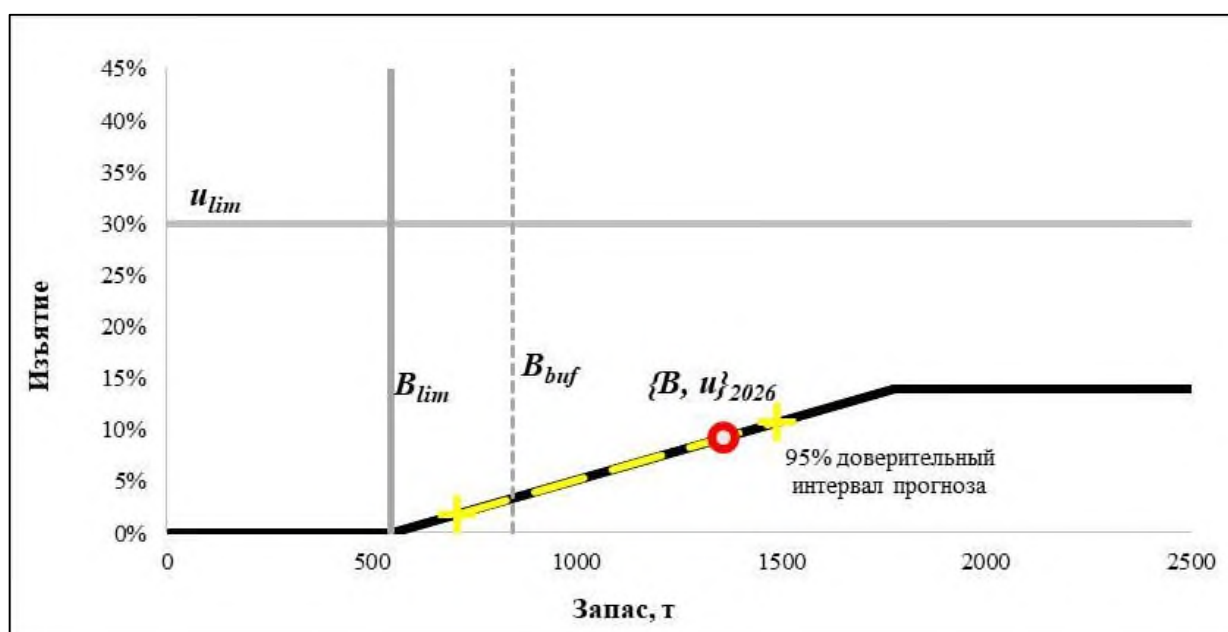


Рис. 4. Диаграмма стратегий управления запасом краба равношипого у о. Итуруп в рамках «предосторожного» подхода.

Обоснование объема ОДУ. Прогнозируемая величина промысловой биомассы краба равношипого у о. Итуруп (Южные Курилы) в 2026 г. не достигает целевого ориентира. Учитывая стабильный статус запаса, рекомендуется сохранить величину ОДУ в Южно-Курильской зоне на 2026 г. на уровне 2025 г. – в объеме 0,142 тыс. т (69,6 тыс. экз.). Промышленное изъятие в 2026 г. краба равношипого в объеме 142 т не приведет к ухудшению состояния его запаса и даст возможность получить репрезентативные данные промысловой статистики при мониторинге промысла.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба равношипого в Южно-Курильской зоне на 2026 г. в объеме 0,142 тыс. т.**

Краб равношипый (*Lithodes aequispinus*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.1 – подзона Северо-Охотоморская

Исполнитель: С.В. Клинушкин (МагаданНИРО)

Куратор: С.И. Моисеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Прогноз ОДУ краба равношипого на 2026 г. подготовлен на основе данных его промышленного лова в 2004-2024 гг., полученных через систему ССД (судовых суточных донесений) ФГБУ «ЦСМС». Для анализа биологического состояния популяции краба равношипого используются данные, собранные в 2018 и 2021 гг. при проведении учётно-ловушечной съёмки с борта НИС «Зодиак», при проведении мониторинга с судна РШ «Талан» и при выполнении донной траловой съёмки на СТР «Сланцы» в 2024 г., кроме того, использовались материалы прошлых лет. Информационное обеспечение прогноза ОДУ можно отнести к II уровню, согласно требованиям Приложения 1 к Приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104.

Таблица 1

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

Судно	Год	Период работ	Орудие лова	Количество учётных станций	N, экз.
НИС «Зодиак»	2018	июнь-июль	конусовидные ловушки	57	3270
НИС «Зодиак»	2021	июль-август		78	2183
РШ «Талан»	2023	апрель		2	325
СТР «Сланцы»	2024	июнь-июль	донный трал	143	792

Обоснование выбора методов оценки запаса. В период с 1994 по 2009 гг. промысловый запас равношипого краба в Северо-Охотоморской подзоне оценивался методом весовой интерполяции, реализованной в программе «El Mara v. 3.1» [Радченко, Васильев, 2001], позже (2010-2014 гг.) – методом сплайн-аппроксимации, алгоритм которого описан Д.А. Столяренко [Stolyarenko, 1986, 1987] с помощью программы «КартМастер v. 4.1» [Поляков, ВНИРО, 2003-2008]. Для расчётов использовались материалы ресурсных исследований, а также мониторинга промышленного лова равношипого краба. В настоящее время актуальность применения данных методов снизилась по причине резкого уменьшения объёма ресурсных исследований и мониторинговых работ.

Имеющийся массив данных о промышленном лове и биологическом состоянии равношипого краба в Северо-Охотоморской подзоне обеспечивает проведение аналитической оценки состояния запаса и расчёт ОДУ с использованием динамических продукционных моделей (Приказ Минсельхоза России от 06.02.2015 г. № 104). В прогнозах 2015-2021 гг. ОДУ рассчитывался с помощью продукционных моделей в программной среде

«COMBI v. 4.0» (ВНИРО); в прогнозе ОДУ на 2022-2026 гг. использована следующая версия – «COMBI v. 4.2». В алгоритм работы программы включены необходимые этапы обоснования его величины – оценка качества исходных данных, подбор продукционной модели, оценка ориентиров управления, обоснование правила регулирования промысла, прогнозирование биомассы запаса и улова. В основе расчётов лежит динамика индексов запаса, полученная по данным о стандартизованных промысловых усилиях на судосутки промысла среднетоннажного флота при ведении промышленного лова в 2004-2024 гг.

Массив данных был проанализирован тремя продукционными моделями, отличающимися законом роста эксплуатируемой популяции: моделью Шефера, моделью Фокса и обобщённой моделью Пелла-Томлинсона. Исследовано поведение целевых функций процессов: минимизации суммы квадратов отклонений, логарифмической суммы квадратов, а также медианного отклонения. После проведения многократных расчётов выбор сделан в пользу модели Шефера, которая оптимально интерпретировала имеющиеся данные. Наилучшее значение целевых функций получено при минимизации медианного отклонения ($Me/\varepsilon_i=0,213$).

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

Очередная волна интенсивного промысла была отмечена в 1992 г., когда южнее банки Кашеварова сотрудниками Камчатского отделения ТИНРО были обнаружены промысловые скопления равношипного краба со средними уловами до 95 кг на американскую ловушку. В период с 1994 по 1998 гг. наблюдалось снижение основных промысловых показателей, среднего размера промысловых самцов, а также увеличение доли самок. В 1999 г. специалистами МагаданНИРО было рекомендовано ограничить промысел равношипного краба на склонах банки Кашеварова (144°30'-148°00' в.д., 55°00'-56°00' с.ш.), которая является одним из основных центров воспроизводства и нагула молоди популяции. Запрет на промышленный лов в этом районе начал действовать с 2000 г.

После введения вышеуказанного ограничения вылов равношипного краба не превышал 1 тыс. т в год. В период действия запрета основная часть выделяемых квот осваивалась на участках, расположенных к северу от района банки Кашеварова, а также в центральной части Северо-Охотоморской подзоны. Кроме того, активизировался промысел на участке

акватории, расположенной в восточной части подзоны в пределах координат 54°20'-55°30' с.ш. и 150°30'-152°00' в.д. Именно этот район в весенний период раньше других акваторий освобождается от ледовых полей и пригоден для ведения промысла.

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

После проведения масштабной учётно-ловушечной съёмки (в 2014 г.) и увеличения коэффициента промыслового изъятия, максимальный объём ОДУ краба равношипного в Северо-Охотоморской подзоне был установлен в 2016 г. (рис. 1). В 2016 г. достигнут и максимальный официальный вылов краба, который составил около 2,876 тыс. т. В связи с последующим отсутствием качественных оценок состояния запаса, а также для минимизации рисков его эксплуатации, происходило снижение рекомендуемых объёмов вылова в рамках предельных значений уровня его ежегодного изменения, рассчитанного на основе суточных уловов. Освоение объёмов ОДУ краба равношипного за последние десять лет было достаточно полным, в среднем рекомендуемые объёмы квот осваивались на 92%.

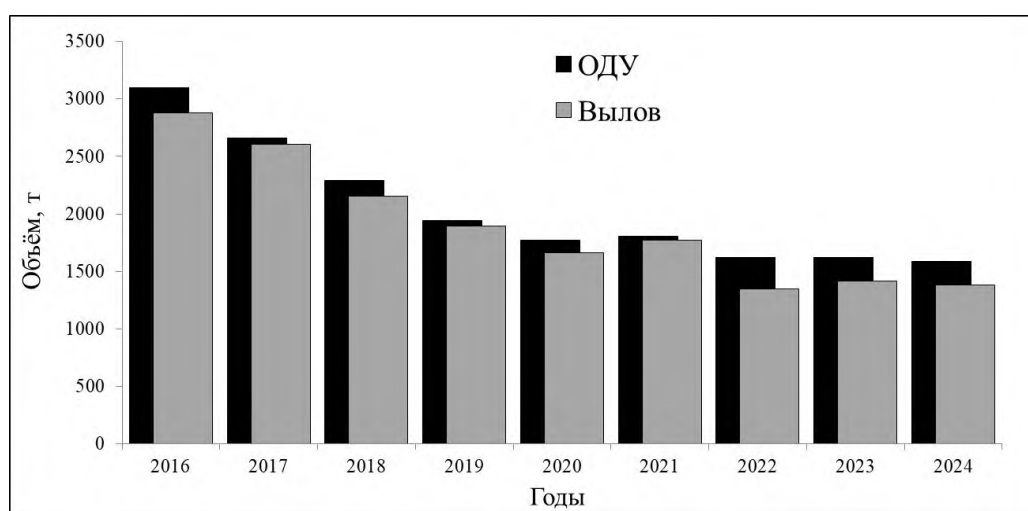


Рис. 1. Динамика величины ОДУ и вылова краба равношипного в Северо-Охотоморской подзоне в 2016-2024 гг.

Промысел равношипного краба традиционно начинается в начале календарного года, однако темпы освоения ресурса зависят от ледовой

обстановки в Охотском море. Добыча краба в этот период часто осложняется наличием плотных ледовых полей в районах промысла. Наиболее активная добыча краба в первой половине года приходится на весенний период. Одновременно в промысле краба участвуют до 10 добывающих судов. Поселения промысловых самцов высокой плотности в этот период позволяют осваивать к концу первого полугодия более половины рекомендованных к вылову квот.

В отличие от периода 2013-2023 гг., добыча краба равношипого в 2024 г. была ниже в зимне-весенний и выше в осенне-зимний сезон (рис. 2). Добыча краба началась с начала года.

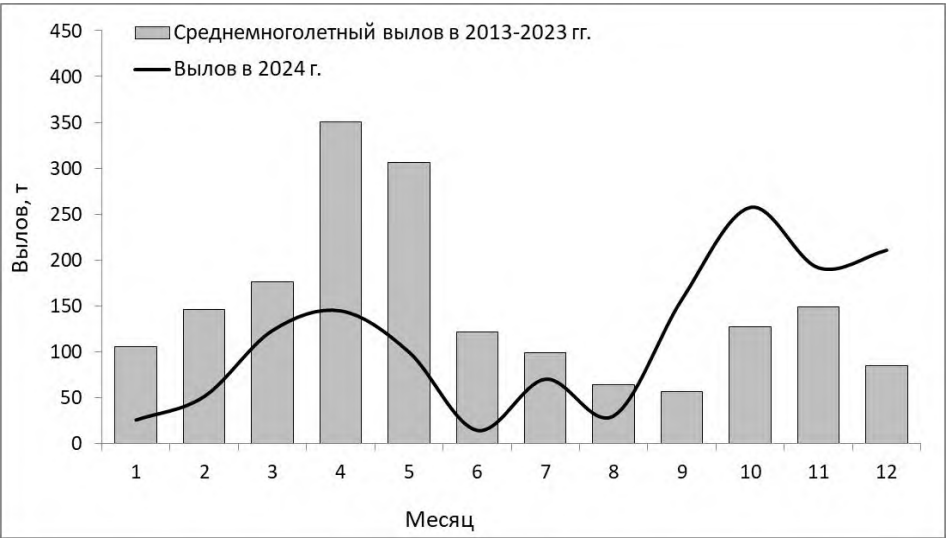


Рис. 2. Динамика вылова краба равношипого в Северо-Охотоморской подзоне в 2013-2024 гг.

За первое полугодие вылов равношипого краба составил около 0,5 тыс. т или 29% от ОДУ. Во втором полугодии 2024 г. наблюдались, в целом, хорошие уловы, в сентябре-ноябре (табл. 2). Общий вылов равношипого краба в 2024 г. достиг величины 1,378 тыс. т (87% от ОДУ).

Таблица 2

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

В период 2015-2017 гг., 2019-2020 гг., 2022 г. и 2024 г. работы по мониторингу состояния популяции краба равношипого в Северо-Охотоморской подзоне не проводились. Оценка состояния популяции краба основывалась на данных прошлых лет, а также на промысловой статистике уловов судов. Как показали исследования, выполненные в 2018 г. с борта НИС «Зодиак», в биологической структуре популяции краба произошли определённые изменения. В 2021 г. съёмка проводилась по северному краю ареала равношипого краба, без охвата всех участков его промысловых скоплений. В 2023 г. мониторинговые работы охватили локальный участок промысловых скоплений.

В 2018 г. равношипый краб встречался на 32 станциях учётной съёмки (56,1%), преимущественно в северо-западной части исследованного района, на глубинах от 315 до 790 м. Наиболее плотные скопления он образовывал на глубинах 320-700 м на участке морского дна, расположенном восточнее банки Кашеварова. Здесь максимальные уловы самцов достигали 15,8 экз. на конусовидную ловушку (в среднем по подзоне – 1,8 экз./лов.). Уловы промысловых самцов варьировали от 0,2 до 6,5 экз./лов., составляя, в среднем, 0,8 экз./лов. Самки образовывали скопления со средней плотностью 1758 экз./км².

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

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

В 2024 г. данные собирались на траловой съёмке и поэтому несопоставимы с данными, собранными за предыдущие годы при выполнении ловушечных съёмок. Равношипый краб наблюдался на 30 станциях (21,0%), на глубинах 188-423 м. Данные собраны по северному краю ареала равношипого краба в Северо-Охотоморской подзоне. Максимальная плотность промысловых самцов достигала 372 экз./км², в среднем по подзоне – 18 экз./км². В уловах трала преобладали самки (63%). Доля промысловых особей составила 28%.

В сравнительном исследовании, биологические характеристики равношипого краба в 2023 г. близки к данным 2018 и 2021 гг. Размерная структура самцов равношипого краба на исследованной акватории характеризовалась низкой долей крупноразмерных особей. Ширина карапакса самцов колебалась от 88 до 170 мм, средний размер составил $119,3 \pm 1,5$ мм (рис. 3, табл. 3). Средняя ширина карапакса промысловых самцов составила $141,1 \pm 1,9$ мм. Доля самцов более промысловой меры

составила 28%. Отсутствие в 2023 г. мелкоразмерных самцов размерной группы 70-94 мм, и низкая доля самок в уловах, связаны с тем, что данные собирались на промысловом судне. В своей работе промысловый флот избегает скоплений мелких особей и самок.

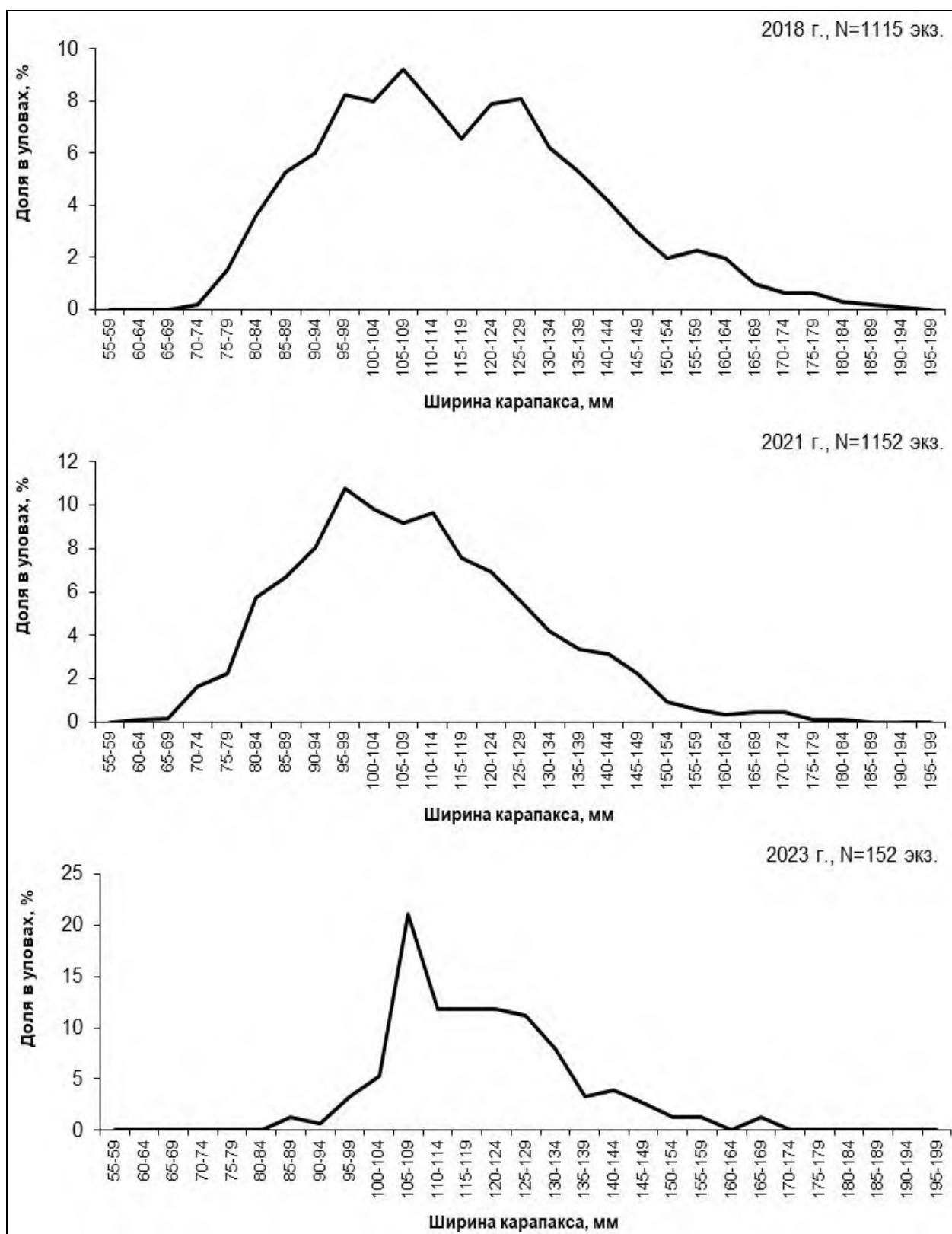


Рис. 3. Вариационные ряды ширины карапакса самцов краба равношипого в Северо-Охотоморской подзоне в 2018, 2021 и 2023 гг.

Таблица 3

Биологические показатели равношипого краба в Северо-Охотоморской подзоне
в 2009-2014, 2018, 2021, 2023, 2024 гг.

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

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

Данные для пространственного сравнения особенностей размерного состава были получены только по району банки Кашеварова. Анализ ширины карапакса самцов в пределах границ обозначенного участка показал, что, по сравнению с данными 2014 и 2018 гг., произошли некоторые изменения (рис. 4). Здесь традиционно наблюдается значительное преобладание в уловах молоди краба. Если на графике в 2014 и 2018 гг. наблюдалось обширное плато, то в 2021 г. прорезается одномодальная вершина, увеличилась доля молоди в интервале 85-105 мм по ширине карапакса, снизилась доля крупноразмерных особей в уловах.

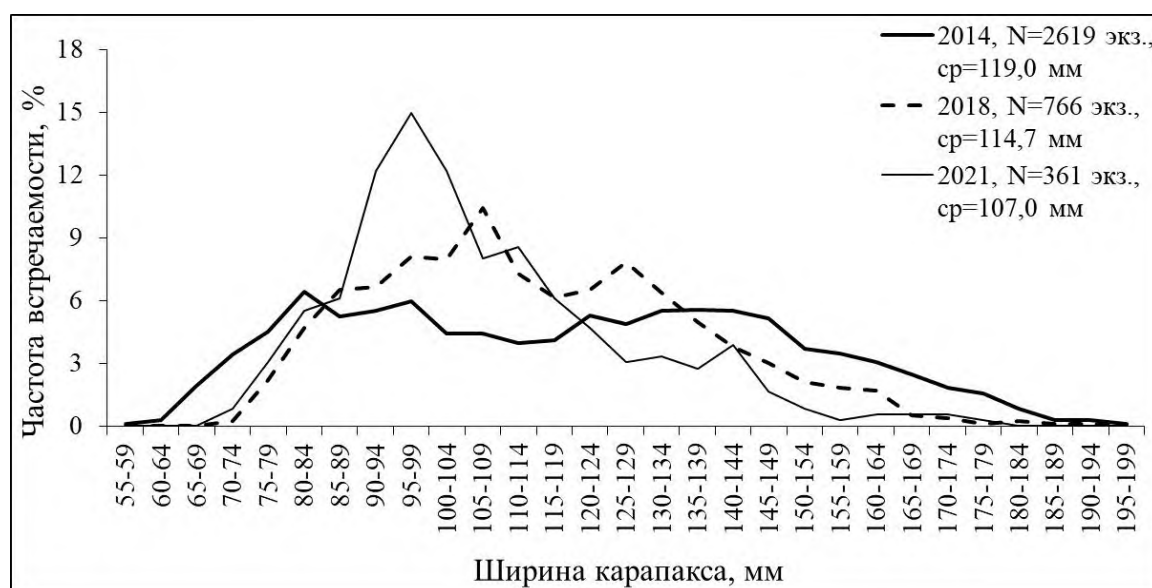


Рис. 4. Вариационные ряды ширины карапакса самцов краба равношипого на участке банки Кашеварова в 2014, 2018 и 2021 гг.

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

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

В качестве дополнительных ориентиров также были рассчитаны индексы состояния запаса: размер (ширина карапакса) самцов краба L , доля самцов в уловах PM и промысловый улов на усилие CD (табл. 4). В качестве целевых ориентиров возможно использовать средние значения соответствующих индикаторов. Индикаторы имеют прямую значимость, т.е. более высокий показатель говорит о лучшем текущем состоянии запаса.

Таблица 4

Индексы состояния запаса краба равношипного в Северо-Охотоморской подзоне

Индекс состояния запаса	Единица измерения	Значение индекса состояния			Стандартное отклонение σ	Ориентир управления	
		Мин.	Макс.	Ср.± ошибка		Граничный	Целевой
L^*	мм	123,7	143,9	134,0±1,3	6,1	123,7	134,0
PM^*	%	40,4	71,8	57,1±2,1	10,1	40,4	57,1
CD^{**}	т/сут.	1,2	3,0	2,0±0,1	0,6	1,2	2,0

Примечание: * рассчитаны за период 1992-2014 гг.; ** — использованы медианы суточных уловов, рассчитанные для каждого года с 2004 по 2022 гг.

Обоснование правила регулирования промысла (ПРП). Регулирование промысла равношипного краба осуществляется с помощью зонального ПРП. В качестве цели эксплуатации запаса предложено получение стабильного (постоянного) вылова. Для минимизации рисков при эксплуатации запаса применяется Fsq линейно-кусочная функция, параметры которой устанавливаются в соответствии с ориентирами управления. При изменении состояния запасов, в пределах границ каждого ориентира, изменяется рекомендуемая величина общего улова. В случае, если запас оценивается

объемом менее FSB_{lim} , вводится запрет на промысловую эксплуатацию. В пределах между FSB_{lim} и FSB_{tr} улов изменяется линейно (рис. 5).

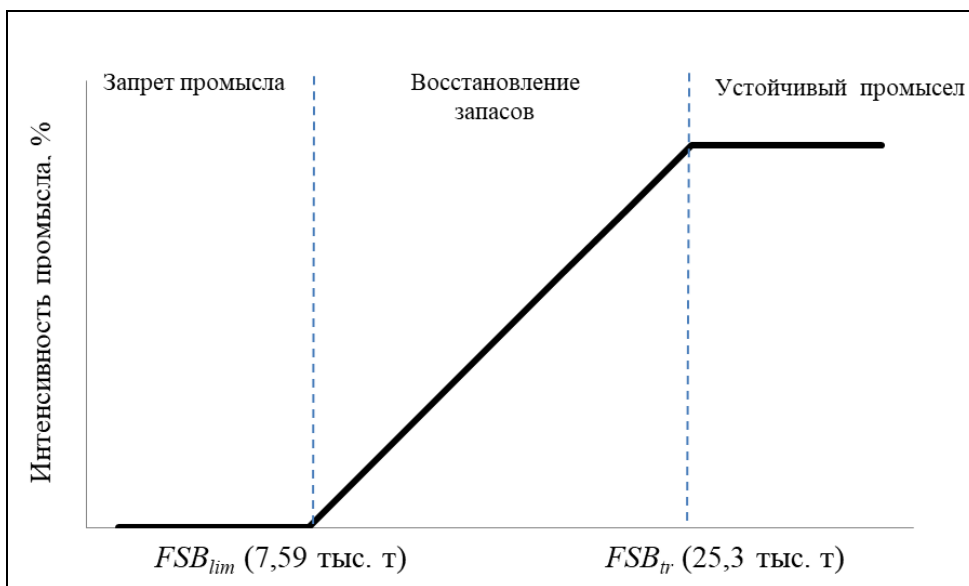


Рис. 5. Схема зонального регулирования промысла равношипного краба

Оценка состояния и прогноз промыслового запаса. Для оценки промыслового запаса и определения ОДУ на этапе анализа чувствительности использовалось 10% приращение к параметру r (коэффициенту популяционного роста). Расчётная биомасса промысловых самцов равношипного краба в 2024 г. составила 35,5 тыс. т. В выполненных расчётах величина запаса находится выше целевого ориентира FSB_{tr} — в зоне устойчивого промысла ПРП. В 2025 и 2026 гг. ожидается увеличение промыслового запаса до 37,187 и 39,608 тыс. т, соответственно, т.е. запас по-прежнему будет находиться в зоне устойчивого промысла (рис. 6).

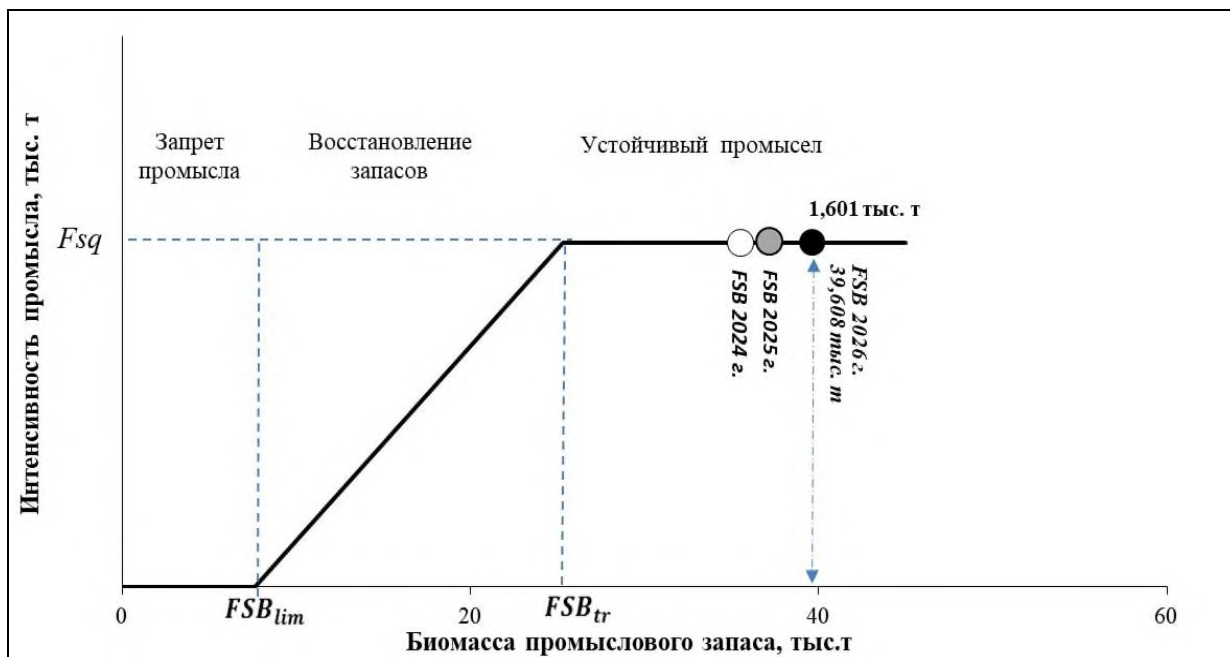


Рис. 6. Прогноз распределения биомассы промыслового запаса краба равношипного при применении продукционной модели Шефера

Дополнительно было проанализировано состояние запаса с точки зрения выделенных биологических ориентиров. По данным 2023 г., эксплуатируемая часть запаса показывает снижение среднего размера самцов и доли промысловых особей, по данным 2024 г. – улов на усилие находится в границах, указывающих на его стабильное состояние (табл. 5).

Таблица 5

Состояние биологических ориентиров управления и статус запаса равношипого краба в Северо-Охотоморской подзоне

Индекс состояния запаса	Ориентир управления		Уровень индикатора	Год получения индикатора	Статус запаса
	Граничный	Целевой			
<i>L</i>	123,7	134,0	119,3	2023	снижающийся
<i>PM</i>	40,4	57,1	28,0	2023	снижающийся
<i>CD</i>	1,2	2,0	1,5	2024	стабильный

Обоснование объёма ОДУ. Согласно схеме зонального регулирования, эксплуатируемый запас краба равношипого к 2026 г. будет находиться в зоне устойчивого промысла. Величина допустимого улова, согласно выбранному ПРП, в 2026 г. составит 1,601 тыс. т.

Состояние запаса, с точки зрения дополнительно выделенных биологических индикаторов, свидетельствует о некоторых признаках снижения, при этом, промысловую статистику в 2024 г. можно оценить, как положительную. Статус запаса равношипого краба в Северо-Охотоморской подзоне оценивается как «стабильный».

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба равношипого в Северо-Охотоморской подзоне на 2026 г. в объёме 1,601 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов. В результате тестирования принятого ПРП (в пространстве решений продукционной обобщенной модели Шефера), с применением параметрического бутстрепа, оценены коэффициенты эффективности данного ПРП на прогнозный горизонт 5 лет. Средняя биомасса в прогнозе – 43,033 тыс. т, средний улов – 1,7 тыс. т. Время восстановления до целевого ориентира, а также вероятность (при $p=0,1\%$) снижения биомассы и улова ниже рассчитанных ориентиров – нулевые.

Краб равношипый (*Lithodes aequispinus*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.2 – подзона Западно-Камчатская

Исполнители: Э.Р. Шагинян, О.И. Ильин (КамчатНИРО)

Куратор: Д.В. Артеменков, С.И. Моисеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. В 2024 г. специализированные исследования состояния запаса равношипного краба Западно-Камчатской подзоны не проводились. В апреле 2024 г. при ведении лова краба в инвестиционных целях на СРТМ «Шантар» были получены данные размерных показателей 277 экз. самцов с участка Западно-Камчатской подзоны, ограниченного координатами 54°59'-55°30' с.ш., 154°12'-154°26' в.д.

Данные, полученные в ходе учетных траловых съемок на Западной Камчатке, из-за их небольшого объема, оказались малопригодными для рассмотрения биолого-промысловых показателей краба равношипного. Так, в июне 2024 г. в ходе учетной съемки на СТР «Сланцы» было поймано всего 18 экз. краба (17 экз. самцов и 1 экз. самок), а в июле-августе 2024 г. на НИС «Профессор Кагановский» – 278 экз. краба (97 экз. самцов и 180 экз. самок). Кроме того, проведение сравнительного анализа данных, полученных с использованием донного трала и ловушек, некорректно.

Небольшой объем первичных данных по крабу равношипному (160 экз. крабов: 55 экз. самцов и 105 экз. самок) был получен в ходе мониторинга промысла в северной части Западно-Камчатской подзоны на СРТМ «Флорин» (ООО «Север») в начале ноября 2024 г. с участка, ограниченного координатами 58°03'-58°11' с.ш., 153°37'-153°58' в.д., что также явно недостаточно для исследовательских целей.

Анализ промысла проводили, используя данные судовых суточных донесений (ССД) из Отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (ОСМ Росрыболовства). Для доступа к ОСМ и первичной обработки данных применяли программу «FMS analyst» [Vasilets, 2015]. Структура и качество доступного информационного обеспечения прогнозного материала на 2026 г. соответствуют II уровню (прил. 1 к Приказу Росрыболовства №104 от 06.02.2015 г.).

Обоснование выбора метода оценки запаса. Согласно вышеупомянутому приказу, «доступная информация обеспечивает проведение всестороннего аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ с применением структурированных моделей эксплуатируемого запаса».

Для оценки промыслового запаса равношипного краба была применена модель CSA [Collie, Sissenwine, 1983; Collie, Kruse, 1998], описывающая динамику функциональных групп (пререкруты I и II порядков, промысловые самцы). С 2015 г. указанная модель используется для оценки ресурсов

камчатского краба западнокамчатского шельфа. Использование подобных моделей целесообразно в том случае, когда возраст объекта исследования определить не удастся, но имеется возможность по линейным размерам определить их принадлежность к той или иной функциональной группе. Оценка состояния запасов морских промысловых биоресурсов, как правило, сводится к задаче определения вектора состояния (численность возрастных, размерных, функциональных групп) по результатам ряда наблюдений. Наблюдения сопровождаются случайными ошибками, а, значит, следует говорить не об определении состояния системы, а об его оценивании путем статистической обработки результатов наблюдений. Так как моделью рассматриваемой системы «запас-промысел» служит система стохастических разностных уравнений линейной регрессии, целесообразно применить методы линейной оптимальной фильтрации [Bucy, Joseph, 1968] и интерполяции [Grewal, Andrews, 1993]. Подробное описание используемой методики оценки запасов изложено в статье О.И. Ильина и П.Ю. Иванова [2015]. Оценка состояния запаса и неизвестных параметров модели сводится к решению совместной задачи оптимальной фильтрации (интерполяции) и идентификации. Исходными данными для модели являются:

- сведения о фактическом вылове промысловых самцов в период за 2012–2024 гг., по данным ОСМ;
- данные о размерном составе самцов по функциональным группам (маломерные самцы, пререкруты I и II порядков, промысловые самцы), полученные в период проведения учетных ловушечных съемок и научно-исследовательских работ в режиме мониторинга промысла краба (*табл. 1*).
- мгновенные коэффициенты естественной смертности приняли равными $0,2 \text{ год}^{-1}$ для всех трех функциональных групп, за исключением маломерных особей.

Таблица 1

Межгодовая динамика относительной численности самцов краба равношипого в Западно-Камчатской подзоне в 2015-2024 гг., %

Год	Размерно-функциональная группа			
	маломерные самцы	пререкруты II порядка	пререкруты I порядка	промысловые самцы
2015	6,0	5,0	13,4	75,6
2016	3,2	5,7	7,1	84,1
2017	6,9	3,8	7,7	81,7
2018	1,4	6,2	13,2	79,2
2019	19,4	6,2	15,2	59,2
2020	4,2	7,0	15,4	73,4
2022	1,1	6,1	5,9	86,9
2023	13,5	7,5	6,8	72,2
2024	9,4	8,3	10,5	71,8

Настройку модели проводили по следующим индексам:

- данным учетных ловушечных съемок по численности промысловых самцов и пререкрутов краба равношипого в Западно-Камчатской подзоне (*табл. 2*);

– сведениям о среднегодовых показателях вылова промысловых самцов на судо-сутки лова по данным ОСМ.

Таблица 2

Динамика численности краба равношипого
в Западно-Камчатской подзоне в 2012-2024 гг., млн экз.

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

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Запас краба равношипого в Западно-Камчатской подзоне, по сравнению с таковыми крабов шельфовой зоны, сравнительно невелик. Но это не препятствует ведению на протяжении многих его специализированного лова. Этот вид краба, в отличии шельфовых крабов-литотид (камчатского и синего), является типичным представителем глубоководной фауны, населяя, главным образом, верхнюю батиаль. Здесь же краб равношипый встречается в количествах, достаточных для ведения рентабельного лова.

Объект востребован со стороны промысловиков, и за последнее десятилетие на промысле фиксируется от 10 до 17 судов (табл. 3).

Таблица 3

Степень промысловой нагрузки на популяцию краба равношипого
Западно-Камчатской подзоны в 2015-2024 гг.

Показатель	Годы	Месяцы											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Количество судов, единиц	2015	1	1	2	3	-	-	-	-	-	5	5	-
	2016	2	1	1	1	-	1	-	-	-	3	5	1
	2017	-	-	1	4	2	1	2	-	-	-	3	3
	2018	-	2	2	4	4	1	1	-	-	2	4	1
	2019	1	1	2	2	3	-	-	-	-	2	3	2
	2020	3	3	1	2	-	3	2	-	-	1	-	-
	2021	3	6	3	2	2	-	-	-	-	-	5	2
	2022	2	2	2	3	1	4	1	-	-	1	2	-
	2023	2	8	7	1	1	-	-	-	-	1		
	2024	-	4	7	1	2	1						1
Количество судо-суток лова, суток	2015	12	11	26	13	-	-	-	-	-	29	40	-
	2016	14	5	1	21	-	5	-	-	-	36	40	13
	2017	-	-	16	22	8	7	11	-	-	-	13	12
	2018	-	30	21	39	33	7	10	-	-	12	28	9
	2019	5	21	17	21	16	-	-	-	-	16	31	10
	2020	12	52	22	14	-	23	13	-	-	3	-	1
	2021	42	32	36	13	14	-	-	-	-	-	33	3
	2022	36	13	19	23	7	23	2	-	-	2	8	-
	2023	16	73	88	5	2	-	-	-	-	9		
	2024	-	35	132	4	25	8						1

В целом, степень освоения ОДУ краба равношипого в 2015–2023 гг., по данным ОСМ, варьировала в пределах 93,0–99,5% (табл. 4) и в среднем составила 97,4%. В 2024 г. общий вылов краба составил 0,288 тыс. т, а рекомендованный объем ОДУ освоен на 92,0%.

Таблица 4

Динамика ОДУ, вылова и освоения краба равношипого
в Западно-Камчатской подзоне в 2015–2024 гг.

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение ОДУ, %
2015	0,315	0,307	97,5
2016	0,300	0,291	97,0
2017	0,300	0,291	97,0
2018	0,300	0,279	93,0
2019	0,300	0,291	97,0
2020	0,325	0,320	98,5
2021	0,304	0,302	99,5
2022	0,304	0,301	99,0
2023	0,313	0,308	98,4
2024	0,313	0,288	92,0

Освоение запасов краба равношипого в течение промыслового сезона ведется с различной интенсивностью. В 2015-2016 гг. основная часть ОДУ осваивалась в IV квартале года, а с 2017 по 2024 гг. – в I квартале. Такая стратегия промысла определяется целями и задачами пользователей биоресурсами, и в соответствии с Правилами рыболовства. Сдвиг активности лова в первое полугодие объясняется тем фактом, что промысловые компании стремятся к началу промысла краба камчатского направить на его освоение все возможности добывающего флота, завершив промысел других видов крабов. Примечательно, что в марте 2024 г. зафиксирован максимальный, за почти 25-й период, вылов (табл. 5). Несколько ниже – на 14 т, был отмечен вылов краба равношипого в ноябре 2004 г.

Таблица 5

Межгодовая динамика общего вылова (т) краба равношипого
в Западно-Камчатской подзоне в 2015-2024 гг.

Месяц	Годы									
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
I	21,7	29,8	-	-	1,4	41,8	72,8	50,7	5,7	-
II	11,7	8,2	-	96,5	69,8	151,5	45,6	6,3	79,3	36,8
III	41,5	1,0	55,7	20,8	47,2	37,9	75,4	73,7	175,5	206,3
IV	39,0	77,8	91,3	34,4	22,5	22,9	8,0	68,4	3,1	10,9
V	0,6	-	32,6	25,1	33,2	-	50,5	20,6	4,8	21,3
VI	0,2	15,9	30,5	8,0	-	38,0	-	58,6	-	6,8
VII	-	-	14,3	9,1	-	15,7	-	5,3	-	-
VIII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IX	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X	70,6	66,0	-	26,6	49,5	5,0	-	4,7	13,4	-
XI	122,2	80,6	30,8	58,6	56,9	5,6	43,6	11,6	-	-
XII	9,6	41,7	24,9	10,2	10,2	-	6,51	-	26,1	1,6

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

Однако сложности в использовании, обслуживании их на судах отечественной постройки, а также их изношенность, привели к замене этих ловушек на более легкие, удобные для обслуживания и транспортировки конусные ловушки японского образца. Накопленный опыт промысла краба равношипого этим видом орудия лова привел к тому, что после 2003-2005 гг. добывающие суда стали использовать, преимущественно, конусные ловушки. В пугину в 2015-2024 гг. они обеспечивали 100% вылова. В *таблице 6* приведены данные по среднесуточному вылову краба конусными ловушками за последние годы, а также среднегодовой улов за этот же период.

В последние несколько лет учетных работ, ориентированных на оценку численности краба равношипого Западно-Камчатской подзоны, не проводилось, а тот информационный блок, которые удастся получить при исследованиях других объектов или мониторинге их промышленного освоения, используется исключительно для рассмотрения некоторых биолого-промысловых характеристик, и для количественных оценок численности непригоден.

Таблица 6

Среднесуточный вылов (т) краба равношипого конусными ловушками
в Западно-Камчатской подзоне в 2015-2024 гг.

Годы	Месяц												Сред., за год год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2015	1,81	1,07	1,58	2,23	-	-	-	-	-	2,43	3,06	-	2,03
2016	2,13	1,66	1,00	3,71	-	3,18	-	-	-	1,83	2,01	1,03	2,07
2017	-	-	3,48	4,15	4,07	4,35	1,30	-	-	-	3,21	2,08	3,23
2018	-	3,22	0,99	0,88	0,76	1,15	0,87	-	-	2,22	2,02	1,13	1,47
2019	0,28	3,32	2,78	1,19	2,08	-	-	-	-	3,53	1,90	1,28	2,05
2020	3,49	2,91	1,72	1,91	-	1,65	1,21	-	-	1,66	5,58	-	2,52
2021	1,73	1,43	2,10	0,62	3,60	-	-	-	-	-	1,32	2,17	1,75
2022	1,41	0,49	3,88	2,97	2,94	5,55	2,63	-	-	1,22	1,45	-	2,50
2023	0,36	1,09	1,99	0,61	2,42	-	-	-	-	1,49	-	-	1,32
2024	-	1,05	1,56	2,72	0,85	0,85	-	-	-	-	-	1,60	1,44

Результативность работы промыслового флота показывает, что запас краба равношипого на материковом склоне в границах Западно-Камчатской подзоны находится в относительно стабильном состоянии.

Отсутствие в районе обитания краба равношипого существенных преград (глубоководные впадины или резкие возвышенности) позволяет ему свободно перемещаться в пределах своего ареала, в связи с чем, размерный состав сообщества самцов достаточно разнообразен и динамичен, даже без учета антропогенного воздействия на популяцию [Шагинян, 2021] (рис. 1). По этой же причине наблюдаются и колебания среднего размера промысловых самцов (рис. 2).

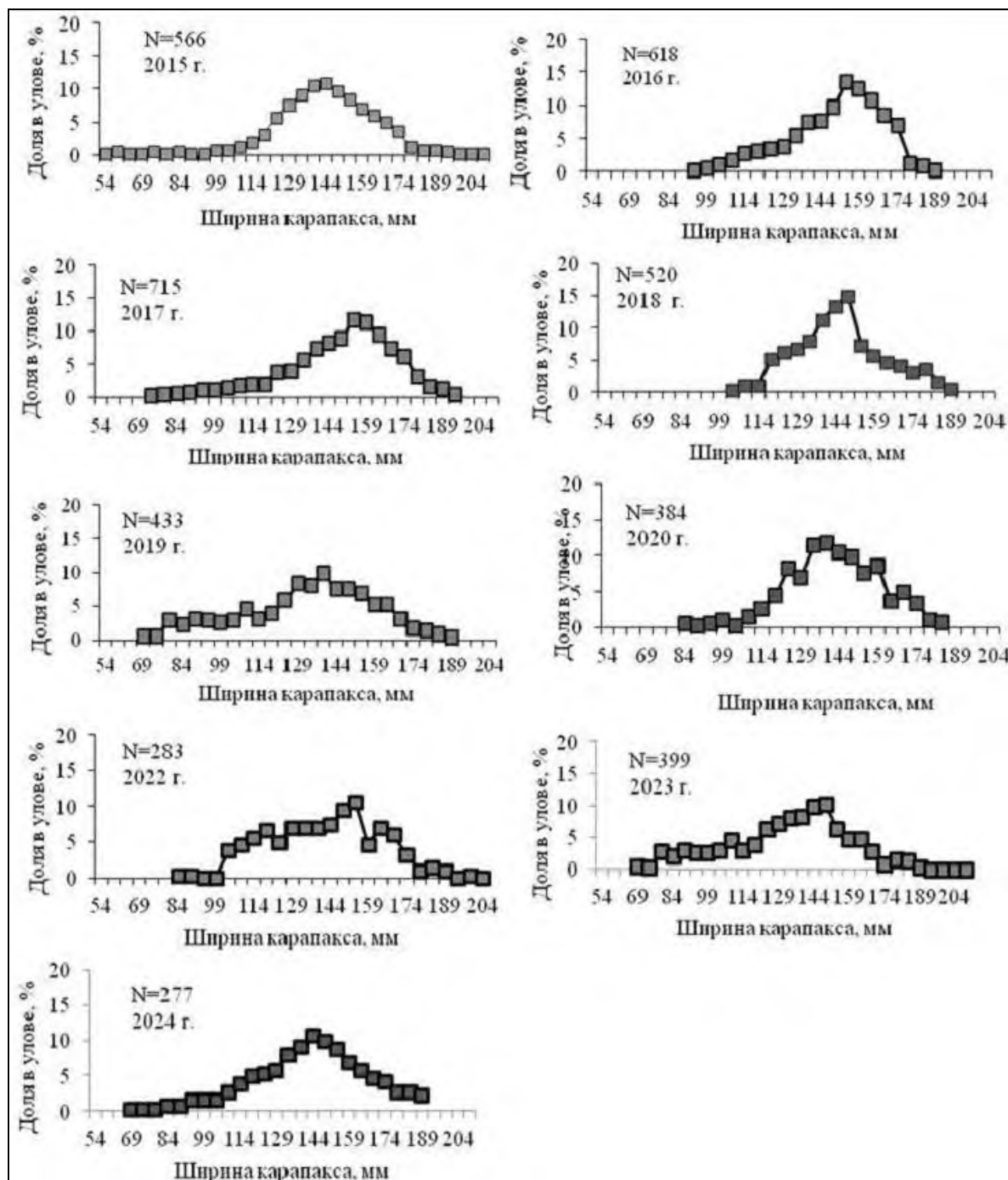


Рис. 1. Межгодовая динамика размерного состава самцов краба равношипого в Западно-Камчатской подзоне.

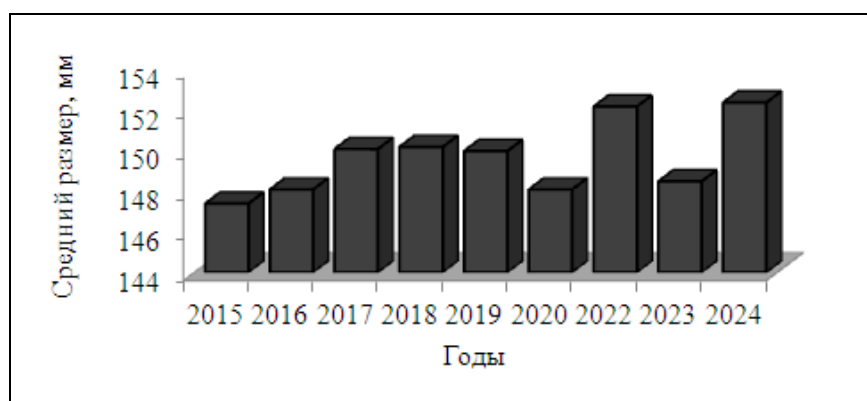


Рис. 2 . Межгодовая динамика среднего размера промысловых самцов краба равношипого в Западно-Камчатской подзоне.

Основные результаты модельных расчетов представлены на *рисунке 3*.

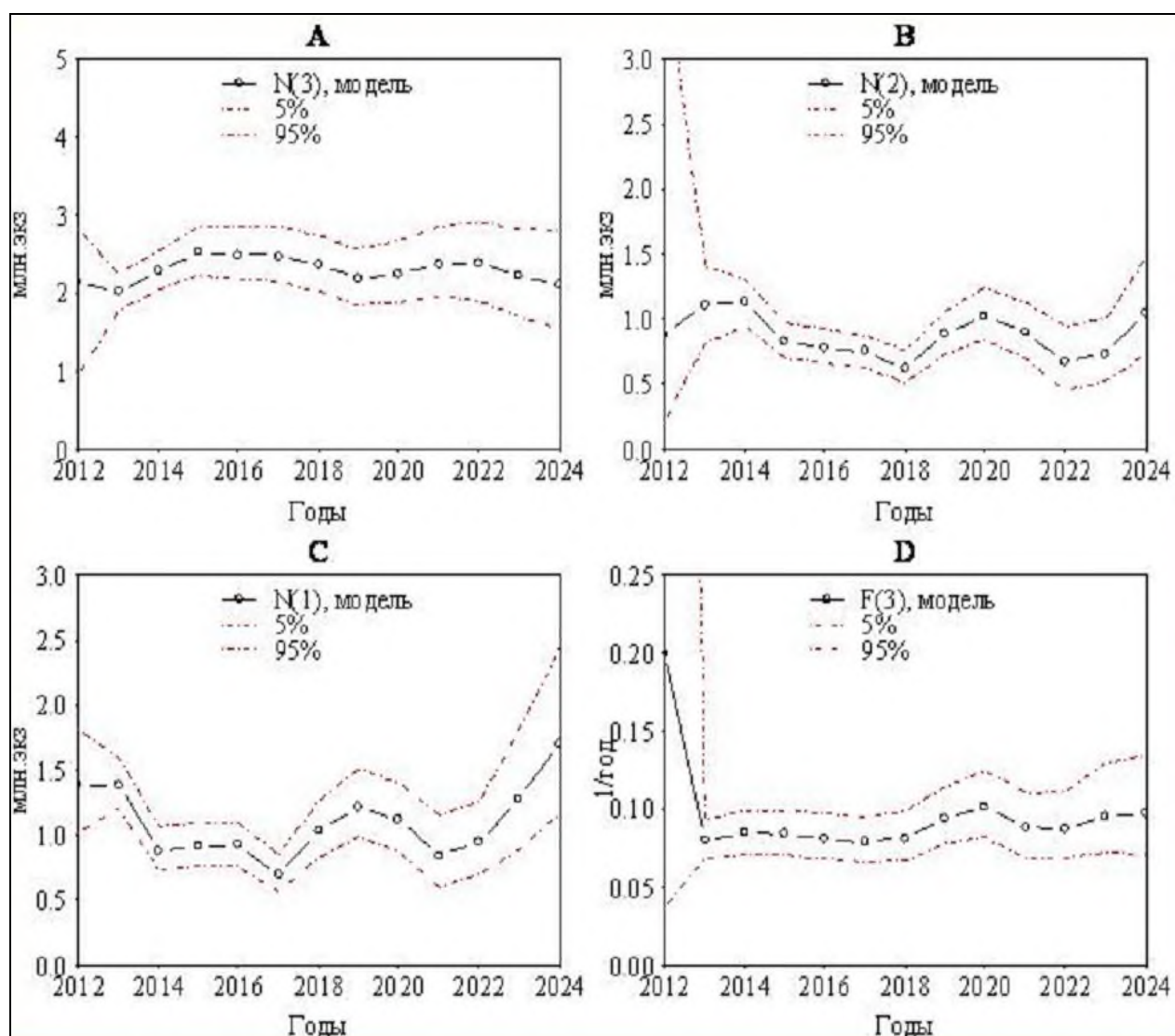


Рис. 3. Межгодовая динамика численности промысловых самцов (А), пререкрутов I порядка (В), пререкрутов II порядка (С) и коэффициента промысловой смертности (D) равношипого краба. Пунктирные линии показывают 90% доверительные интервалы.

По модельным оценкам, в 2023-2024 гг. имел место тренд на снижение промыслового запаса равношипого краба в Западно-Камчатской подзоне. Но

относительно высокая численность дальнего пополнения в 2023-2024 гг. обеспечит рост промыслового запаса в ближайшие 2 года. Общая численность промысловых самцов на начало 2024 г. оценивается на уровне 2,11 млн экз., биомасса – 3,49 тыс. т. Вероятность того, что терминальная оценка промысловой биомассы превышает установленное значение граничного ориентира, составила 79%, а значение целевого ориентира – 4%.

Результаты моделирования довольно хорошо согласуются с данными учетных работ и показателями вылова на судо-сутки (рис. 4). Необходимо отметить, что оценки промыслового запаса оказались несколько ниже, чем в прошлогоднем обосновании ОДУ. Связано это с падением показателя улова на усилие в 2023-2024 гг., который является единственным имеющимся в нашем распоряжении индексом промыслового запаса равношипного краба в Западно-Камчатской подзоне.

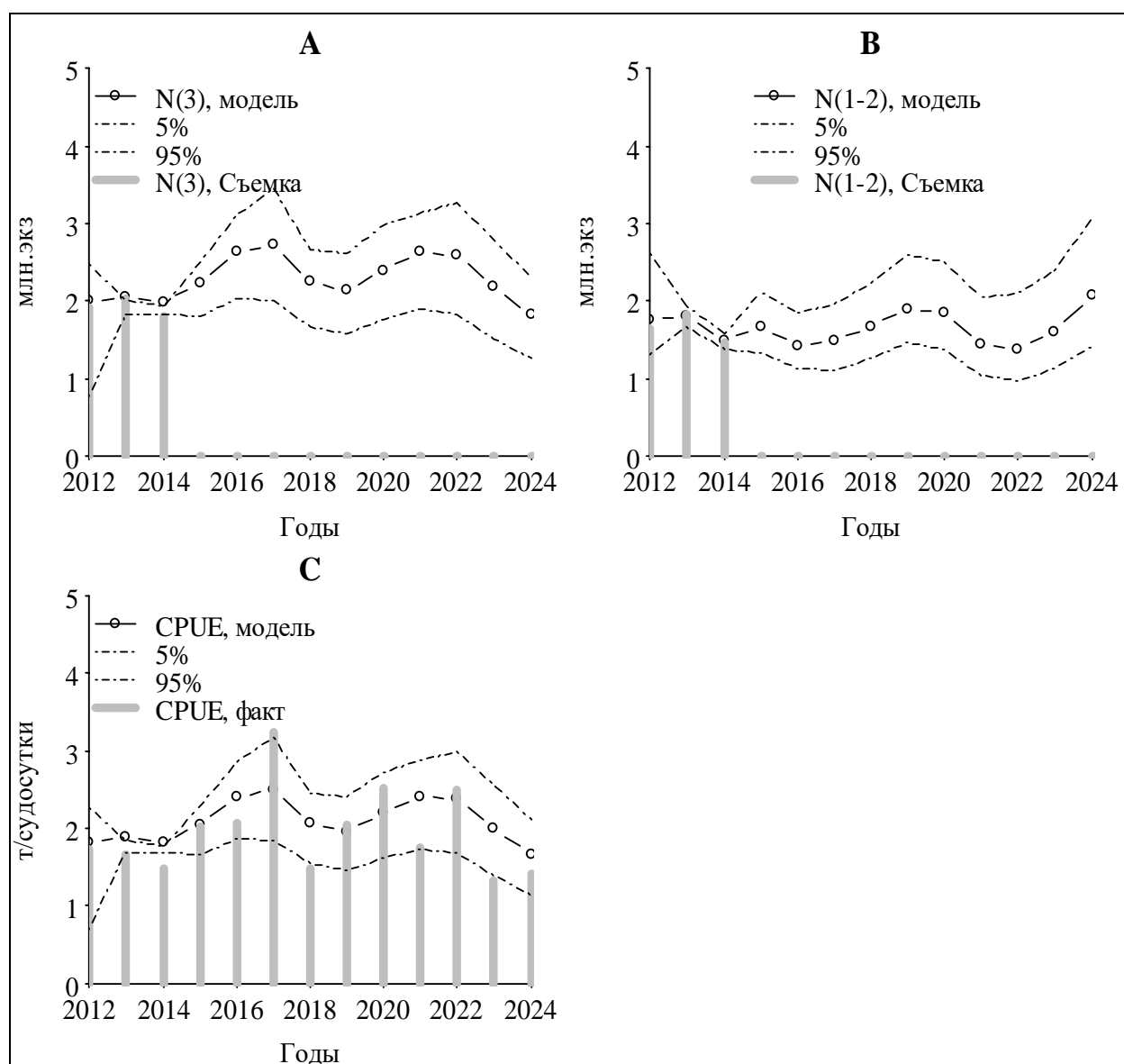


Рис. 4. Исходные данные по численности промысловых самцов (А), пререкрутов I и II (В), вылова промысловых самцов равношипного краба на судо-сутки (С) и их модельные аналоги. Пунктирные линии показывают 90% доверительные интервалы.

Определение биологических ориентиров. Граничный ориентир по биомассе промысловых самцов B_{lim} принят равным минимальному значению промысловой биомассы за ретроспективный период (по оценке за 2022 г.) – 3,41 тыс. т. Оценка запасов по данным, полученным в 2023-2024 гг., может свидетельствовать о том, что граничный ориентир завышен. На прогнозируемый год значение было скорректировано на минимальное значение промысловой биомассы по данным наблюдений (учетных съемок и мониторинга) – 1,818 млн экз. или 3,0 тыс. т.

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

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

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

Обоснование правила регулирования промысла. Следуя методике среднесрочного прогнозирования в рамках предосторожного подхода к управлению промысловыми запасами [Бабаян, 2000], обосновано правило регулирования промысла (ПРП) равношипового краба в Западно-Камчатской подзоне, цель которого – поддержание запаса на заданном высоком уровне продуктивности B_{tr} и его эксплуатация на этом уровне с долей изъятия E_{tr} . Схема ПРП представлена на *рисунке 5*.

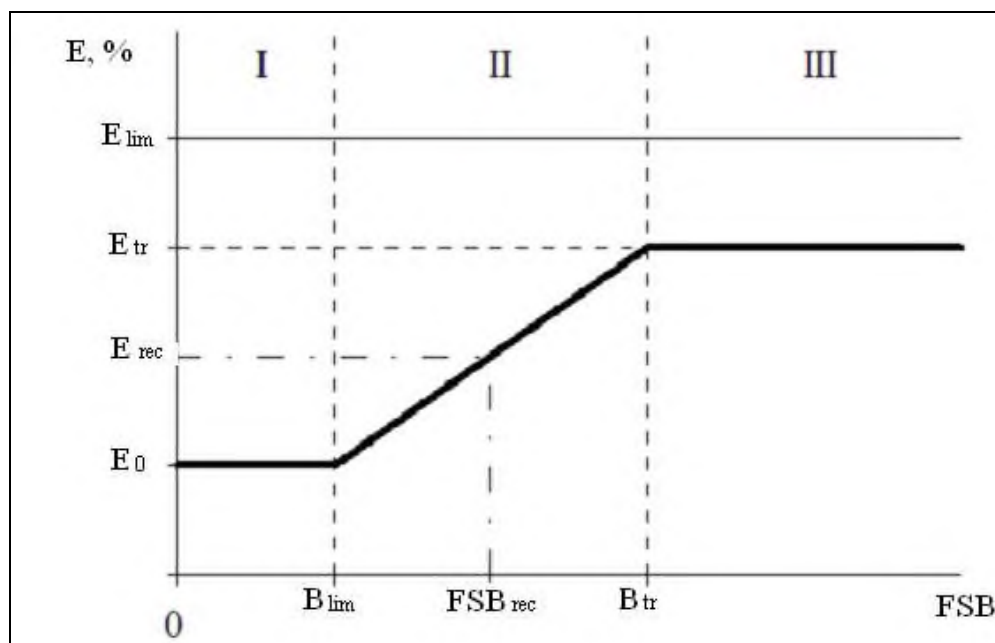


Рис. 5. Схема правила регулирования промысла.

Аналитическая форма ПРП имеет вид:

$E_{rec_i} = 0$, при $FSB_i < B_{lim}$,

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

$E_{rec_i} = E_{tr} = const$, при $FSB_i > B_{tr}$.

Прогноз промыслового запаса. Для прогнозирования состояния запаса равношипного краба в Западно-Камчатской подзоне использованы те же значения мгновенных коэффициентов естественной смертности и селективности, что и в ретроспективе, а коэффициент промыслового изъятия краба в 2025 г. принят соответствующим установленной величине объема ОДУ, равной 313 т.

Массу промыслового самца приняли равной среднемноголетней – 1,65 кг.

Величину запаса на 2 года вперед оценили по формулам используемой модели динамики численности функциональных групп:

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

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

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

где $N_{i,1}$, $N_{i,2}$, $N_{i,3}$ – численность функциональных групп: пререкрутов, рекрутов и промысловых самцов в i -м году, $M_{i,j}$ – мгновенные коэффициенты естественной смертности, $F_{i,j}$ – мгновенные коэффициенты промысловой смертности в i -м году, p_j – вероятность линьки в j -ой функциональной группе, $j = 1, 2, 3$.

На начало 2026 г. прогнозная медианная оценка численности промысловых самцов составит 2,645 млн экз., биомассы – 4,364 тыс. т. Вероятность того, что оценка промысловой биомассы в начале прогнозного года превысит установленное значение граничного ориентира, составила 94,0%, а значение целевого ориентира – 37%.

Таким образом, по модельным оценкам, в 2025-2026 гг. прогнозируется небольшой рост промыслового запаса равношипного краба в Западно-Камчатской подзоне.

Определение общего допустимого улова. Полученная по модели динамики функциональных групп медианная оценка промысловой биомассы на начало 2026 г. соответствует области восстановления эксплуатируемого запаса (режим II на рисунке 5). Согласно ПРП, рекомендуемое значение промысловой смертности в 2026 г. составит 6,33% в терминах доли изъятия. Величину вылова на i -й прогнозный год рассчитывали по формуле:

$$C_i = FSB_i \cdot E_{rec_i},$$

где E_{rec_i} – рекомендуемое значение доли изъятия в i -й прогнозный год.

Плотность распределения и статистические характеристики оценки вылова в 2026 г. представлены в таблице 7 и на рисунке 6. Анализ вероятностного распределения оценок промысловой биомассы равношипного краба и возможного вылова с учетом результатов риск-анализа позволяет рекомендовать величину возможного вылова в объеме 276 т (медианная оценка). Но в связи с отсутствием поступления актуальных данных о

состоянии запаса краба равношипого в Западно-Камчатской подзоне, предлагается величину допустимого вылова этого вида сохранить на уровне 2025 г. – 313 т.

Таблица 7

Статистические характеристики оценок биомассы промыслового запаса (FSB) и возможного вылова (C) краба равношипого в Западно-Камчатской подзоне в 2026 г.

	2,50%	5%	25%	Median	75%	95%	97,50%	Mean	SE
C, тыс. т	0,000	0,000	0,129	0,276	0,396	0,482	0,512	0,265	0,156
FSB, тыс. т	2,803	2,956	3,744	4,364	5,078	6,181	6,561	4,458	0,990

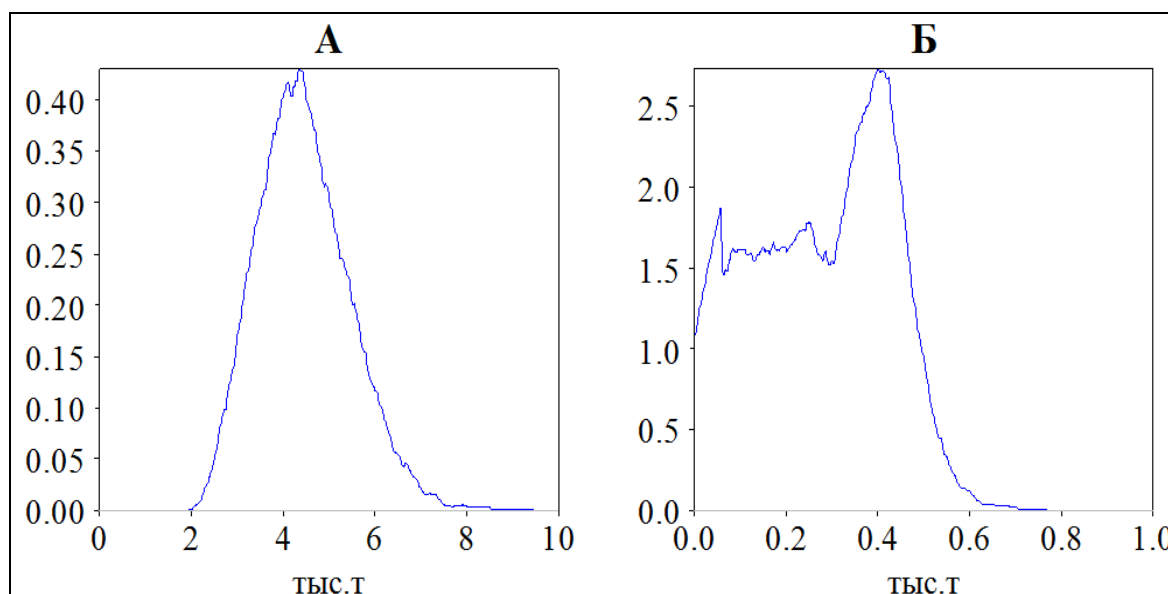


Рис. 6. Плотности распределения оценок промысловой биомассы (А) и возможного вылова (Б) равношипого краба в Западно-Камчатской подзоне в 2026 г.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба равношипого в Западно-Камчатской подзоне на 2026 г. в объёме 0,313 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов. В рамках тестирования предложенной стратегии управления производилась оценка вероятности того, что в долгосрочной перспективе (10 лет вперед) биомасса промыслового запаса равношипого краба в Западно-Камчатской подзоне не опустится ниже граничного ориентира по биомассе V_{lim} при заданном постоянном темпе эксплуатации. В рамках статистического имитационного моделирования методом Монте-Карло эта вероятность была оценена (рис. 7). При интенсивности промысла в течение 10 лет на уровне целевого ориентира $F_{tr}=0,09/\text{год}$ ($E_{tr}=7,8\%$) риск перелома по пополнению к 2034 г. не превышает рекомендованного уровня $\alpha = 0,1-0,2$ [Бабаян, 2000]. При этом, к концу моделируемого отрезка времени промысловый запас будет выше целевого ориентира по биомассе с вероятностью $\approx 23\%$.

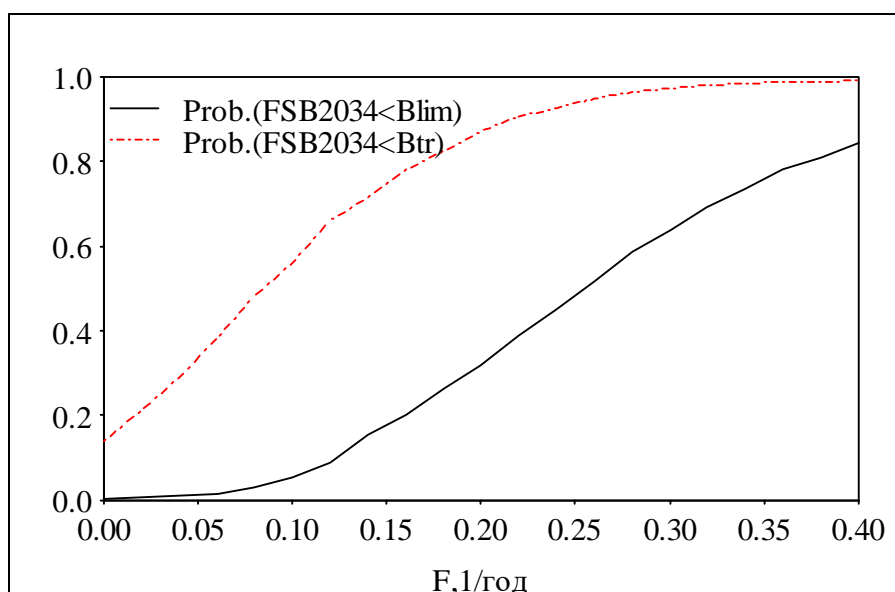


Рис. 7. Вероятности падения промысловой биомассы краба равношипого в Западно-Камчатской подзоне ниже граничного и целевого ориентиров в зависимости от интенсивности изъятия.

На *рисунке 8* представлены результаты моделирования динамики промыслового запаса равношипого краба в Западно-Камчатской подзоне на длительный период времени (10 лет) при предполагаемой среднемноголетней величине пополнения (1,1 млн. экз) и рекомендуемой, согласно ПРП, доле изъятия. Как видно из *рисунка 8*, при сделанных предположениях относительно величины пополнения, и уровне изъятия в соответствии с установленным ПРП, оценка промыслового запаса равношипого краба после 2026 г. с 95% вероятностью не выйдет за биологически безопасные границы и будет близка к целевому значению. Следовательно, нет оснований отказаться от текущей стратегии управления.

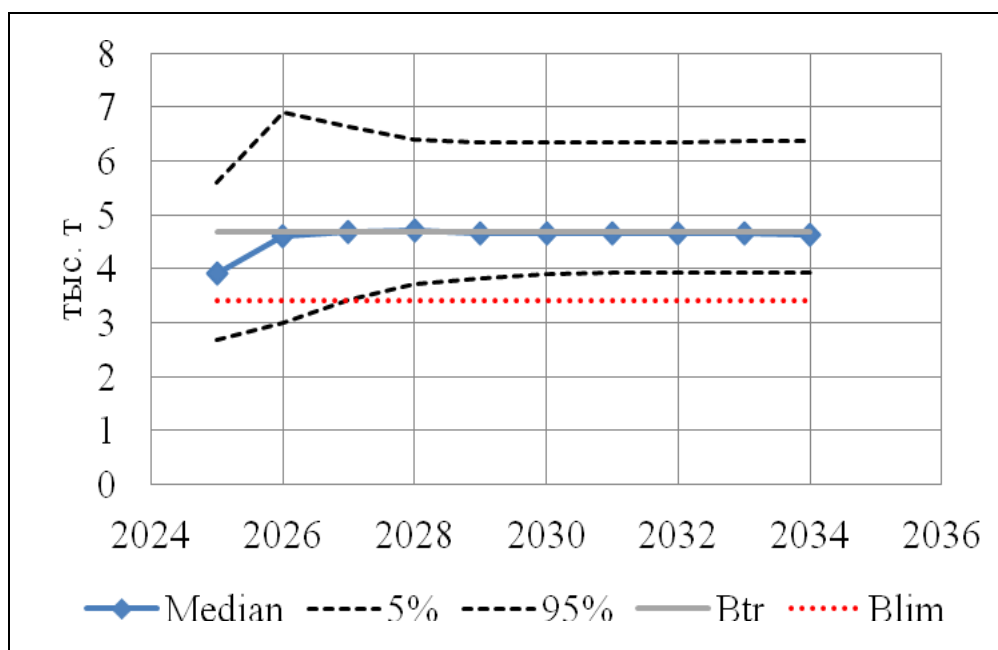


Рис. 8. Модельная динамика биомассы промыслового запаса краба равношипого в Западно-Камчатской подзоне при рекомендуемой, согласно ПРП, интенсивности изъятия.

Окончательный вид зонального ПРП с указанной траекторией запаса в период с 2012 по 2026 гг. представлен на *рисунке 9*.

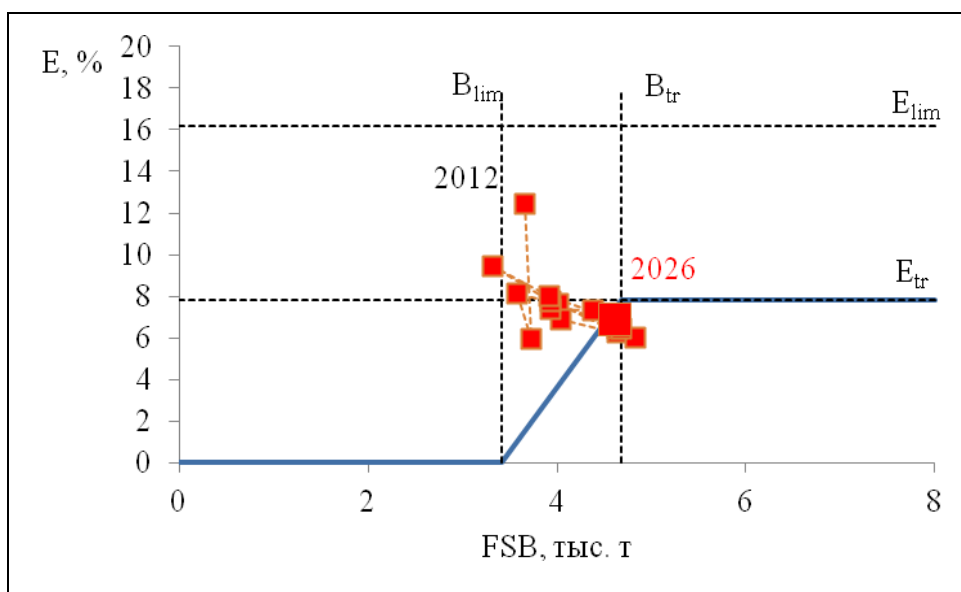


Рис. 9. Реализация правила регулирования промысла краба равношипого в Западно-Камчатской подзоне в 2012–2026 гг.

Краб равношипый (*Lithodes aequispinus*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.3 – подзона Восточно-Сахалинская

Исполнитель: С.В. Клинушкин (МагаданНИРО)

Куратор: С.И. Моисеев (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Прогноз ОДУ краба равношипного на 2026 г. в Восточно-Сахалинской подзоне основан на данных учётно-ловушечной съёмки, выполненной с 10 по 13 июля 2018 г. на НИС «Зодиак», и донной траловой съёмки, проведённой с 13 августа по 2 октября 2019 г. на НИС «Дмитрий Песков». Учётно-ловушечной съёмкой охвачена акватория от 55°42' до 55°57' с.ш., между 143°20' и 143°54' в.д., на глубинах 521-740 м (рис. 1).

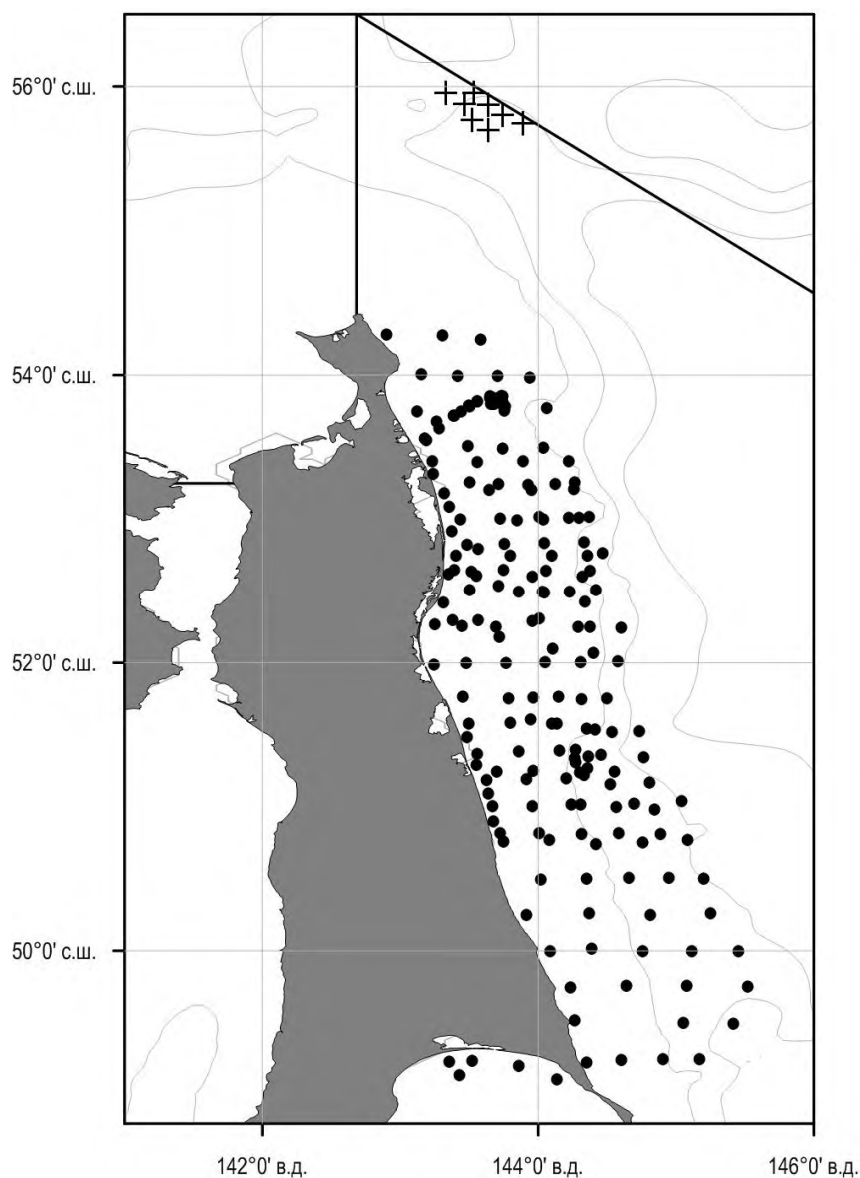


Рис. 1. Карта-схема учётно-ловушечных (+) и траловых станций (●), выполненных в Восточно-Сахалинской подзоне в 2018, 2019 гг.

Всего выполнено 8 учётных станций, проанализировано 136 экз. крабов. Площадь исследованной акватории составила 1,395 тыс. км². Донной траловой съёмкой обследован район от 49°07' до 54°17' с.ш., между 142°54' и 145°31' в.д. В обозначенном районе выполнено 202 траления на глубинах 9-656 м, проанализировано 107 экз. крабов.

Кроме того, использованы данные прилова равношипного краба в ходе проведения мониторинговых работ при промышленном лове синего краба с 13 по 19 декабря 2016 г. на СРТМ «Орлан», на участке с координатами 48°14'-48°43' с.ш. и 145°20'-145°23' в.д., на глубинах от 255 до 567 м. В 2024 г. работы по сбору биологического материала не проводились.

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

Обоснование выбора методов оценки запаса. Расчёт запасов по данным ловушечной съёмки 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 принята равной 3300 м² [Михайлов и др., 2003; Мельник и др., 2014]. Средний застой крабовых ловушек составил 1,6 суток. При выполнении траловой съёмки использовался донный трал ДТ/ТВ 27,1/24,4 с мягким грунтопом и ячейей в кутцевой части мешка 10x10 мм. Скорость траления изменялась в пределах от 1,8 до 4,0 узлов, составив в среднем 2,6 узла, продолжительность тралений преимущественно длилась 30 мин. Коэффициент уловистости трала принимался равным 0,75 [Родин и др., 1979]. Самцы, инвазированные корнеголовым ракообразным *Briarosaccus callosus* [Boschma, 1930], из всех расчётов исключались.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Промысловый запас равношипного краба для Восточно-Сахалинской подзоны длительный период не рассчитывался, по причине отсутствия достоверной информации о численности, распределении и биологическом состоянии краба равношипного. Анализ многолетних данных распределения равношипного краба в Северо-Охотморской подзоне, а также схожие гидрологические условия прилегающих вод банки Кашеварова и северной части Восточно-Сахалинской подзоны, позволили предположить наличие скоплений равношипного краба в Восточно-Сахалинской подзоне на площади около 6 тыс. км². Согласно данным литературных источников, на материковом склоне вдоль Восточного Сахалина равношипный краб формирует несколько локальных скоплений, которые пространственно разобщены между собой [Низяев, 1992].

В 2016 г. в период мониторинговых работ по синему крабу на акватории, ограниченной координатами 48°14'-48°43' с.ш. и 145°20'-145°23' в.д., равношипный краб встречался в прилове на глубинах 255-567 м. Максимальные уловы промысловых самцов регистрировались на глубинах

440-463 м и достигали 2,2 экз. на коническую ловушку. Однако, средние уловы краба равношипного были низкими – 0,5 экз./лов.

Размерная структура самцов равношипного краба на исследованной акватории характеризовалась наличием в уловах высокой доли крупноразмерных особей. Доля самцов более промысловой меры (130 мм по ширине карапакса) составила 93%. Ширина карапакса самцов колебалась от 104,5 до 188,0 мм, при среднем размере – $154,0 \pm 1,9$ мм, а промысловых самцов – $156,5 \pm 1,7$ мм.

В исследованном в 2018 г. районе уловы промысловых самцов также были невысокими и достигали максимальных значений около 0,4 экз./лов., составив в среднем 0,2 экз./лов. Наиболее плотные поселения промысловых самцов отмечались в диапазоне глубин от 520 до 565 м. Уловы самцов непромыслового размера также были низки и в среднем составили около 0,2 экз./лов., при максимальном значении – 0,5 экз./лов.

Размеры самцов равношипного краба в уловах ловушек колебались от 90,0 до 181,0 мм, составив в среднем $131,1 \pm 3,4$ мм. В уловах преобладали особи с шириной карапакса 100-110 мм (рис. 2). Доля самцов промыслового размера достигала 48,4%. Средний размер промысловых самцов составил $155,1 \pm 2,6$ мм, средняя масса промыслового краба – 1,741 кг.

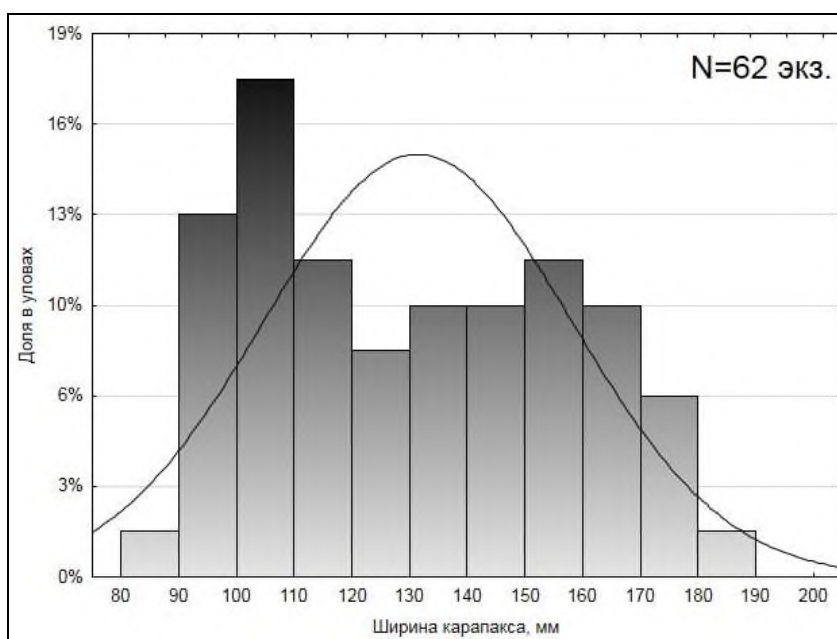


Рис. 2. Вариационный ряд ширины карапакса самцов краба равношипного, по данным учётно-ловушечной съёмки 2018 г.

В ходе траловой съёмки 2019 г. равношипный краб регистрировался на 10 станциях (частота встречаемости 5%) в диапазоне глубин от 247 до 656 м. Максимальные уловы крабов отмечались на глубине 652 м и достигали величины 73 экз. за 30 минутное траление, плотность поселений крабов здесь составляла 2527 экз./км². В уловах преимущественно встречались непромысловые самцы и ювенальные самки. Максимальные уловы промысловых самцов не превышали 5 экз. за траление, расчётная плотность скоплений соответствовала 173 экз./км².

Размеры самцов равношипового краба колебались от 16,0 до 155,0 мм, составив в среднем $98,3 \pm 4,3$ мм. В уловах преобладали особи с шириной карапакса 100-120 мм (рис. 3). Доля самцов промыслового размера достигала 19,0%. Средний размер промысловых самцов составил $141,2 \pm 2,6$ мм, средняя масса промыслового краба – 1,497 кг.

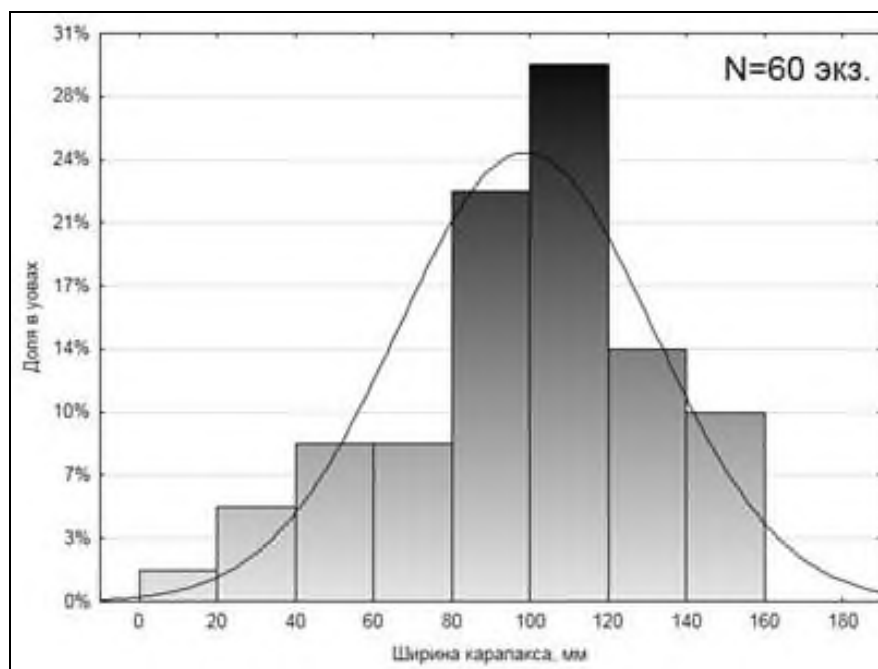


Рис. 3. Вариационный ряд ширины карапакса самцов краба равношипового, по данным донной траловой съёмки 2019 г.

Согласно действующим «Правилам рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна», утверждённым Приказом Минсельхоза России от 06.05.2022 г. № 285, для равношипового краба в Северо-Курильской и Южно-Курильской промысловых подзонах установлен промысловый размер не менее 150 мм по ширине карапакса, для прочих районов – 130 мм. Таким образом, для Восточно-Сахалинской подзоны Охотского моря промысловый размер для равношипового краба составляет 130 мм.

Обоснование правила регулирования промысла. Статус запаса оценивается как «неопределенный», так как промысловый запас краба ранее не исследовался, а также не имеется достаточного информационного обеспечения.

Оценка состояния и прогноз промыслового запаса. В 2018 г. учётными работами в Восточно-Сахалинской подзоне была охвачена акватория площадью 0,567 тыс. км². Численность самцов промыслового размера на всей исследованной акватории составила 0,033 млн экз., что, при средней массе промыслового самца равношипового краба – 1,741 кг, соответствует биомассе – 0,057 тыс. т (табл. 1).

В настоящее время промысел краба равношипового в Восточно-Сахалинской подзоне не осуществляется, поэтому с высокой долей вероятности ожидается, что его промысловый запас к 2026 г. не изменится.

Таблица 1

Численность промысловых самцов равношипого краба, по данным 2018 г.

Плотность, экз./км ²	Площадь, тыс. км ²	Запас	
		млн экз.	тыс. т
0–20	0,045	0,001	0,002
20–40	0,148	0,004	0,007
40–60	0,128	0,006	0,010
60–80	0,104	0,007	0,012
80–100	0,088	0,008	0,014
100–120	0,039	0,004	0,007
>120	0,016	0,002	0,003
Всего:	0,567	0,033	0,057

Обоснование объёма ОДУ. Учитывая редкую сетку учётных станций, выполненных в 2018 г., а также отсутствие плотных промысловых скоплений для проведения специализированного промысла краба равношипого, целесообразно объем ОДУ равношипого краба в Восточно-Сахалинской подзоне на 2026 г. установить на уровне 2025 г. – только в объёме, необходимом для проведения НИР – 2,0 т (1,15 тыс. экз.).

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба равношипого в Восточно-Сахалинской подзоне на 2026 г. в объеме 0,002 тыс. т исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.**

Анализ и диагностика полученных результатов. Рекомендуемая величина ОДУ в объёме 2,0 т необходима исключительно для обеспечения научно-исследовательских работ. С учётом средних уловов, зарегистрированных в обозначенном районе, выделяемых объёмов для НИР будет достаточно для обеспечения более 50 станций учётной ловушечной съёмки. Результаты выполненных работ подтвердили наличие запасов краба равношипого в Восточно-Сахалинской подзоне, однако плотных поселений в исследованном районе краб не образовывал.

Краб равношипый (*Lithodes aequispinus*)

61.05 – зона Охотское море

61.52 – подрайон Центральная часть Охотского моря

Исполнитель: С.В. Клинушкин (МагаданНИРО)

Куратор: С.И. Моисеев (ВНИРО)

Информационное обеспечение прогноза. В 2024 г. научно-исследовательские работы по равношипому крабу и мониторинг его промышленного лова в подрайоне Центральная часть Охотского моря не проводились. Прогноз ОДУ краба равношипого на 2026 г. подготовлен на основе данных учётно-ловушечной съёмки, выполненной с 3 по 9 июня 2018 г. с борта НИС «Зодиак» объединённой научной группой МагаданНИРО, ТИНРО и ЦИ ВНИРО. Исследованиями была охвачена акватория от $54^{\circ}35'$ до $55^{\circ}38'$ с.ш., между $148^{\circ}54'$ и $149^{\circ}47'$ в.д., с глубинами от 304 до 570 м (рис. 1). В общей сложности, выполнено 20 учётных станций, проанализировано 2567 экз. равношипого краба. Расчётная площадь для оценки промыслового запаса краба равношипого составила 7 тыс. км².

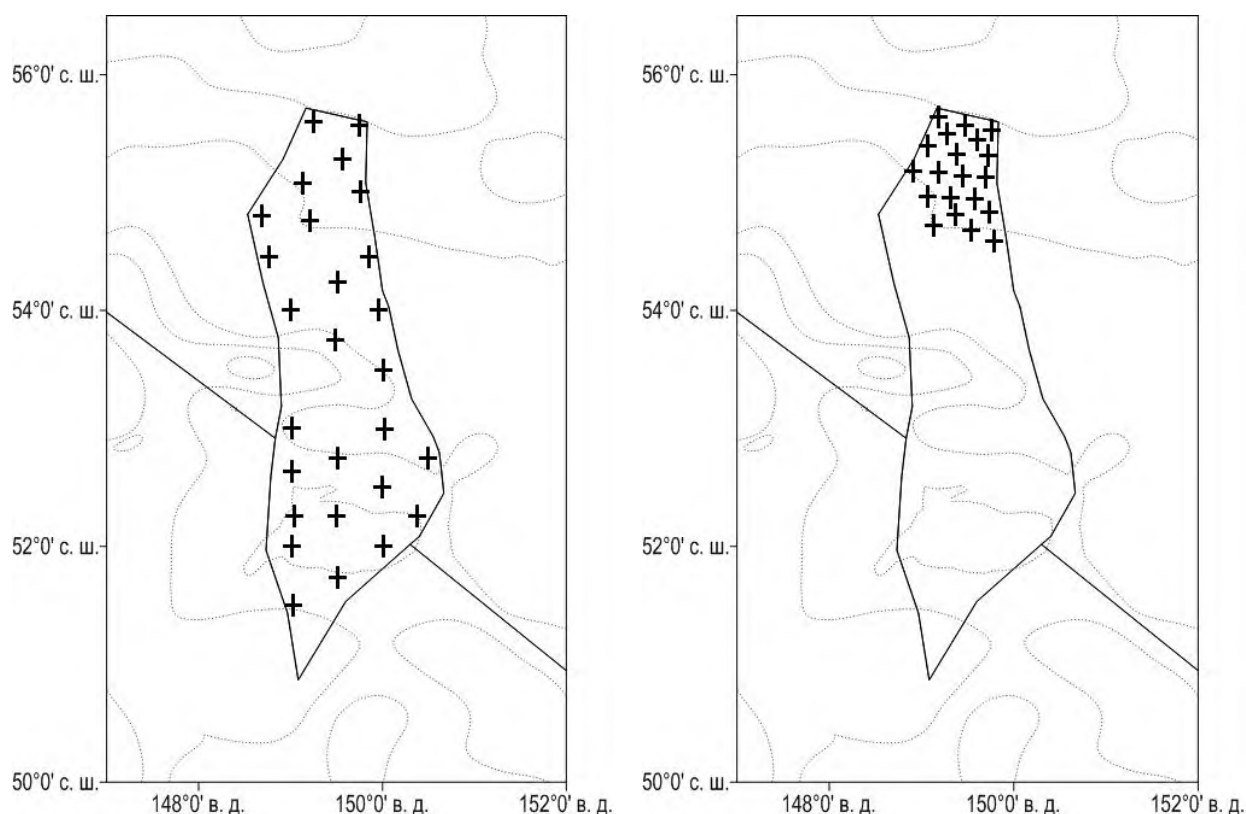


Рис. 1. Карта-схема станций, выполненных в подрайоне 61.52 Центральная часть Охотского моря с борта НИС «Зодиак» в 2015 (слева) и 2018 гг. (справа).

Кроме этого, использовались данные учётно-ловушечной съёмки 2015 г. на НИС «Зодиак», выполненной силами МагаданНИРО на акватории площадью 42,6 тыс. км² от $51^{\circ}30'$ до $55^{\circ}36'$ с.ш., между $148^{\circ}41'$ и $150^{\circ}30'$ в.д. (27 учётных станций, 752 экз. крабов) (см. рис 1). Расчётная площадь

акватории, на которой регистрировались поселения равношипного краба, составила 10,1 тыс. км².

Информационное обеспечение прогноза соответствует III уровню, согласно Приложению 1 к Приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Расчёт запасов проводился методом сплайн-аппроксимации, алгоритм которого описан Д.А. Столяренко [Stolyarenko, 1986, 1987], с помощью программы «КартМастер v. 4.1» [Поляков, ВНИРО, 2003-2008]. В расчётах применялся средний показатель влияния глубины – 500, параметр сглаживания – 0,032. Эффективная площадь облова конусовидной ловушки была принята равной 3300 м² [Михайлов и др., 2003; Мельник и др., 2014]. Самцы, инвазированные корнеголовым ракообразным *Briarosaccus callosus* [Boschma, 1930], из расчётов исключались.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Промышленный лов равношипного краба в подрайоне 61.52 Центральная часть Охотского моря до 2017 г. не вёлся. Акватория срединной части Охотского моря до 2014 г. не принадлежала Российской Федерации, в связи с чем, выполнять исследования водных биологических ресурсов в этом районе не было оснований. Однако, решением 33 сессии Комиссии ООН по границам континентального шельфа от 15.03.2014 г., анклав срединной части Охотского моря был признан частью российского континентального шельфа. Таким образом, на данную часть Охотского моря, в настоящее время, распространяются все юридические нормы Российской Федерации в области рыболовства и морских научных исследований, что позволило в 2015 г. провести комплекс работ по оценке запасов промысловых видов крабов, в том числе, и равношипного краба [Метелёв и др., 2017].

При выполнении учётно-ловушечной съёмки в 2015 г. равношипный краб встречался на восьми станциях (29,6%) в северной части исследованного района, на глубинах от 297 до 650 м. Площадь акватории, на которой обнаружены поселения равношипного краба, составила 10,1 тыс. км². Максимальные уловы крабов регистрировались на глубине 389 м и достигали 16,9 экз. на коническую ловушку. Максимальные уловы самцов достигали 2,7 экз./лов. (при среднем значении – 1,7 экз./лов.), промысловых самцов – 1,8 экз./лов. (при среднем значении – 1,1 экз./лов.), которые отмечались на глубинах от 388 до 510 м. В целом, наибольшие плотности скоплений промысловых самцов отмечены в северо-западной части обследованного участка.

Размерная структура самцов равношипного краба на исследованной акватории характеризовалась наличием в уловах высокой доли крупноразмерных особей. Ширина карапакса самцов колебалась от 40,5 до 197,0 мм, средний размер – 138,6±1,6 мм. В уловах преобладали самцы от 145 до 149 мм (рис. 2, табл. 1). Средняя ширина карапакса промысловых самцов составила 152,8±1,3 мм, средняя масса – 1789±45 г. Доля самцов более промысловой меры (130 мм по ширине карапакса) немногим превышала 67%.

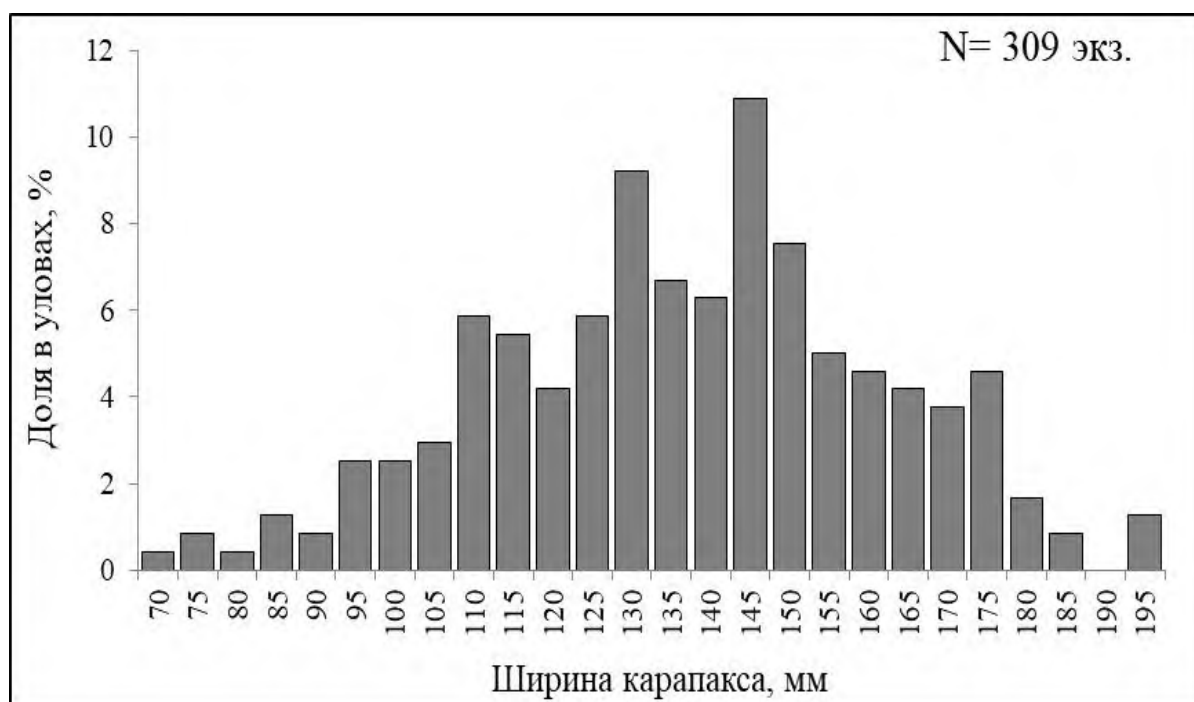


Рис. 2. Вариационный ряд ширины карапакса самцов краба равношипого по данным учётно-ловушечной съёмки 2015 г.

Таблица 1

Биологические показатели краба равношипого
в подрайоне Центральная часть Охотского моря в 2015 и 2018 гг.

Годы	Средняя ширина карапакса ± ошибка, мм		Средняя масса промысловых самцов, ± ошибка, г	Доля промысловых самцов, %	Доля самок , %	Доля особей с инвазией, %	N, экз.
	самцов	промысловых самцов					
2015	138,6±1,6	152,8±1,3	1789±45	67	59	19,4	752
2018	121,9±0,7	148,2±0,7	1530±35	33	60	19,8	2567

Учётно-ловушечная съёмка 2018 г. выполнялась исключительно в северной части подрайона, где ранее отмечались поимки равношипого краба, это позволило существенно сократить расстояние между учётными станциями и уточнить сведения о плотности поселений краба, формирующихся в этом районе.

Краб встречался на всех 20 станциях съёмки, в диапазоне глубин от 304 до 570 м. Уловы промысловых самцов варьировали от 0,2 до 1,7 экз./лов., составляя в среднем 0,8 экз./лов. Плотность скоплений самцов промыслового размера в среднем составляла 259 экз./км². Молодь и непромысловые самцы присутствовали в ловушках в значительном количестве. Уловы непромысловых самцов изменялись от 0,1 до 6,3 экз./лов., со средними значениями – 1,8 экз./лов. Средняя плотность поселений непромысловых самцов составила 545 экз./км². Уловы самок достигали 14,4 экз./лов., при среднем – 4,0 экз./лов., образуя скопления со средней плотностью 1212 экз./км². Наиболее плотные уловы самок и непромысловых самцов повторяли распределение друг друга. Пик их наибольших уловов был приурочен к

глубинам 451-500 м. Агрегации промысловых самцов находились несколько обособленно, их наибольшие уловы отмечались на глубине 351-400 м.

Размерный состав ловушечных уловов самцов равношипого краба варьировал от 70,0 мм до 191,5 мм, составляя в среднем $121,9 \pm 0,7$ мм по ширине карапакса (рис. 3). Доля самцов в уловах достигала 39,8%. Основу улова самцов равношипого краба формировали особи размером 100-104 мм по ширине карапакса. Доля промысловых особей составила 32,5%, их средний размер достигал $148,2 \pm 0,7$ мм (см. табл. 1).

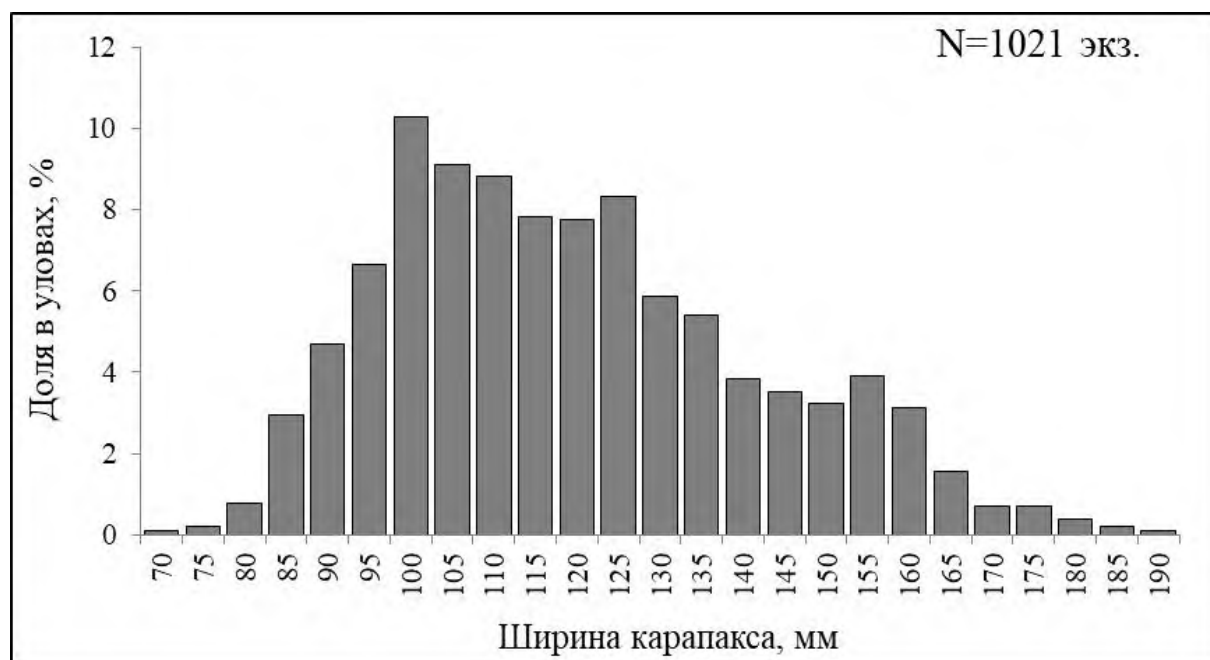


Рис. 3. Вариационный ряд самцов краба равношипого по данным учётно-ловушечной съёмки 2018 г.

После проведения Росрыболовством аукциона на добычу ресурса, промышленный лов краба начался со второй половины 2017 г. В промысел включилось 5 средних судов. Вылов краба в этот год был невысоким, составляя в среднем 1,3 т в сутки. Наиболее высокие уловы краба регистрировались в период с третьей декады сентября по октябрь, достигая 3,3 т в сутки.

В 2018 г. добыча крабов началась с апреля. В начале промысла регистрировались максимальные уловы, которые достигали величины 3,9 т/сутки, в среднем уловы в апреле составляли 2,3 т/сутки. В последующие месяцы уловы снизились, максимальный суточный вылов не превышал величины в 2,7 т/сутки. В среднем, уловы в 2018 г. находились на уровне предшествующего года – 1,3 т/сутки (табл. 2).

В 2019 г. основной промысел краба выполнялся в первой половине года. Обстановка на промысла краба была более благополучной: уловы в январе–феврале в среднем составляли около 2,5 т в сутки на одно судно, после этого немного снизились, но, в целом, всё равно были немного выше значений двух предыдущих лет.

Таблица 2

Среднесуточный улов (т) судов на промысле краба равношипого
в центральной части Охотского моря в 2017-2024 гг.

Месяцы	Годы							
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Январь	–	–	2,49	–	–	5,40	–	–
Февраль	–	–	2,58	–	–	4,93	–	–
Март	–	–	–	1,22	–	–	2,87	–
Апрель	–	2,23	1,96	1,69	2,20	2,69	2,01	0,50
Май	–	1,29	1,19	2,06	1,24	1,73	–	0,27
Июнь	–	1,19	1,32	2,01	1,05	1,35	2,73	–
Июль	–	0,75	1,15	–	–	1,24	1,35	–
Август	0,08	0,75	2,28	1,67	–	–	–	2,50
Сентябрь	0,95	1,01	–	–	–	–	–	–
Октябрь	1,49	1,34	–	–	–	–	–	–
Ноябрь	1,48	–	2,59	–	–	–	–	–
Декабрь	0,31	–	0,60	–	–	–	–	–
Среднее	1,28	1,29	1,74	1,74	1,67	2,66	2,04	1,96

В 2020 г. суда работали в первой половине года. В начале промысла среднесуточный улов был минимальным – 1,22 т, но в последующие месяцы он вырос и находился в относительно узком интервале – от 1,67 до 2,06 т.

В 2021 г. промысел сместился на весенне-летний период (апрель–июнь). Наибольшие среднесуточные уловы судов фиксировались в апреле – 2,2 т. К июню уловы постепенно снизились до 1 т.

В 2022 г. наиболее результативный промысел велся в январе-феврале, среднесуточные уловы были выше в два раза (на уровне 5,0 т), по сравнению с аналогичным периодом в прошлые годы. От апреля к июлю уловы постепенно снижались от 2,7 до 1,2 т.

В 2023 г. промысел велся весной (март–апрель) и летом (июнь–июль). По месяцам уловы судов варьировали от 1,35 до 2,87 т/сутки.

В 2024 г. промысел проводился в апреле, мае и августе. В весенний период среднесуточный вылов был невысоким (0,27-0,50 т). В августе уловы выросли до 2,50 т. В целом, по сравнению с 2023 г., наблюдается снижение среднесуточного вылова, однако, если сравнивать весь период наблюдений, то уловы находятся выше среднемноголетнего уровня.

По данным ФГБУ «ЦСМС», степень освоения запасов равношипого краба в центральной части Охотского моря в 2017-2023 гг. находилась на высоком уровне и в разные годы варьировала от 70,6 до 99,9% от выделенных объемов. В 2024 г. освоение ОДУ было неполным, по данным ССД вылов равношипого краба составил 100 т, что составляет 50,5% общего допустимого улова (рис. 4). Такое резкое снижение вылова равношипого краба произошло вследствие перераспределения ранее выделенных долей квот и отсутствия их оперативной реализации новым пользователем.

Согласно действующим «Правилам рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна», утверждённым Приказом Минсельхоза России от 06.05.2022 г. № 285, для равношипого краба в зонах Северо-

Курильская и Южно-Курильская установлен промысловый размер – не менее 150 мм по ширине карапакса, для прочих районов – 130 мм. Таким образом, для подрайона Центральная часть Охотского моря промысловый размер составляет 130 мм.

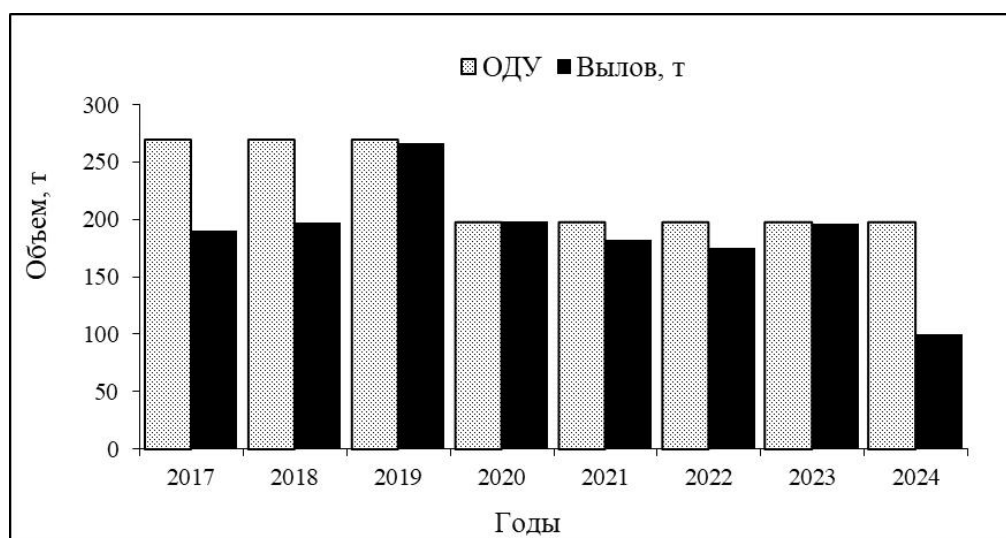


Рис. 4. Динамика освоения ОДУ краба равношипого в центральной части Охотского моря.

В целях сохранения и рационального использования запасов равношипого краба, Приказом Минсельхоза России от 28.03.2023 г. № 311 введены его минимальные объёмы добычи (вылова) в сутки на одно судно. Для центральной части Охотского моря указанный объём составляет 0,59 т. Дополнительные ограничений рыболовства равношипого краба в настоящее время не требуется.

Обоснование правила регулирования промысла (ПРП). Для обоснования Правила регулирования промысла данной единицы запаса, допустимо использовать подход, изложенный в Приказе ФГБНУ «ВНИРО» от 10.04.2023 г. № 81 «Об утверждении Правил регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов», согласно которым, статус запаса краба равношипого в центральной части Охотского моря обозначается как «неопределенный». При этом установить граничные и целевые ориентиры невозможно. Промысловый запас равношипого краба (FSB – Fishing Stock Biomass) по данным учётно-ловушечной съёмки 2015 г. оценен в 5,392 тыс. т и принят равным целевому ориентиру (FSB_{tr}), а коэффициент эксплуатации запаса установлен на уровне 5%. Такой коэффициент использовался в последние годы для ближайшей единицы запаса краба равношипого в Северо-Охотоморской подзоне.

При организации промышленного лова на разведанных запасах равношипого краба и получении данных о стабильности промыслового запаса, планируется увеличить долю изъятия до 10%. Это правило относится к традиционному подходу при регулировании промысла и обосновании ПРП [Бабаян, 2000]. При дальнейшем развитии промысла, и получении необходимого и достаточного информационного обеспечения, планируется перейти к новым ПРП.

Оценка состояния и прогноз промыслового запаса. В 2015 г. учётными работами была охвачена акватория площадью 42,6 тыс. км² в центральной части Охотского моря. Площадь морского дна, на которой регистрировались поселения равношипого краба, составила 10,1 тыс. км². Численность самцов промыслового размера, по данным 2015 г., составила 3,014 млн экз., биомасса – 5,392 тыс. т (при средней массе промыслового краба – 1,789 кг).

Учётно-ловушечной съёмкой 2018 г. была более детально обследована акватория с поселениями равношипого краба в северной части района. Численность самцов промыслового размера на исследованной акватории составила 1,825 млн экз., что, при средней массе промыслового краба 1,53 кг, соответствует 2,792 тыс. т (табл. 3).

Таблица 3

Результаты расчёта запаса промысловых самцов краба равношипого по данным 2018 г.

Плотность, экз./км ²	Площадь, тыс. км ²	Запас	
		млн экз.	тыс. т
0–50	0,22	0,008	0,012
50–100	0,27	0,019	0,029
100–150	0,18	0,022	0,034
150–200	0,71	0,132	0,202
200–250	1,91	0,434	0,664
250–300	1,92	0,521	0,797
300–350	0,72	0,23	0,352
350–400	0,46	0,173	0,265
400–450	0,42	0,177	0,271
>450	0,24	0,109	0,167
Всего:	7,04	1,825	2,792

Учитывая то, что краб формирует промысловые скопления в районе на площади около 10,1 тыс. км² (съёмка 2015 г.), а работами 2018 г. была обследована акватория площадью 7,04 тыс. км², недоучтённая численность самцов промыслового размера (при средней её плотности 249 экз./км²) составила 0,762 млн экз., биомасса – 1,166 тыс. т. Общая численность промысловых самцов оценивается величиной в 2,587 млн экз., а биомасса – 3,958 тыс. т.

Установлено, что промысловые самцы равношипого краба в пределах североохотоморского района совершают разнонаправленные миграции, при этом, массовых и односторонних перемещений у него не выявлено [Метелёв, 2010, 2012; Мельник и др., 2014]. Наиболее активные перемещения связаны с нагульными миграциями самцов, при отсутствии сезонности в линочных процессах, нагульные миграции крабы совершают постепенно, по мере протекания линочных процессов. Пространственное распределение краба на материковом склоне в центральной части моря непрерывное, промысловые самцы в процессе миграций образуют сплошной пояс скоплений. Благодаря глубокому вклиниванию северных акваторий подрайона в северную часть Охотского моря, часть популяции краба равношипого мигрирует из Северо-Охотоморской подзоны в северные акватории подрайона Центральной части Охотского моря. Таким образом,

существует определённый баланс численности крабов, которые мигрируют в подрайон из прилегающих акваторий, и убывающих из него.

На основе данных статистики промысла в районе добычи равношипного краба, рассчитан индикатор состояния запаса: улов за сутки промысла одним судном (табл. 4). Был применен метод равных диапазонов для периода с 2017 по 2023 гг. Статистический ряд наблюдений имеет значительную вариабельность по объёму информации и непродолжительный ряд наблюдений, поэтому оценка современного состояния запаса равношипного краба носит приближенный характер. По данным 2024 г. индикатор показывает стабильное состояние запаса.

Таблица 4

Индикаторы состояния запаса равношипного краба
в подрайоне Центральная часть Охотского моря

Индикатор состояния запаса	Нейтральная зона индикаторов (желтая)	Среднее многолетнее значение индикатора	Уровень индикатора в 2024 г.	Цвет индикатора
Среднесуточный вылов флота, тонн/сутки/судно	1,74-2,20	1,77	1,96	желтый

Обоснование объёма ОДУ. Учётно-ловушечная съёмка 2018 г. позволила уточнить величину промыслового запаса краба в исследованном районе, при этом, величина оцененного запаса снизилась относительно целевого ориентира по биомассе (FSB_{tr}), который был установлен по данным 2015 г. Промышленный лов краба осуществляется на протяжении семи лет, и данные о его состоянии пока не позволяют говорить о его стабильности, так как в 2017 и 2018 гг. освоение ОДУ составило около 70%. Также, за последние пять лет (2019-2024 гг.) отсутствовали учетные съёмки и мониторинг промышленного лова. В 2024 г. освоение ОДУ составило 50%. В этой связи, предлагается сохранить 5% (198 т) изъятия от рассчитанного промыслового запаса.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба равношипного в подрайоне Центральная часть Охотского моря на 2026 г. в объёме 0,198 тыс. т.**

Анализ и диагностика полученных результатов. Промысловый запас краба равношипного в настоящее время считается неопределённым. Максимальный коэффициент изъятия из промыслового запаса равношипного краба можно установить на уровне 10%, который традиционно использовался для промысловых видов крабов, однако, с учётом статуса запаса, предлагается установить уровень изъятия в 5%.

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.
- Артеменков Д.В., Клинушкин С.В., Харитонов А.В., Сологуб Д.О. Особенности роста синего краба *Paralithodes platypus* в северной части Охотского моря // Онтогенез. 2022. Т. 53. № 5. С. 358-374.
- 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., Бобырев А.Е., Булгакова Т.И., Васильев Д.А., Ильин О.И., Ковалев Ю.А., Михайлов А.И., Михеев А.А., Петухова Н.Г., Четыркин А.А., Шереметьев А.Д. 2018. Методические рекомендации, по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов. М.: ВНИРО. 294 с.
- Баканев С.В. 2019. Стандартизация производительности промысла камчатского краба в российских водах Баренцева моря в 2010–2018 гг. с помощью обобщенной линейной модели // Вопросы рыболовства. Т. 20. № 3. С. 363-373.
- Бизиков В.А., Поляков А.В. 2004. Географическая информационная система «КартМастер» новые возможности и перспективы для рыбохозяйственных исследований // В сб.: Математическое моделирование и информационные технологии в исследованиях биоресурсов мирового океана // ТИНРО-Центр. 4 с.
- Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. 2006. Новая географическая информационная система «КартМастер» для обработки данных биоресурсных съемок // VII Всерос. конф. по промысл. беспозвоночным (памяти Б.Г. Иванова): Тез. докл. М.: ВНИРО. С. 18-24.
- Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. 2007. Географическая информационная система «Картмастер» // Рыбное хозяйство. №1. С. 96-99.
- Борисовец Е.Э., Надточий В.А. 2003. Диаграммы Вороного - как один из методов оценки состояния ресурсов // Тез. докл. междунар. семинара, 19-21 марта 2003 г., г. Мурманск // Роль климата и промысла в изменении структуры зообентоса шельфа (камчатский краб, исландский гребешок, северная креветка и др.). Мурманск: ММБИ КНЦ РАН. С.17-18.
- Букин С.Д., Мясоедов В.И., Низяев С.И., Слизкин А.Г., Терехов С.П., Галимзянов К.Г., Кочнев Ю.Р. 1988. Динамика пространственного распределения и некоторые особенности биологии синего краба северной части Тихого океана // Морские промысловые беспозвоночные. М.: ВНИРО. С. 4-16.
- Буяновский А.И. 2012. Прогноз потенциального вылова прибрежных беспозвоночных при затруднении с оценкой запаса. Методические рекомендации. / М.: ВНИРО. 222 с.

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

Васильев А.Г. 2004. Программа для ЭВМ «Е1 Мара» как средство расчета запасов гидробионтов и построения карт распределения // Труды МагаданНИРО. Вып.2. С.430-434.

Виноградов Л.Г. Годичный цикл жизни и миграции краба в северной части западнокамчатского шельфа // Труды ТИНРО. 1945. Т. 19. С. 3–54.

Виноградов Л.Г. Об охране запасов камчатского краба // Рыбное хозяйство. 1957. № 3. С. 49-51.

Виноградов Л.Г. О механизме воспроизводства запасов камчатского краба (*Paralithodes camtschatica*) в Охотском море у западного побережья Камчатки // Труды ВНИРО. 1969. Т. 65. С. 337-344.

Галанин Д.А. и др. 2010. Ресурсы колючего краба в районе южных Курильских островов // Труды СахНИРО. Т. 11. С. 3-24.

Галкин Ю.И. 1959. О причинах сокращения численности камчатского краба у западного побережья Камчатки // Рыбное хозяйство. №4. С. 9-12.

Галкин Ю.И. 1963. О продолжительности межлиночного периода у камчатского краба // Зоологический журнал. Т. 42. Вып. 5. С. 763-766.

Иванов П.Ю. 2016. Определение фактического вылова камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* у Западной Камчатки в свете нового подхода к оценке состояния его запаса и обоснования ОДУ // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Сб. науч. тр. КамчатНИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 43. С. 41-49.

Ильин О.И., Иванов П.Ю. 2015. Об одном модельном подходе к оценке состояния запасов камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* западнокамчатского шельфа // Известия ТИНРО. Т. 182. С. 38-47.

Камчатский краб – 2006. Путинный прогноз. Владивосток: ТИНРО-Центр. 2006. С. 29.

Клитин А.К., Абрамова Е.В., Чумаков Д.Е. 2010. О функциональной структуре популяции колючего краба у южных Курильских островов // Труды СахНИРО. Т. 11. С. 25-38.

Крабы–2014 (путинный прогноз). Владивосток: ТИНРО-Центр. 2014. 121 с.

Крабы–2015 (путинный прогноз). Владивосток: ТИНРО-Центр. 2015. 120 с.

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

Лаврентьев М.М. 1963. О состоянии запасов камчатского краба у западного побережья Камчатки // Рыбное хозяйство. №7. С. 52–56.

Левин В.С. 2001. Камчатский краб *Paralithodes camtschaticus*. Биология, промысел, воспроизводство. СПб.: Ижица. 198 с.: 40 ил.

Лысенко В.Н. 2001а. Особенности биологии самок синего краба *Paralithodes platypus* в северо-восточной части Охотского моря // Известия ТИНРО. Т. 128. № 1-2. С. 523-532.

Лысенко В.Н. 2001б. Особенности биологии самцов синего краба *Paralithodes platypus* в северо-восточной части Охотского моря // Биология моря. Т. 27. № 3. С. 173-178.

Лысенко В.Н. 2001в. 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.

Максименко В.П. 2003. Оценка запасов и ОДУ камчатского краба западнокамчатского шельфа методом когортного анализа с учетом вероятностей его линьки. Отчет о научно-исследовательской работе. КамчатНИРО. 18 с.

Максименко В.П., Лысенко В.Н. 2002. Оценка промыслового запаса и возможного вылова синего краба северо-восточной части Охотского моря методом виртуально-популяционного анализа // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 6. С. 131-134.

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. 2007. Структура прилова при промысле синего краба (*Paralithodes platypus*, Brandt) в северо-восточной части Охотского моря в 2006 г. // Тезисы докладов Всероссийской Конференции «Чтения памяти академика К.В. Симакова». (Магадан, 27-29 ноября 2007 г.). С. 165-166.

Метелёв Е.А. 2010. Мечение равношипного краба *Lithodes aequispinus* (Benedict) в северной части Охотского моря: первые результаты // Вопросы рыболовства. Т. 11. №2(42). С. 225-231.

Метелёв Е.А. 2012. Новые данные о миграциях равношипного краба в северной части Охотского моря // Отчётная сессия ФГУП «МагаданНИРО» по результатам научных исследований 2011 г.: материалы докладов; Магадан: МагаданНИРО. С. 63-66.

Метелёв Е.А. 2021. Равношипный краб (*Lithodes aequispinus*) северной части Охотского моря. Дисс. ... канд. биол. наук. М.: ВНИРО. 209 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.

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.

Михайлов А.И., Овсянников В.П. 1984. Запасы равношипного краба Охотского моря // Рыбное хозяйство. №11. С. 24-25.

Низяев С.А. 1992. Распределение и численность глубоководных крабов Охотского моря // Промыслово-биологические исследования морских беспозвоночных. Сб. науч. тр. – М.: ВНИРО. С. 26-37.

Михеев А.А. 2011. Метод полигонов и обобщенная модель Лесли с фильтром Калмана (ОМЛ ФК) // Отчёт НИР, СахНИРО. Арх. № 11473, 46 с.

Михеев А.А., Михеев Ф.А. 2007. Новая версия компьютерной программы для обобщенной модели Лесли с фильтром Калмана. Тез. докл. семинара «Математическое моделирование и информационные технологии в исследованиях биоресурсов Мирового океана», 1-3 окт. 2007, ТИНРО-Центр, Владивосток. Владивосток: Изд-во ТИНРО. С. 17-18.

Михеев А.А. и др. 2012. Оценка запасов беспозвоночных в сахалино-курильском районе на основе анализа временных рядов уловов с применением фильтра Калмана // Известия ТИНРО. Т. 168. С. 99-120.

Морошкин К.В. 1966. Водные массы Охотского моря. М: Наука. 68 с.

Мясоедов В.И. 1986. Определение коэффициента уловистости трала для камчатского краба с помощью подводного аппарата «ТИНРО-2» // IV Всесоюзная конференция по промысловым беспозвоночным. Тезисы докладов. Севастополь, апрель 1986 г. Часть I. М.: ВНИРО. С. 72-73.

Мясоедов В.И. 1987. Динамика размерной структуры камчатского краба на шельфе Западной Камчатки // Тезисы докладов научно-практической конференции «Биологические ресурсы камчатского шельфа, их рациональное использование и охрана», г. Петропавловск-Камчатский, 15-16 октября 1987 г. С. 84-85.

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.

Препарата Ф., Шеймос М. 1989 Вычислительная геометрия. // М.: Мир. 478 с.

Радченко Я.Г., Васильев А.Г. 2001. Программа для ЭВМ «Оценка запасов и распределение донных промысловых беспозвоночных – El Мара» / Авт. св. №2001610997 от 09.08.2001 г.

Родин В.Е. 1969. Особенности распределения скоплений камчатского краба у западного побережья Камчатки // Труды ВНИРО. Т. 65. С. 243–254.

Родин В.Е. 1970. Новые данные о равношипом крабе // Рыбное хозяйство. №6. С. 84-89.

Родин В.Е. 1985. Пространственная и функциональная структура популяций камчатского краба // Известия ТИНРО. Т. 100. С. 85-97.

Родин В.Е., Слизкин А.Г., Мясоедов В.И., Барсуков В.Н., Мирошников В.В., Згуровский К.А., Канарская О.А., Федосеев В.Я. 1979. Руководство по изучению десятиногих ракообразных дальневосточных морей. // Владивосток: ТИНРО, 59 с.

Столяренко Д.А., Иванов Б.Г. 1987. Оценка запасов креветок по результатам траловой съемки. Методические рекомендации//ВНИРО. 35 с.

Столяренко Д.А., Иванов Б.Г., 1988. Метод сплайн-аппроксимации плотности запаса применительно к многовидовым съемкам // Сырьевые

ресурсы и биологические основы рационального использования промысловых беспозвоночных. Тезисы докл. Всес. совещ. 22–24 ноября 1988 г., г. Владивосток. Владивосток: ТИНРО. С. 10-11.

Столяренко Д.А., Иванов Б.Г. 1988. Метод сплайн-аппроксимации плотности для оценки запасов по результатам траловых съемок на примере креветки *Pandalus borealis* у Шпицбергена// Морские промысловые беспозвоночные. М.: ВНИРО. С. 45-70.

Федотов П.А., Черниенко И.С. 2022. Динамика численности синего краба (*Paralithodes platypus* Brandt, 1849) в северо-западной части Берингова моря // Izv. Tihookean. naučno-issled. rybohoz. centra. Т. 202. № 2. С. 332-342.

Характеристика состояния запасов основных объектов дальневосточного бассейна в 1996 году и прогноз возможных уловов на 1998 г. – Владивосток: ТИНРО-Центр. 1997. 406 с.

Шагинян Э.Р. 2021. Некоторые вопросы экологии и биологии равношипного краба (*Lithodes aequispinus*, Benedict, 1895) в восточной части Охотского моря // Исслед. Водн. Биол. Ресурсов Камчатки и сев.-зап. Части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИИ рыб. Хоз-ва и океанографии. Вып. 61. С.46-55.

Шершенкова С.А., Чернявский В.И. 2006. Гидрологический режим акватории // Ландшафты, климат и природные ресурсы Тауйской губы Охотского моря. Владивосток: С. 173-190.

Шитиков В.К., Розенберг Г.С. 2013. Рандомизация и бутстреп: статистический анализ в биологии и экологии с использованием R. Тольятти: «Кассандра». 289 с.

Чекунова В.И. 1969. Границы миграционных районов камчатского краба у западного побережья Камчатки // Труды ВНИРО. Т. XLV. С. 345-352.

Черниенко И.С. 2016. Моделирование динамики запаса колючего краба *Paralithodes brevipes* южных Курильских островов конечно-разностной моделью с запаздыванием // Известия ТИНРО. Т. 185. С. 102-111.

Черниенко И.С. 2021. Стандартизация производительности промысла краба-стригуна опилио западной части Берингова моря с использованием аддитивных линейных моделей // Известия ТИНРО. Т. 201. № 2. С. 359-370.

Benedict J.E. 1895. Scientific results of exploration by the U.S. Fish Commission steamer «Albatross». No. XXXI. Descriptions of new genera and species of crabs of the family Lithodidae, with notes on the young of *Lithodes camtschaticus* and *Lithodes brevipes*. Proc. U.S. Nat. Mus. 17 (1016). P. 479-488.

Boschma H. 1930. *Briarosaccus callosus* a new genus and new species of a rhizocephalan parasite of *Lithodes agassizii*. Proceedings of the United States National Museum 76: 1-8.

Bucy R.S., Joseph P. 1968. Filtering for Stochastic Processes with Application to Guidance. New York. Wiley Interscience Publishers.

Burnham K. P., Anderson D. R. 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. New York, NY: Springer 2. ed. 488 p.

Caddy J.F. 1998. A short review of precautionary reference points and some proposals for their use in data-poor situations. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) Fisheries Technical Paper 379.

Collie J.S., DeLong A.K., Kruse G. 2005. Three-Stage Catch-Survey Analysis Applied to Blue King Crabs. C. 683-714.

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.

Deriso R.B., Neal P.R., Quinn II T.J. 1985. Catch-age analysis with auxiliary information // Can. J. Fish. Aquat. Sci. V.42. P. 815-824.

Fox W.W. 1970. An exponential yield model for optimizing exploited fish populations // Trans. Am. Fish. Soc. V. 99. P. 80-88.

Geromont H.F., Butterworth D.S. 2015. Generic Management Procedures for Data-Poor Fisheries: Forecasting with Few Data. ICES Journal of Marine Science: Journal Du Conseil 72 (1). P. 251-261.

Grewal M.S., Andrews A.P. 1993. Kalman Filtering: Theory and Practice. New Jersey: Prentice-Hall. 380 p.

Gurrin L. et al. 2013. Practical Data Analysis with JAGS using R. Copenhagen. 165 c.

Hastie T., Tibshirani R. 1987. Generalized Additive Models: Some Applications, Journal of the American Statistical Association. V. 82. P 371-386.

Jorgensen B. 1997. The Theory of Dispersion Models. London ; New York: Chapman and Hall/CRC, 1st edition. 256 p.

Keckler D. 1994. Surfer for Windows: User's Guide/Golden Colorado: Golden Software Inc. 449 p.

Koeller P., Fuentes-Yaco C., Covey M., King M. 2011. The last traffic light on the Scotian Shelf: shrimp 2009-2010 / Research document (Canadian Science Advisory Secretariat). 2011/061. 84 p.

Meyer R., Millar R.B. 1998. Bayesian Stock Assessment using a State-Space Implementation of the Delay Difference Model // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. V. 56. P. 37-52.

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, 2004.

Müller A.C., Guido S. 2016. Introduction to machine learning with Python: a guide for data scientists. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc, 2016. 376 p.

Pope J.G., Shepherd J.G. 1985. A Comparison of the performance of various methods for tuning VPA's using effort data // J. Cons. Intern. Explor. Mer. V.42. P. 129-151.

Quinn T.J.I., Deriso R.B. 1999. Quantitative Fish Dynamics. New York; Oxford: Oxford University Press. 542 p.

R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing [Электронный ресурс]. 2018. URL: <https://www.R-project.org/>

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 // ICES, Doc.No.C.M. 1986, K: 25. 16 p.

Stolyarenko D.A. 1987. The spline approximation method and survey design using interaction with microcomputer: Spline Survey Designer Software System. Ibid., 1987. Doc. № K:29, 24 p.

Stolyarenko D.A., Ivanov B.G. 1987. The new approach to bottom trawl surveys with special reference to deep water shrimp (*Pandalus borealis*) off West Spitsbergen//ICES, Doc.No.C.M. 1987, K: 30. 36 p.

Särkkä S. 2013. Bayesian filtering and smoothing. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 232 p.

Vasilets P.M. 2015. FMS analyst — computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. 2015. DOI: 10.13140/RG.2.1.5186.0962.

Wackernagel H. 1995. Multivariate Geostatistics: an introduction with applications. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 255 p.

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.