

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 2025 год (с оценкой воздействия на окружающую среду).

Часть 3. Беспозвоночные животные и водоросли

Объемы ОДУ объектов исследования и прогнозирования «ХабаровскНИРО», тыс. т

Объект	Объемы вылова
	ОДУ
<i>Северо-Охотоморская подзона</i>	
Камчатский краб	0,890*
Синий краб	0,607*
Колючий краб	0,100*
<i>Подзона Приморье</i>	
Камчатский краб	0,005
Синий краб	0,005
Колючий краб	0,232
Краб-стригун опилио	6,210
Волосатый четырехугольный краб	0,440
Гребенчатая креветка	0,710
Северная креветка	3,756
Травяная креветка	0,002
Шримсы-медвежата	0,002
Трубачи	0,202
Морские гребешки	0,007
Корбикула	0,200
Кукумария	0,430
Серый морской еж	0,911

Краб камчатский - *Paralithodes camtschaticus*

61.05 - Зона Охотское море

61.05.1 - подзона Северо-Охотоморская

Исполнители: А.В. Харитонов («ХабаровскНИРО»), А.Д. Абаев («МагаданНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения. Для разработки прогноза состояния запаса и биологического обоснования ОДУ камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне на 2025 г. использованы промысловые данные, собранные в ходе мониторинговых работ в 2023 г., и биостатистические материалы ловушечной съемки, выполненной сотрудниками филиалов ФГБНУ «ВНИРО» («ХабаровскНИРО», совместно с «МагаданНИРО», и «ТИНРО») в Северо-Охотоморской подзоне в 2020 г. (рис. 1, 2, табл. 1). Для анализа промысловой обстановки, сезонной динамики уловов, пространственного распределения и биологии камчатского краба привлечены данные научно-поисковых и мониторинговых работ, а также данные промышленного лова за период 2004-2023 гг.

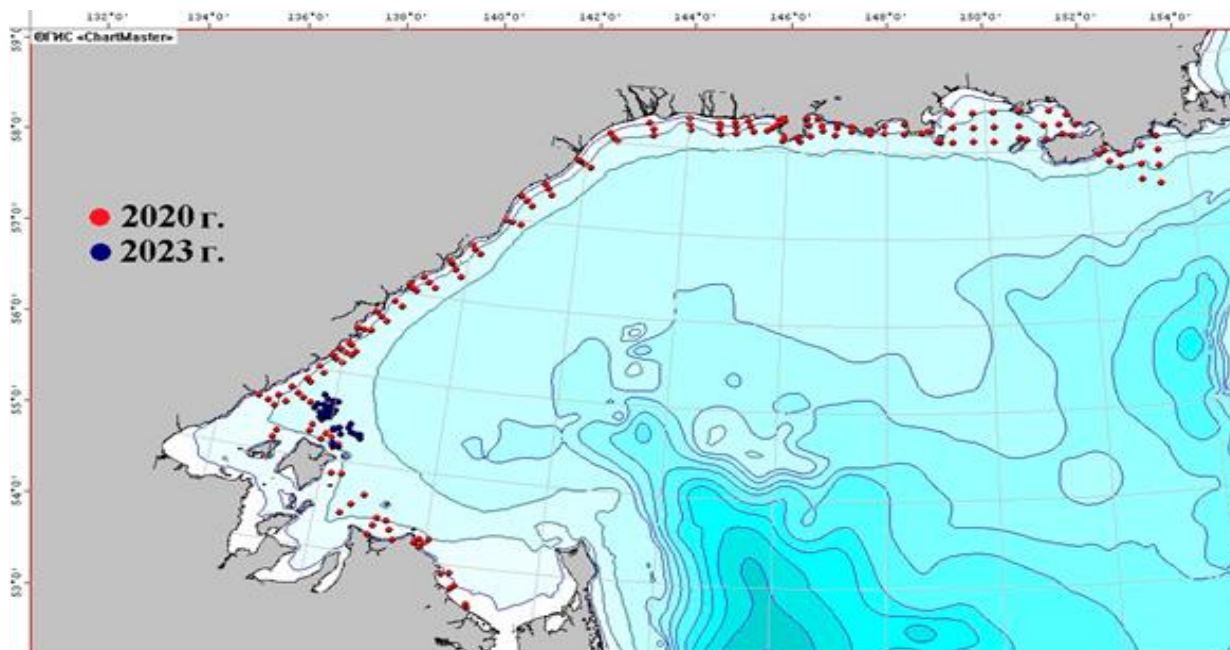


Рис. 1. Карта-схема ловушечных станций, выполненных в Северо-Охотоморской подзоне на НИС «Зодиак» в августе-октябре 2020 г.

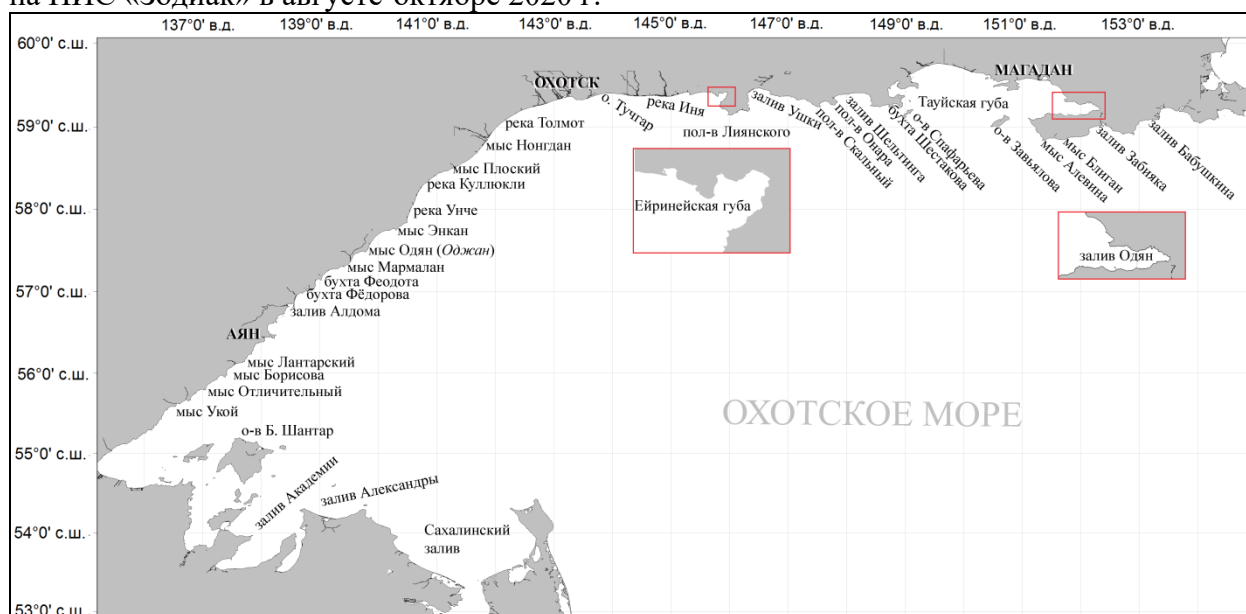


Рис. 2. Географические названия в районе проведения ловушечной съемки в 2020 г. в Северо-Охотоморской подзоне.

Таблица 1

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

Год	Район работ	Период работ	Количество станций, шт.	Расчетная площадь исследованных районов, тыс. км ²
«ХабаровскНИРО»				
2017	54°26'–55°21' с.ш., 137°03'–138°45' в.д.	июль	17	11,2
«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

Год	Район работ	Период работ	Количество станций, шт.	Расчетная площадь исследованных районов, тыс. км ²
«МагаданНИРО»				
2000–2012	57°12'–59°39' с.ш. 139°07'–153°30' в.д.	май–октябрь	2953	11,2*
2013	57°34'–59°40' с.ш. 140°08'–153°30' в.д.	сентябрь–декабрь	202	31,5
2017	58°43'–59°29' с.ш. 147°34'–153°29' в.д.	май–июнь	45	14,5
«МагаданНИРО» и «ХабаровскНИРО» (совместно с «ТИНРО»)				
2020	53°33'–59°16' с.ш. 136°37'–153°30' в.д.	август–октябрь	171	60,0
«ВНИРО»				
2023	55°09'–55°44' с.ш. 137°40'–138°34' в.д.	июль	45	2,6

* максимальная расчетная площадь, полученная в 2008 г.

Структура и качество доступного информационного обеспечения для данного запаса соответствуют III уровню (прил. 1 Приказа 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. В расчетах запасов крабов использовался метод сплайн-аппроксимации [Stolyarenko 1986, 1987; Столяренко, Иванов 1988] и компьютерная программа «КартМастер» 4.1 [Бизилов и др., 2007]. В расчетах применялся средний показатель влияния глубины – 500, параметр сглаживания - 0,032; площадь облова конусовидной ловушки была принята равной 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), 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. Статистическая обработка сделана в свободно распространяемой программе PAST 4.03.

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 2023 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 2023 г. в разные периоды лов вели 18 судов (табл. 2).

Среднесуточный вылов одного судна был высоким и изменялся по месяцам от 2,418 до 7,364 т, а в среднем составил 4,375 т, что соответствует уровню 2021-2022 гг. (табл. 3). Большая часть объема допустимого вылова (82,3%) в 2023 г. традиционно была освоена в летний период, до ежегодного запрета на промысел.

За последние 10 лет степень освоения ОДУ была весьма высокой и варьировала в пределах 90,0-95,0%. Согласно официальной статистике промысла объем ОДУ в этом районе осваивается практически полностью (рис. 3). Общий вылов камчатского краба в 2023 г. составил 837,11 т (94,1% от величины выделенного объема ОДУ).

Таблица 2

Вылов камчатского краба и количество судосуток лова по типу судна
в Северо-Охотоморской подзоне (данные ССД Росрыболовства)

№	Судно	Вылов т.	Судосуток лова
1	КРПС "ИРБИС"	21,555	4
2	РС "КРЕЧЕТ"	3,089	1
3	РС "ОСТРОВНОЙ-7"	41,07	9
4	РС "РАВАРА"	2,459	3
5	СДС "ЛОТОС-04"	35,698	5
6	СДС "СОЛВЕЙГА"	21,894	5
7	СДС "ТАЛАН"	43,757	16
8	СДС "ФОТОН"	69,224	12
9	СДСУ "АМАЗАР"	87,441	16
10	СДСУ "САРТАНГ"	88,85	12
11	СРТМ "АЙСБЕРГ"	51,992	12
12	СРТМ "АМУР"	45,837	4
13	СРТМ "АРКА-34"	65,926	7
14	СРТМ "АЯН"	44,168	12
15	СРТМ "ДУБНА"	49,566	19
16	СРТМ "ЕКАТЕРИНА"	62,734	15
17	СТР "АКВАРИУС"	21,006	11
18	СТС "КНЯЗЬ ВЛАДИМИР"	80,844	21
Итого		837,11	184

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
Средний	2,046	1,765	1,879	0,875	2,110	1,969	2,491	2,557		

* 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.

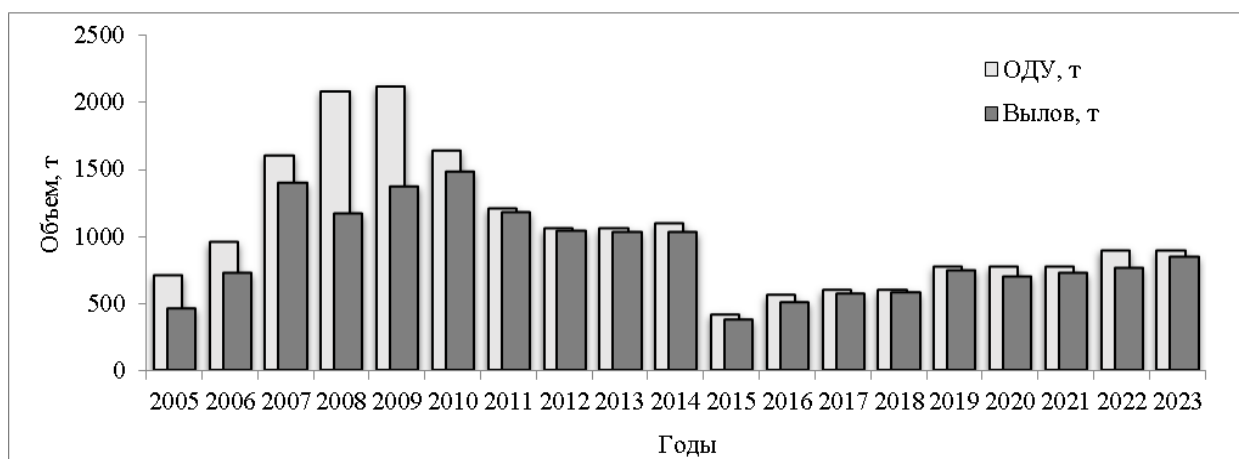


Рис. 3. Динамика освоения ОДУ камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне.

В период исследований 2020 г. уловы самцов камчатского краба в Притауйском районе и Тауйской губе (восточнее 147° в.д.) были ожидаемо низкими и не превышали 0,5 экз./лов., самок – 0,1 экз./лов. Несмотря на невысокие уловы, камчатский краб в уловах встречался на четверти всех ловушечных станций (24,4%).

Биологическая структура камчатского краба из уловов в Северо-Охотоморской подзоне (Притауйский район и Тауйская губа) относительно стабильна. Размеры самцов камчатского краба в уловах 2020 г. колебались от 93,0 до 192,0 мм по ширине карапакса. Средняя ШК промысловых самцов камчатского краба в 2020 г. равнялась 156,2±3,5 мм, средняя масса – 1,94±0,15 кг (табл. 4). Доля промысловых самцов достигала 68,2%.

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±3,4	149,4±2,9	1638±66	48,6	9,8	41
2001	126,3±1,3	149,1±1,6	1628±48	30,7	30,2	341
2002	133,9±0,6	148,7±0,4	1617±26	59,6	18,1	1683
2005	135,7±1,8	149,8±1,4	1650±47	63,2	3,7	161
2008	125,5±1,9	138,1±1,3	1324±27	44,2	13,3	60
2009	126,4±2,5	143,8±1,7	1477±54	43,8	17,9	78
2011	137,8±0,8	152,8±0,6	1739±32	66,1	10,4	966
2013	123,6±1,1	154,9±1,4	1800±41	29,5	26,0	673
2017	129,9±1,0	145,2±1,1	1510±45	46,6	4,7	403
2020	143,1±3,9	156,2±3,5	1942±150	68,2	2,2	45

В 2023 г. работы проводили на участке севернее от о-ва Б. Шантар на глубинах от 53 до 92 м. (рис. 4). Плотность промысловых самцов на обследованном участке была относительно высокой и в среднем составляла 1832 экз./км²., непромысловых самцов – 1277 экз./км²., самок - 67 экз./км².

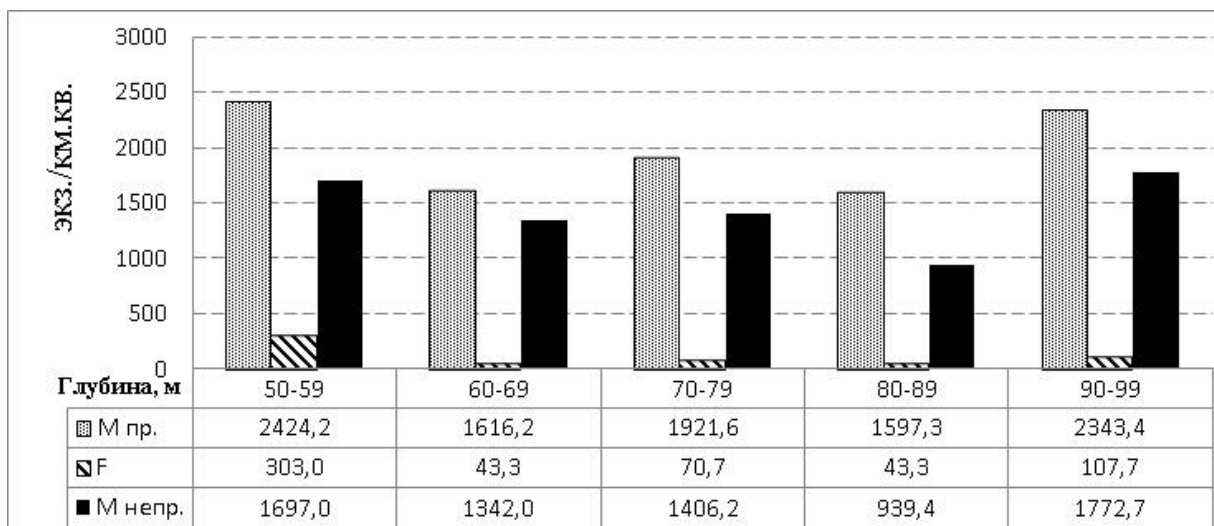


Рис. 4. Батиметрическое распределение камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне западнее 147° в.д., участок севернее о. Бол. Шантар в июле 2023 г.

В уловах камчатского краба преобладали самцы промыслового размера, составлявшие 57,7% улова, доля самцов непромыслового размера – 40,2%, самок – 2,1% соответственно.

Основу уловов самцов камчатского краба, около 77,7%, составляли особи с шириной карапакса 110-159 мм (min = 73 мм, max = 187 мм, $\sigma \bar{x} = 0,496$). Средний размер карапакса самцов составлял 134,6 мм, Средний размер промысловых самцов – 148,3 мм. В уловах самок 97,0% особей было с шириной карапакса 70-99 мм. Средний размер карапакса самок составлял 89,6 мм (min = 70 мм, max = 101 мм) (рис. 5).

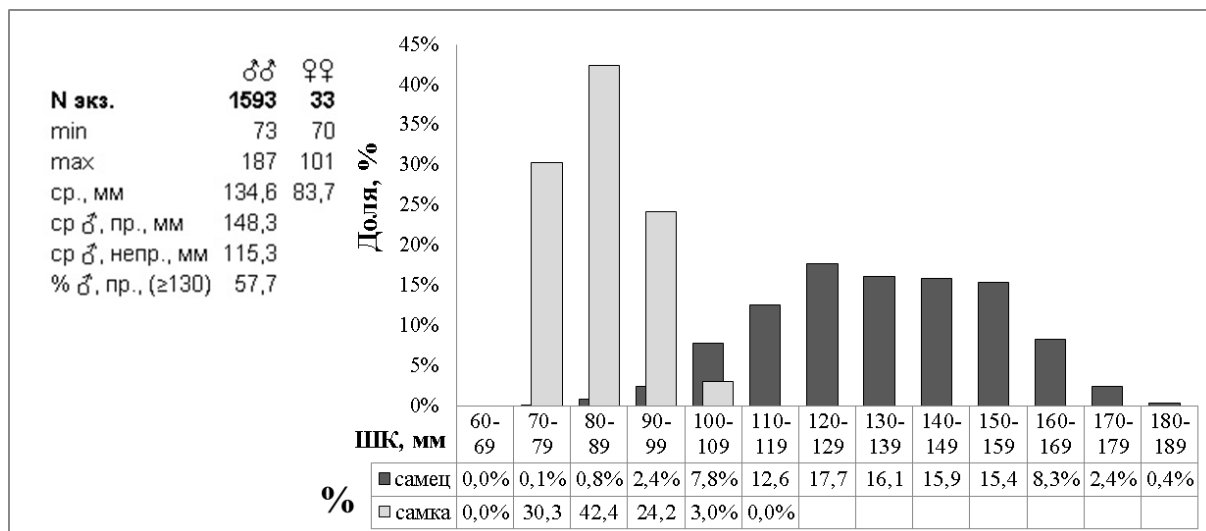


Рис. 5. Размерный состав самцов и самок камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне западнее 147° в.д. участок севернее о. Бол. Шантар в июле 2023 г.

Анализ размерного состава самцов показал, что в 2023 г. наблюдалось увеличение доли крупных самцов 160-189 мм (11,1%) и снижение доли размерных классов 130-139 мм и 140-149 мм до 32%. В 2020 г. данные группы преобладали в уловах самцов, составляя 50,3% улова. Это объясняется снижением численности пополнения в последние годы. В 2020 г. численность пререкрутов 1 и 2 порядка составляла 2,730 млн шт., очевидно в 2021-2022 гг. их количество было на относительно низком уровне. Тем не менее, в 2023 г. доля пререкрутов 1 и 2 порядка (размерные классы 110-119 мм и 120-129 мм по ШК) показала

рост, относительно 2020 г. до 30,3%. В 2020 г. данная группа самцов в сумме составляла 24,2% (рис. 6).

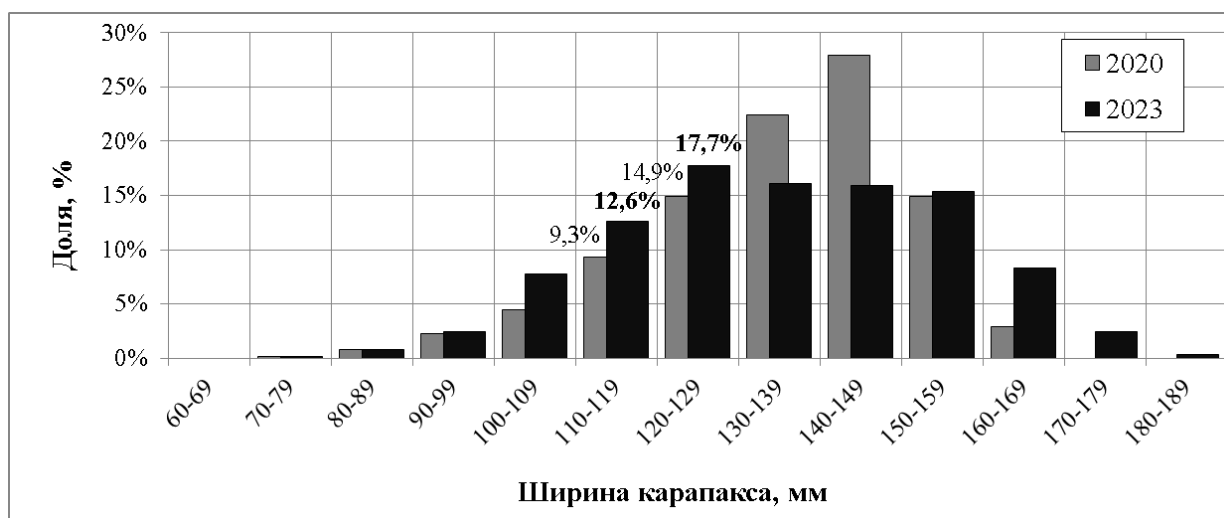


Рис. 6. Размерный состав самцов камчатского краба из уловов в Северо-Охотоморской подзоне, западнее 147° в.д., участок севернее о. Бол. Шантар в 2020 г. (1786 экз.) и 2023 г. (1593 экз.).

В целом, учитывая, что в уловах самцов присутствуют особи всех размерно-функциональных классов, а их распределение в размерной структуре соответствует многолетнему распределению, можно сказать что, состояние группы камчатского краба на участке к северу от о-ва Б. Шантар находится в удовлетворительном состоянии (табл. 7).

Таблица 7

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±0,4	140,8±1,0	1372±35,1	3,0	0,1	36,1	3964
2014	108,5±0,2	138,5±0,8	1334±24,2	1,6	0,1	60,2	6101
2015	110,9±0,2	135,0±0,3	1231±8,6	4,9	0,3	20,7	6040
2017*	114,5±0,3	136,2±0,2	-	22,4	-	1,6	4372
2018	126,9±0,3	138,4±0,2	1378±6,4	43,1	1,1	4,2	4194
2020	137,2±0,4	144,6±0,2	1567±7,2	50,0	0,9	33,5	2550
2023*	134,6±0,5	148,3±0,4	-	57,7	-	2,1	1626

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

** проанализировано всех особей

Действующие меры ограничения рыболовства. Согласно «Правилам рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна», утверждённые 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 мониторинговых работ 2023 г. на участке к северу от о-ва Бол. Шантар на обследованной акватории площадью около 2,560 тыс. км² учтено 4,534 млн экз. промысловых самцов камчатского краба (рис. 7).

Согласно многолетним наблюдениям, рассчитанная величина запаса промысловых самцов в районе о. Бол. Шантар близко отражает текущее состояние популяции в целом, запасы изменяются синхронно, уровень корреляции между ними составляет 98% (рис. 8). Это позволяет использовать полученные данные в 2023 г. с участка к северу от о-ва Бол. Шантар для расчета промыслового запаса Аяно-Шантарской популяции камчатского краба. По результатам исследований с 2009 г. по 2020 г. включительно, промысловая численность на участке о. Бол. Шантар составляла в среднем 60,5% (ст. ошибка ± 5%) от общей численности промысловых самцов Северо-Охотморской подзоны (западнее 147° в.д.). Полученное таким образом значение промысловой численности камчатского краба в 2023 г. может находиться на уровне около **7,494 ± 0,375 млн экз.**, промысловая биомасса – **10,312 ± 0,516 тыс. т.**

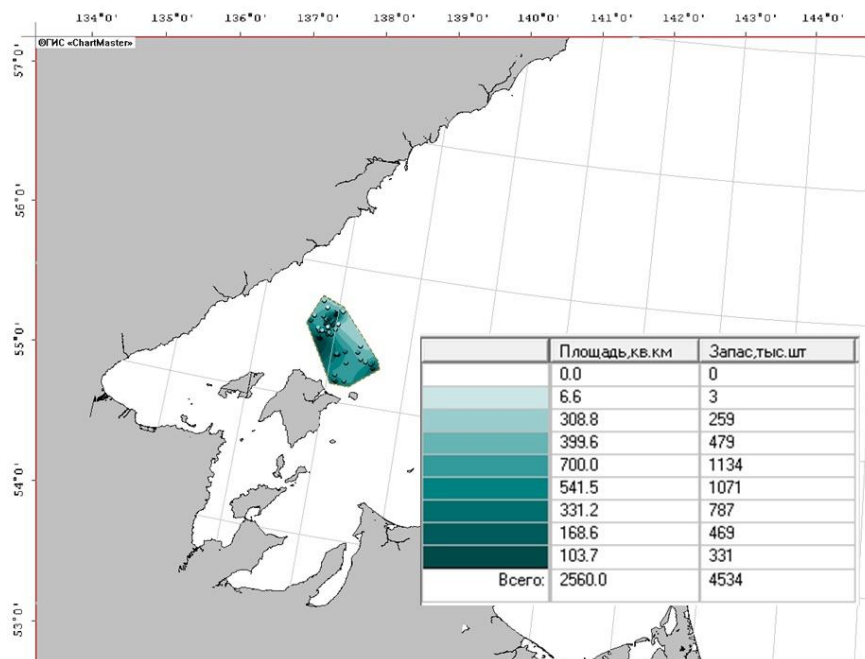


Рис. 7. Распределение плотности промыслового запаса камчатского краба по данным ловушечных уловов в Северо-Охотморской подзоне, участок севернее о. Бол. Шантар в 2023 г.

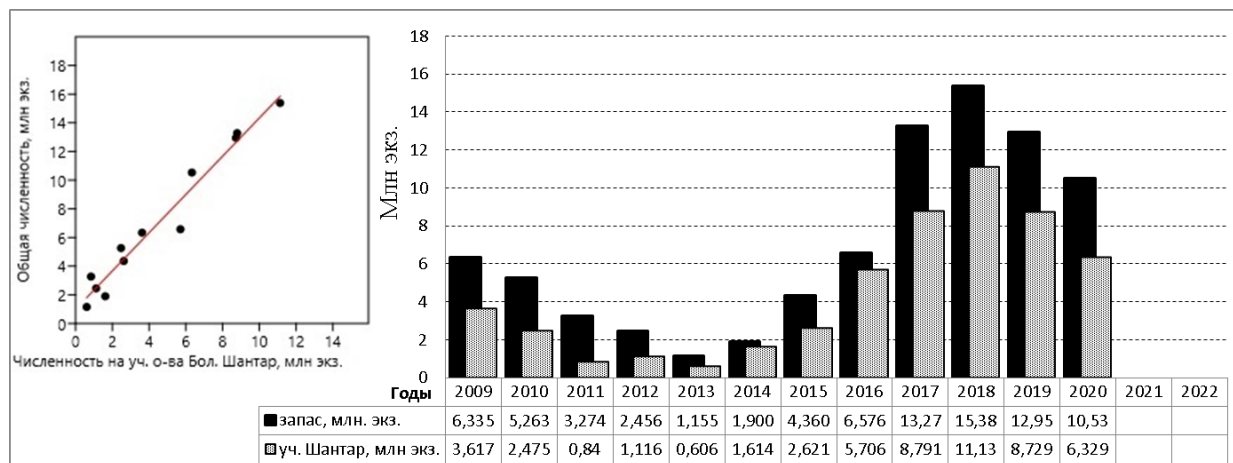


Рис. 8. Динамика численности промысловых самцов камчатского краба в северо-западной части Охотского моря (западнее 147° в.д.) и на участке севернее о. Бол. Шантар.

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 длится около 5 лет, а полный цикл – 10-11 лет (рис. 9). Данная цикличность связана с колебанием численности пополнения (рис. 10).

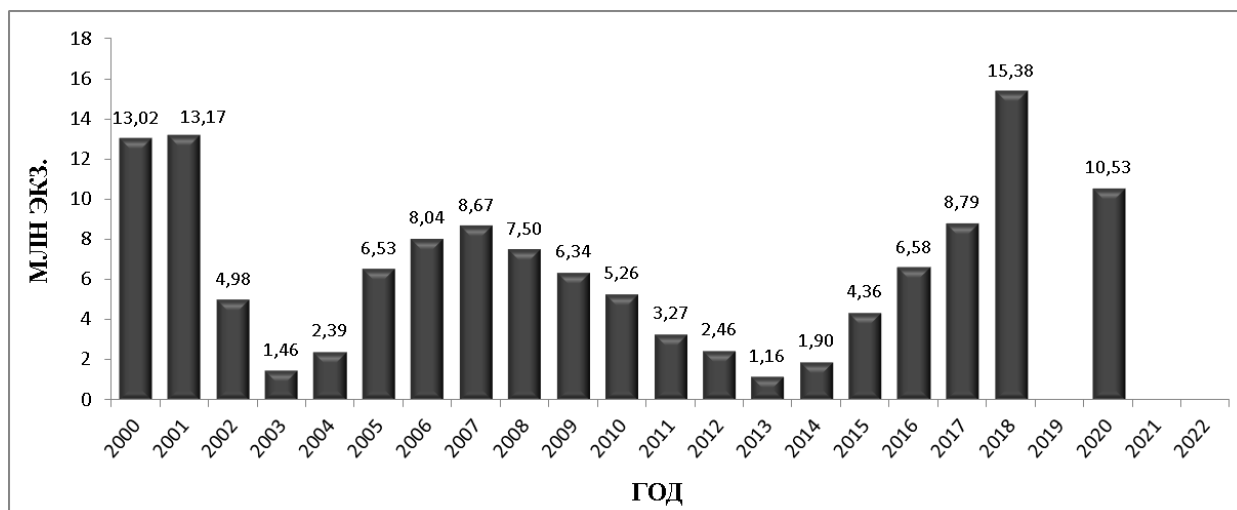


Рис. 9. Динамика промысловой численности камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне, западнее 147° в.д. В 2019; 2021; 2022 гг НИР не проводилась.

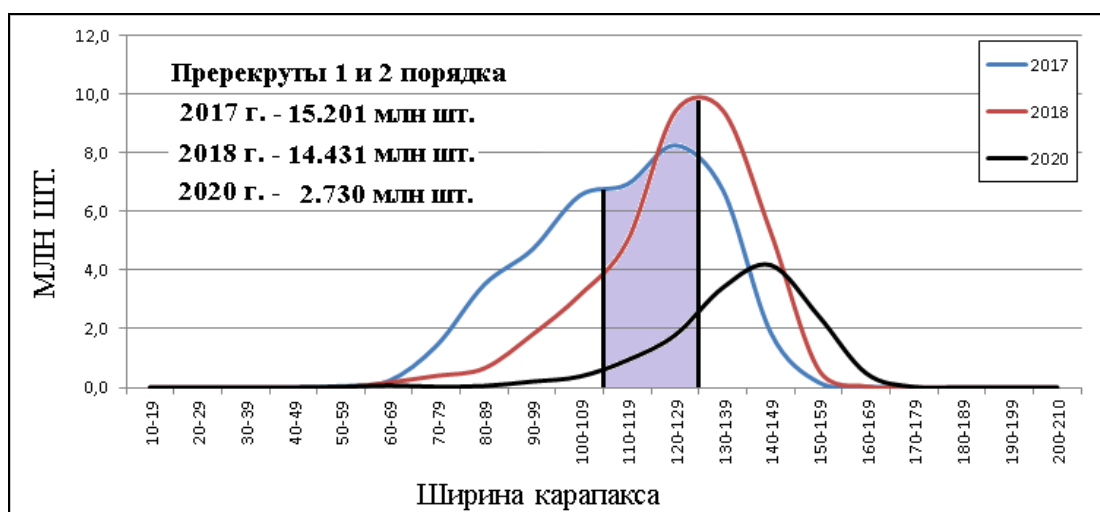


Рис. 10. Размерная структура самцов камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне, западнее 147° в.д., за 2017, 2018 и 2020 гг.

Зная значение промысловой численности (7,494 млн экз.), а также долю размерных групп в общих уловах самцов камчатского краба в 2023 г., рассчитали численность пререкрутов 1 и 2 порядка (размерные классы 110-119 мм и 120-129 мм по ШК). Полученное значение составило 3,883 млн экз., отмечаем некоторый рост в сравнении с 2020 г. (рис. 11). Сформированное пополнение в 2023 г. будет вступать в промысловую группу в 2024-2025 гг. За последние годы динамика промыслового запаса и пополнения показывали тенденции к снижению, тем не менее, промысловая биомасса в 2023 г. (10,312 тыс. т) в районе западнее 147° в.д. остаётся в «благополучной» зоне.

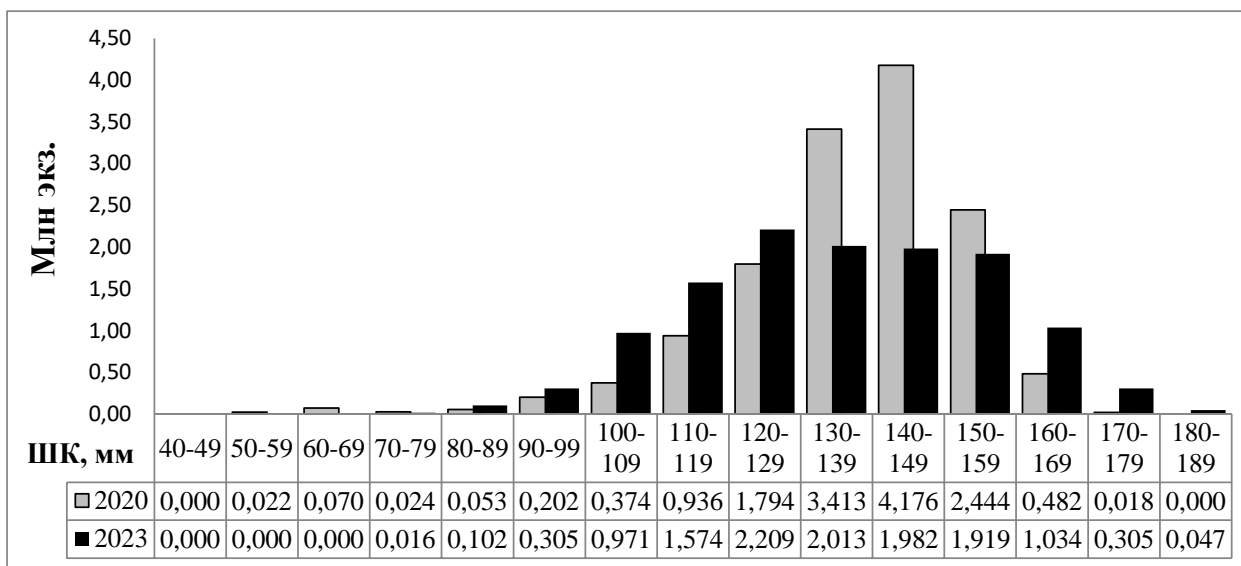


Рис. 11. Размерная структура самцов камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне, западнее 147° в.д., в 2020 и 2023 гг.

Определение биологических ориентиров. Целевой индекс по биомассе (B_{tr}) определялся методом перцентилей, когда исторический ряд данных (за 2000-2020 гг.) делится 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 и 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 (рис. 12, 13; табл. 8).

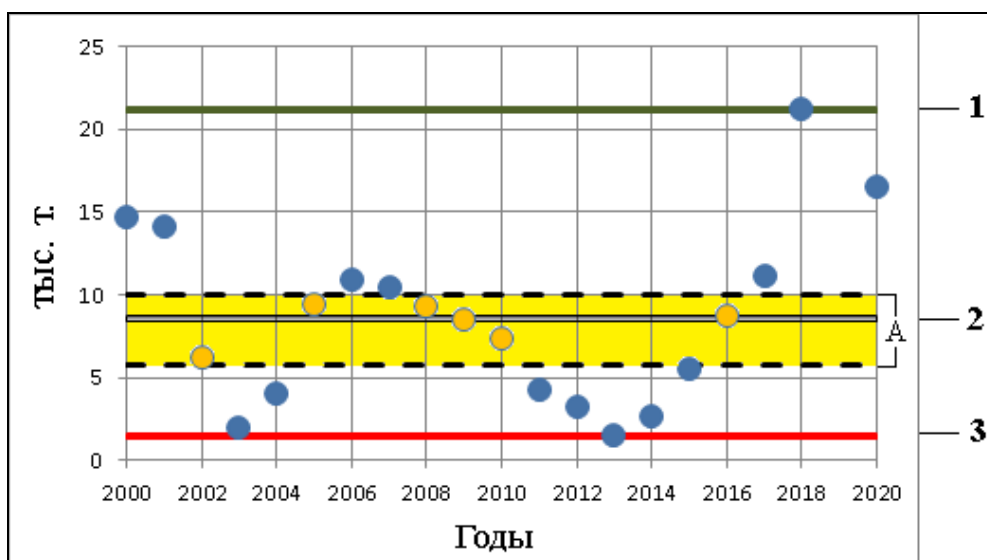


Рис. 12. Динамика промысловой биомассы камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне, западнее 147° в.д., с 2000 г. по 2020 г.

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

Таблица 8

Ориентиры управления для камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне на период с 2023 по 2025 гг.

вид	2020-2025 гг.		
	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

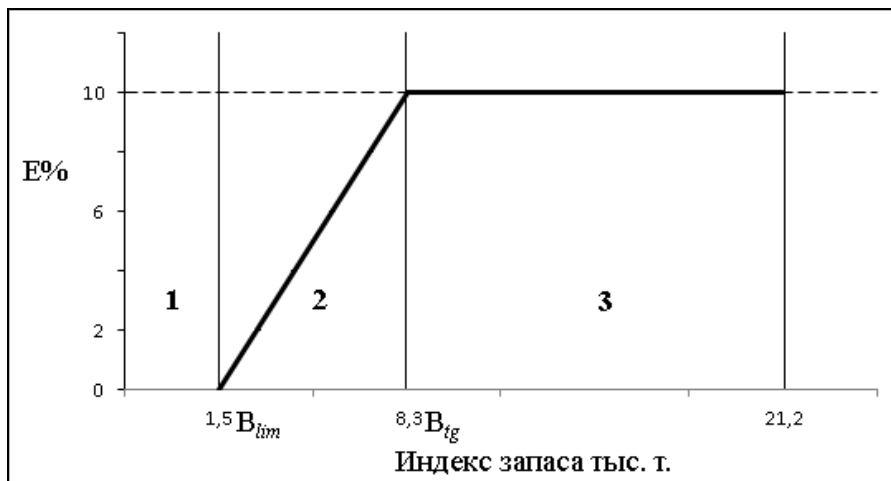


Рис. 13. Диаграмма зональных ПРП. E – коэффициент эксплуатации; B – промысловый запас; B_{lim} – граничный; B_{tg} – целевой. Зоны: 1 – подорванный (депрессивный) запас; 2 – восстановление запаса (неблагополучный); 3 – постоянной интенсивности промысла.

Численность промысловой части запаса камчатского краба Северо-Охотоморской подзоны рассчитывали на основе абсолютной численности крабов в размерных классах, определенной по результатам мониторинговых работ 2023 г., с учетом естественной и промысловой смертности.

Численность промысловых самцов в 2025 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 2023 г., млн. экз.,

C_i – вылов в 2023 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.

Таким образом, численность промысловой части запаса камчатского краба в Северо-Охотоморской подзоне в 2025 г. ожидается в объеме $5,764 \pm 0,288$ млн экз.

Для расчета биомассы запаса использовали среднегодовое значение за последние 10 лет (2011-2020 гг.) – 1,376 кг. Ожидаемая биомасса промыслового запаса в 2025 г. с учетом верхнего уровня 95% доверительного интервала составит не менее 7,931-8,328 тыс. т.

Учитывая динамику изменения индексов запаса, согласно рекомендациям, прописанным в «Правилах регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов на 2020-2023 гг.» ожидаемый промысловый запас камчатского краба Северо-Охотоморской подзоны в 2025 г. будет находиться в пределах целевого ориентира

управления ($8,3 \pm 0,4$ тыс. т), т.е. в зоне постоянной интенсивности промысла («благополучной»). Статус запаса «стабильный».

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. В целях получения устойчивого вылова и реализации плана управления запасами камчатского краба, рекомендуем объем ОДУ краба камчатского в Северо-Охотоморской подзоне в 2025 г. сохранить на уровне 2022-2024 гг. (890 т).

Таким образом, **рекомендуем установить ОДУ краба камчатского в Северо-Охотоморской подзоне на 2025 г. в объеме 0,890 тыс. т.**

Литература

1. 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.
2. Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. 2007. Географическая информационная система «Картмастер» // Рыб. хоз-во. — № 1 — С. 96–99.
3. 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.
4. Родин В.Е. и др. 1979. Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей. Владивосток, ТИНРО. – 59 с.
5. 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.
6. Stolyarenko D.A. 1986. Data analysis of trawl shrimp survey with spline approximation of stock density // Internat. Coun. Explor. Sea (I.C.E.S.), Doc. No. 1986/K: 25, 16 pp.
7. Stolyarenko D.A. 1987. The spline approximation method and survey design using interaction with a microcomputer: Spline Survey Designer System // Internat. Coun. Explor. Sea (I.C.E.S.), Doc. No. 1987/ K: 29, 24 pp.

61.06 – зона Японское море

61.06.1 – подзона Приморье

Исполнители: О.Ю. Борилко, И.С. Черниенко («ТИНРО»), О.Б. Ткачёва («ХабаровскНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения. Основу обоснования величины ОДУ камчатского краба на 2025 г. составляют результаты ловушечной съемки НИС «Зодиак» и донных траловых съемок на НИС «Владимир Сафонов» и НИС «Дмитрий Песков» выполненные в 2022 г., а также данные, собранные при проведении государственного мониторинга, контрольного лова и научно-исследовательских работ за период с 1993 по 2023 гг. в подзоне Приморье (рис. 1-2, табл. 1).



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

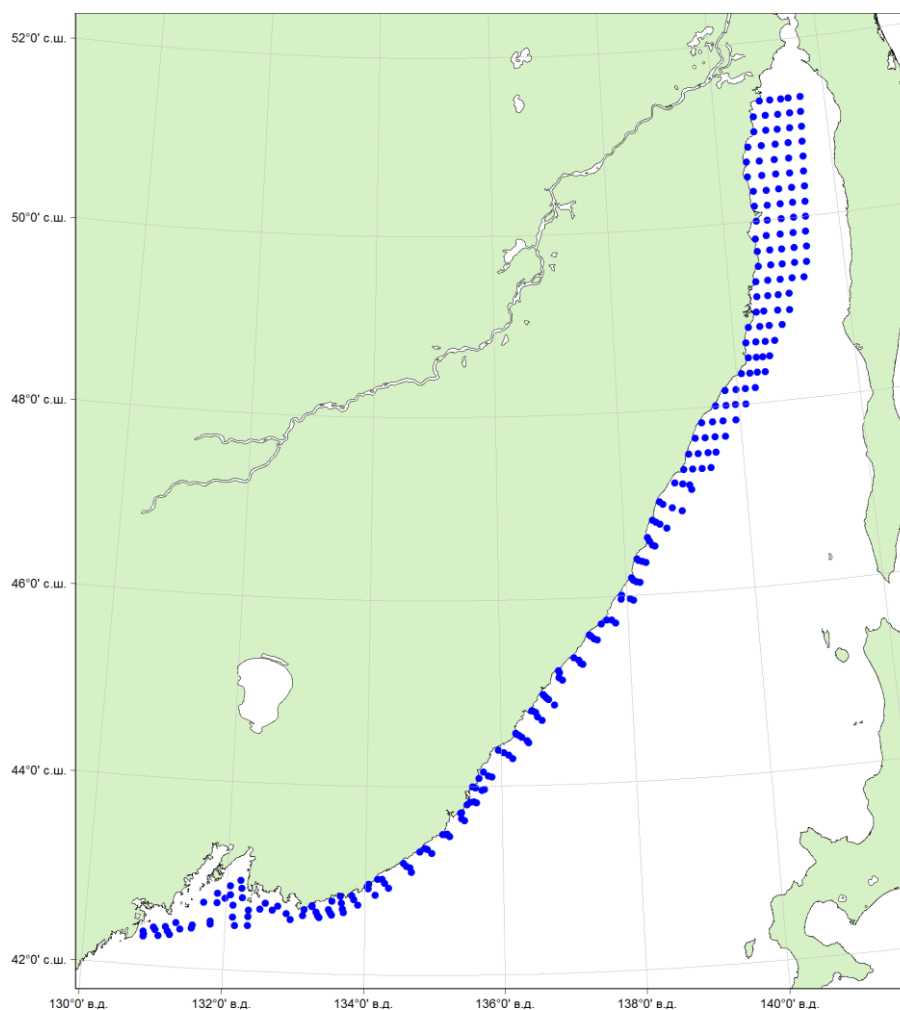


Рис. 2. Карта-схема станций ловушечной съемки, выполненной на НИС «Зодиак» в 2022 г.

Таблица 1

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

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»			
Количество станций	154	113	267
Тип орудий лова	усечено-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

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 усеченного конуса, соединённые в ряды.

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 г. 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 [Алексеев Д.О. и др., 2015], 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 использовали конечно-разностную 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 судосутки достаточно для использования конечно-разностной модели с запаздыванием, которая является компромиссом между когортными и продукционными моделями [Schnute, 1987].

В качестве входных данных для модели использовали материалы траловых съемок, современные 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 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 Броди 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]:

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

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

Таким образом, используемая модель включает два уравнения процесса:

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

;

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

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 использовали сигма-точечный фильтр Калмана [Särkkä, 2013; Wan, Van Der Merwe, 2004], параметры модели оптимизировали при помощи генетического алгоритма [Михеев, 2011]. Расчеты выполняли 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 20,0 тыс. т (рис. 3).

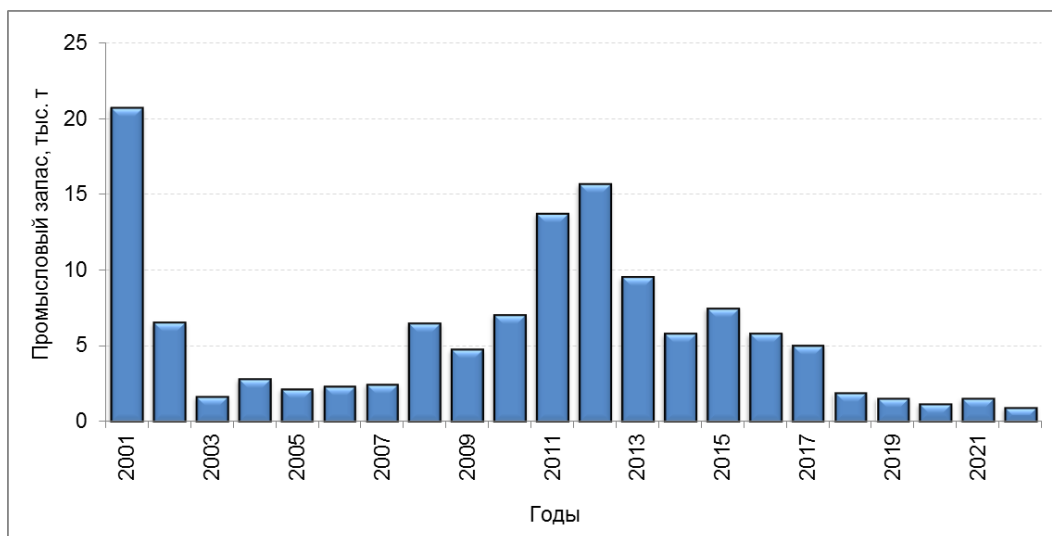


Рис. 3. Динамика промыслового запаса камчатского краба в подзоне Приморье в 2001-2022 гг.

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. к северу от 47°20' с.ш.

Начиная с 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 2012-2022 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) камчатского краба в подзоне Приморье за период 2012-2022 гг.

Год	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ОДУ ¹	0,100	0,580	0,569	0,444	0,330	0,330
ОДУ ²	0,580	0,850	0,455	0,657	0,245	0,245
Суммарный ОДУ в подзоне	0,680	1,430	1,024	1,101	0,575	0,575
Суммарный вылов	0,494	0,242	0,404	0,652	0,237	0,341
%, освоения	73	17	39	59	41	59
Год	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ОДУ ¹	0,277	0,231	0,133	0,133	0,005 ³	0,005 ⁴
ОДУ ²	0,245	0,120				
Суммарный ОДУ в подзоне	0,522	0,351				

Суммарный вылов	0,246	0,179	0,064	0,066	0,0035	-
%, освоения	47	51	48	50	70	-

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, полученная методами прямого учёта составляет 0,92 тыс. т, при этом ожидаемая оценка запаса в 2023 году, полученная по результатам моделирования находится в доверительном интервале до 6,954 тыс. тонн, в среднем составляя 1,878 тыс. т. Неуклонное снижение промысловой численности в подзоне Приморье с 2012 г., 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 2023 г. и с 1 января 2024 г. по 31 декабря 2024 г. с утверждённым объемом ОДУ камчатского краба на 2024 г. – 0,005 тыс. т (Приказ Минсельхоза № 692 от 25 августа 2023 г.).

Состояние промысловых ресурсов. В результате выполнения весенне-летней 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 (≥ 150 мм по ШК) краба – около 0,080 тыс. экз./км² приходились на восточную часть зал. Петра Великого и средние глубины – около 36 м, при практически полном отсутствии в уловах северо-восточнее м. Поворотный.

Суммарная площадь скоплений с численностью - 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.

В то же время, в период аналогичной весенне-летней траловой съёмки 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. 4-5).

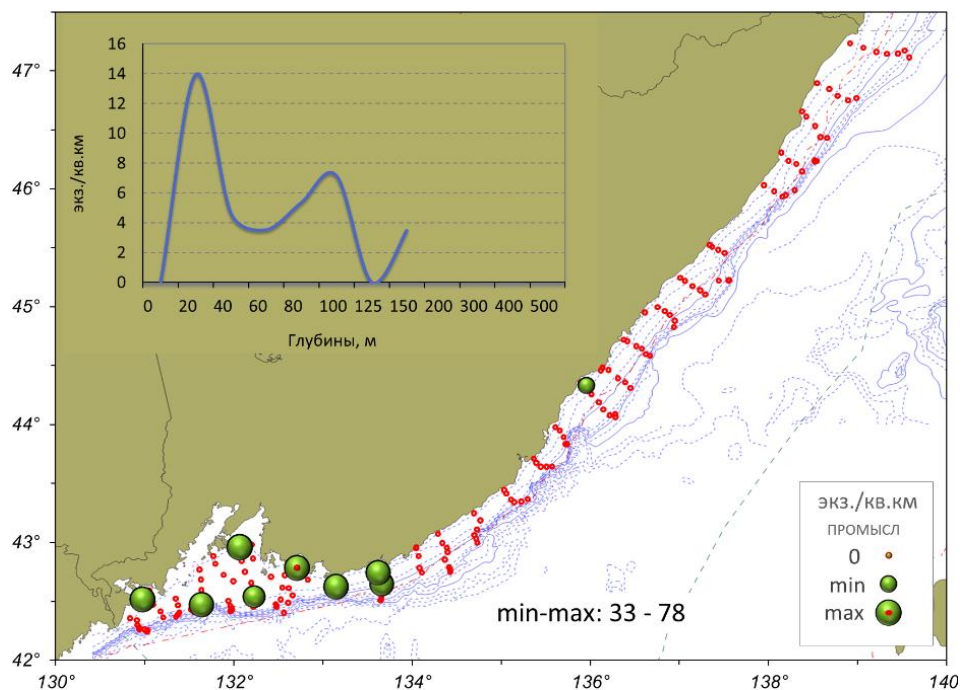


Рис. 4. Распределение промысловых самцов (экз./км²) камчатского краба в подзоне Приморье (к югу от мыса Золотого), по данным траловых съемок 2022 г.

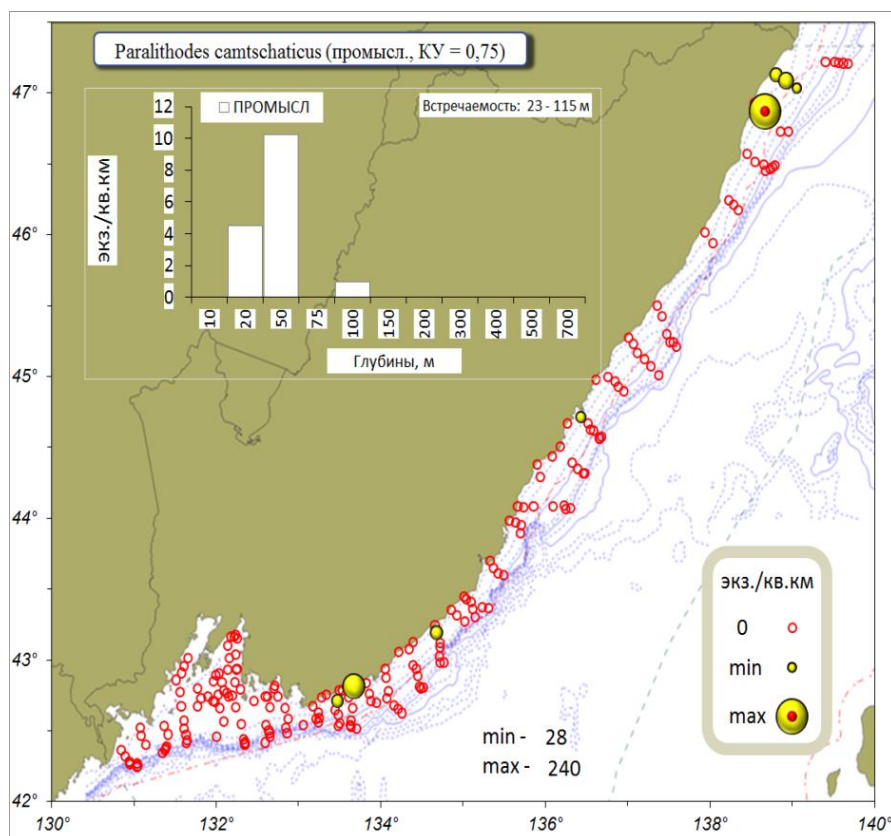


Рис. 5. Распределение промысловых самцов (экз./км²) камчатского краба в подзоне Приморье (к югу от мыса Золотого), по данным траловой съемки 2019 г.

В результате анализа материалов донной 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 при этом отличалась более чем в 3 раза, так ЧВ в 2022 г. равна 8, в 2019 г. равна 27.

Максимальные концентрации непромысловых самцов (<150 мм по ШК) в 2022 г., достигали - 15 тыс. экз./км², при этом площадь скоплений с плотностью - более 982 экз./км², составляла - около 3,2 тыс. км².

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. 6-7).

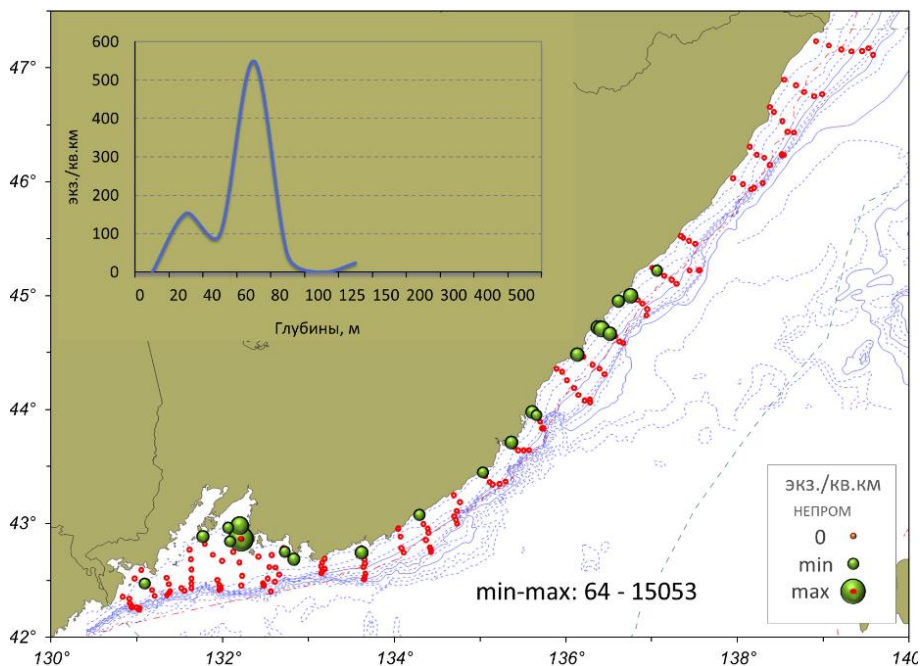


Рис. 6. Распределение непромысловых самцов (экз./км²) камчатского краба в подзоне Приморье (к югу от мыса Золотого), по данным траловых съемок 2022 г

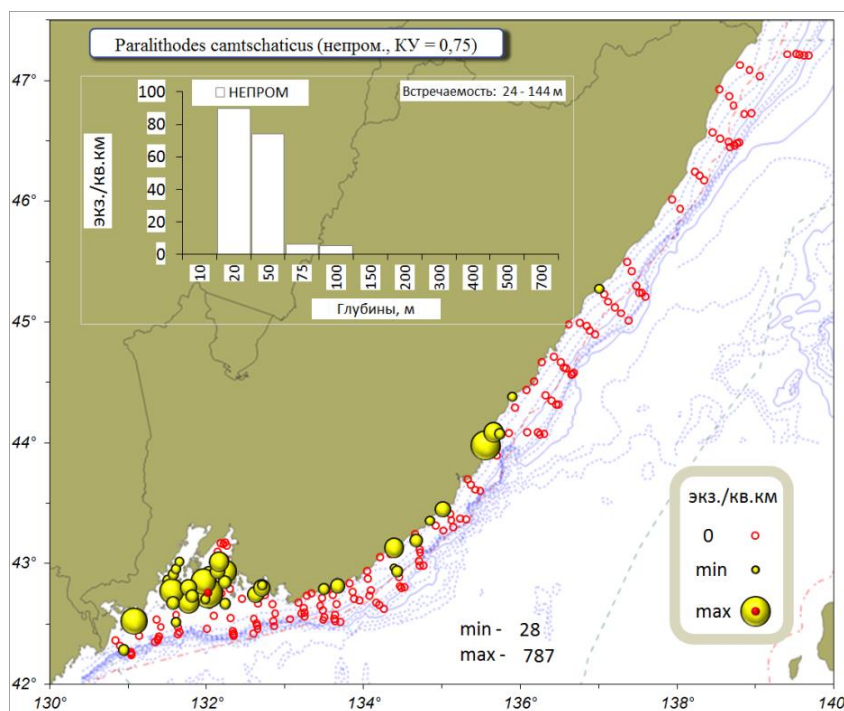


Рис. 7. Распределение непромысловых самцов (экз./км²) камчатского краба в подзоне Приморье (к югу от мыса Золотого), по данным траловой съемки 2019 г.

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 – 161,8±2,69мм).

В 2019 г. в размерный состав самцов носил бимодальный характер. Наиболее многочисленными в уловах, являлись группы самцов 105-119 мм и 200-205 мм по ширине карапакса (рис. 8-9).

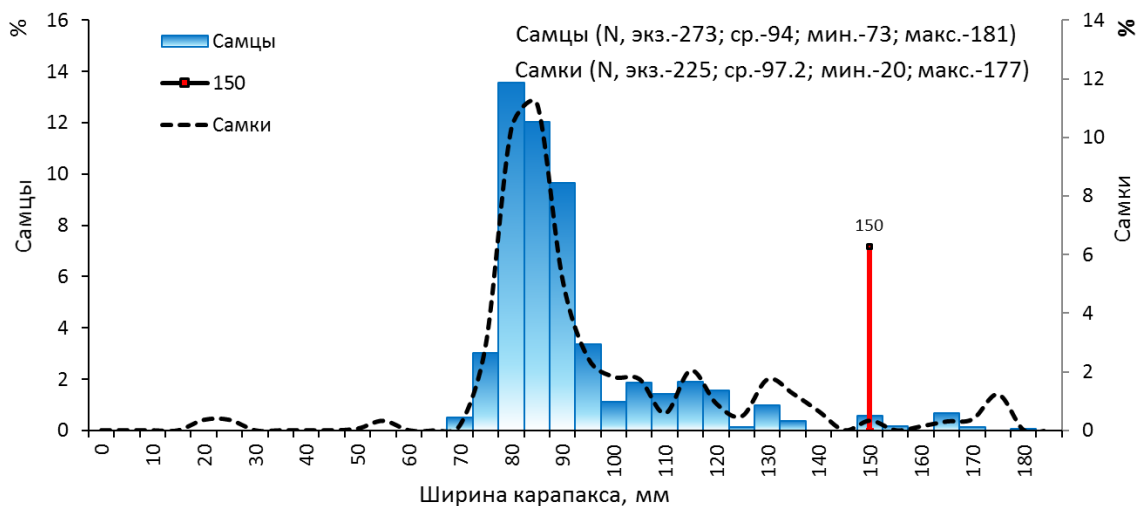


Рис. 8. Размерный состав камчатского краба в подзоне Приморье (к югу от мыса Золотого) в 2022 г., по материалам траловых сборов

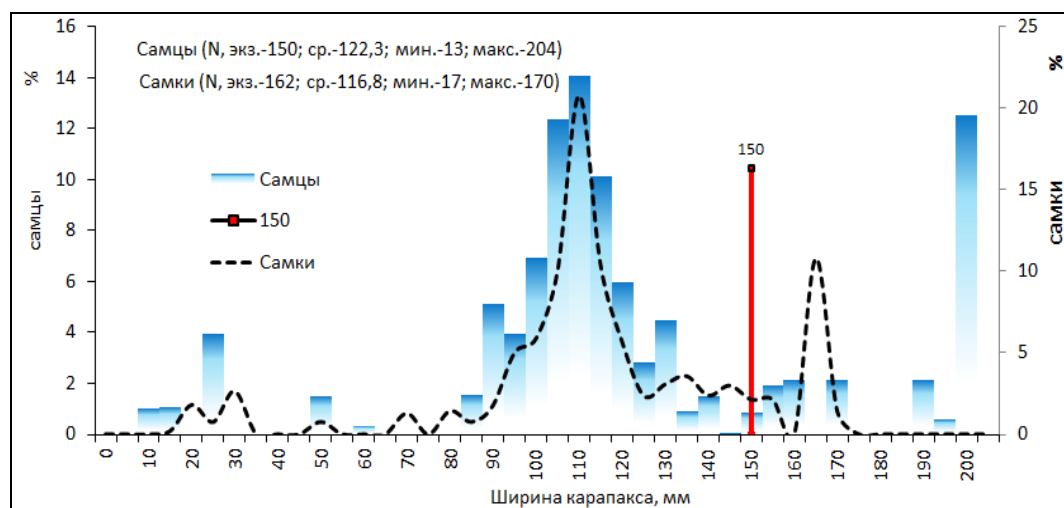


Рис. 9. Размерный состав камчатского краба в подзоне Приморье (к югу от мыса Золотого) в 2019 г., по материалам траловых сборов.

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

Размер промысловых самцов 2022 г., в сравнении с аналогичной траловой съёмкой 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 съёмки на НИС «Зодиак» в подзоне Приморье (к югу от мыса Золотого), с небольшими изменениями остались на уровне величин полученных в период аналогичной съёмки 2019 г. (табл. 3).

Таблица 3

Размерные показатели самцов камчатского краба в подзоне Приморье (к югу от мыса Золотого) по данным траловых и ловушечных съёмок 2012–2022 гг.

Годы	Орудие лова	Количество пойманных самцов, экз.	Ср. размер самцов, мм	Ср. размер пром. самцов, мм	Ср. размер непром. самцов, мм	Доля самцов > 150 мм в уловах, %	Доля самцов < 150 мм 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

¹ - съёмка в районах к северо-востоку от мыса Поворотного до мыса Золотого, ² - съёмка в районах зал. Петра Великого, ³ - съёмка в районах от мыса Поворотного до п. Терней (45°00 с.ш.).

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	2014	2015	2016	2018	2019	2020 ¹	2021 ³	2022	
Орудие лова	трал, лов.	трал, лов.	трал, лов.	трал, лов.	трал, лов.	лов.	лов.	трал	лов.
Обследованная площадь, тыс. км ²	41	41,7	35,7	41,2	70	8,2	4,3	34	21,3
ОДУ, тыс. т	0,569	0,444	0,33	0,277	0,231	0,133 ²	0,133 ²	0,005 ⁴	
Запас пром. самцов, млн экз./тыс. т	1,177 /3,884	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
Пререкруты 1, млн экз.	0,225	0,384	0,33	0,0394	0,0062	0,136	0,044	0,068	0,034
Пререкруты 2, млн экз.	0,443	0,612	0,443	0,0884	0,0213	0,102	0,068	0,085	0,051
Доля самцов в популяции, %	н.д.	51,5	48,8	48,7	49,5/58	53,3	59,5	53,1	54,7
Доля пром. самцов (от всех самцов), %	21,5 /50,4	11,2 /30,7 ²	24,4/	11,3 /19,5	8,4 /18,9	22,6	21,2	3,0	19,0
Средний размер промысловых самцов, мм	187,3 /183,4	180,6 /165,7	174,1/-	179,9 /173,5	188,2 /170,4	157,5	160,3	161,8	170,6

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 - 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 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) (рис. 10).

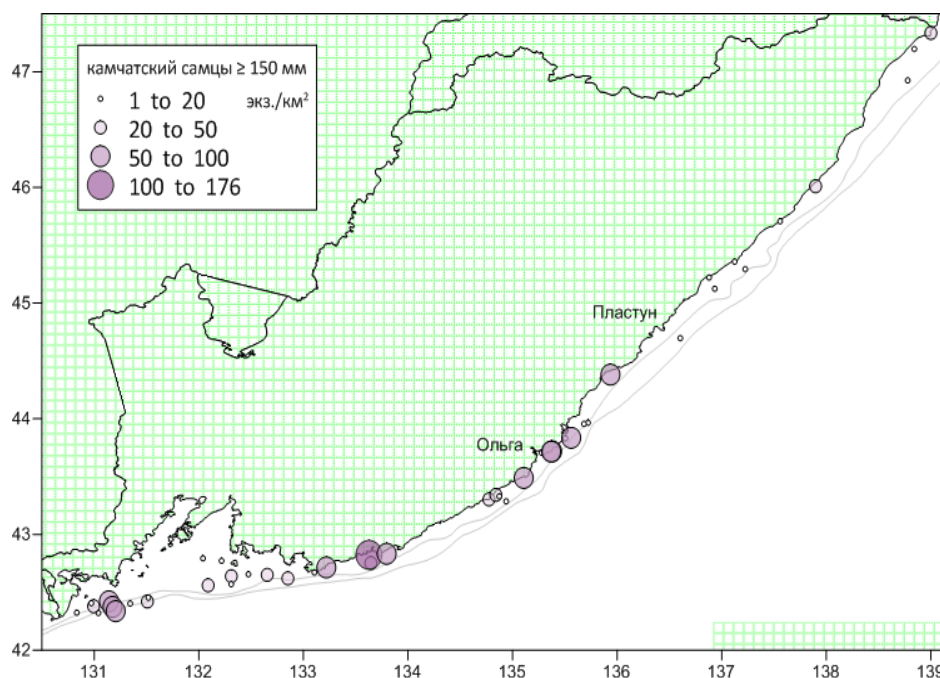


Рис. 10. Распределение (экз./км²) промысловых самцов камчатского краба в весенне-летний период 2022 г.

Уловы промысловых самцов 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. 11).

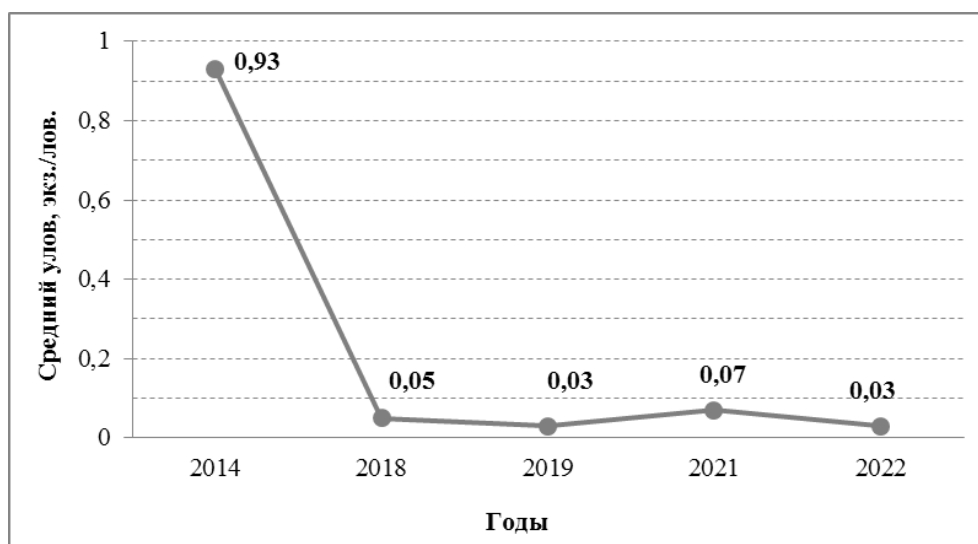


Рис. 11. Динамика средних уловов на усилие промысловых самцов камчатского краба в подзоне Приморье, от мыса Поворотного до мыса Золотого по материалам учетных съемок 2014-2022 гг.

В заливе Петра Великого в большинстве случаев, промысловые самцы концентрировались в юго-западной части залива на глубинах 30-40 м, образуя скопления - около 67 экз./км², в среднем по району - до 13 экз./км².

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. 12).

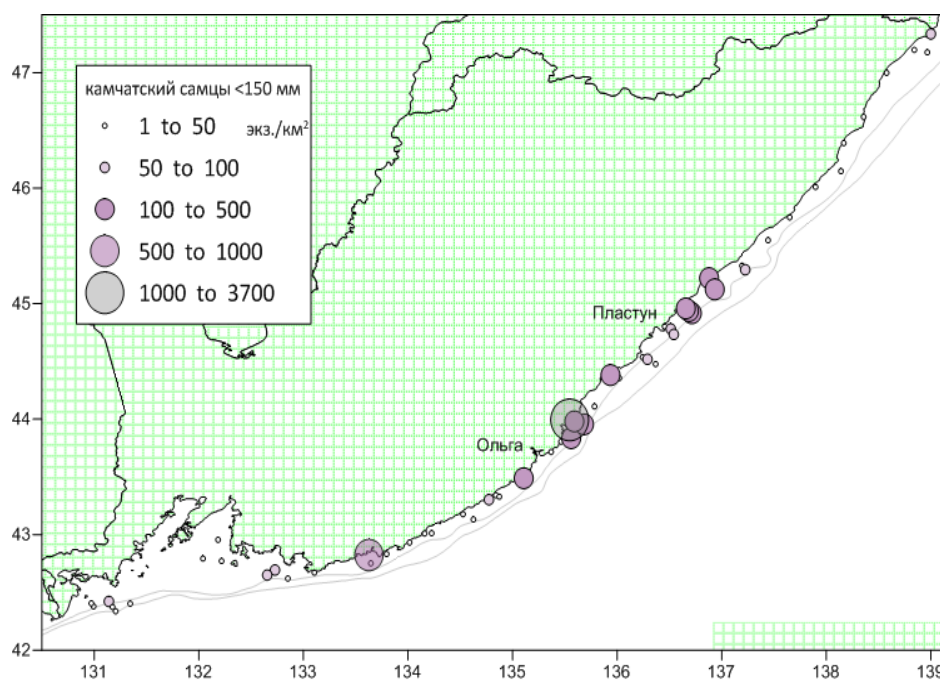


Рис. 12. Распределение (экз./км²) непромысловых самцов камчатского краба в весенне-летний период 2022 г.

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 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. 13).

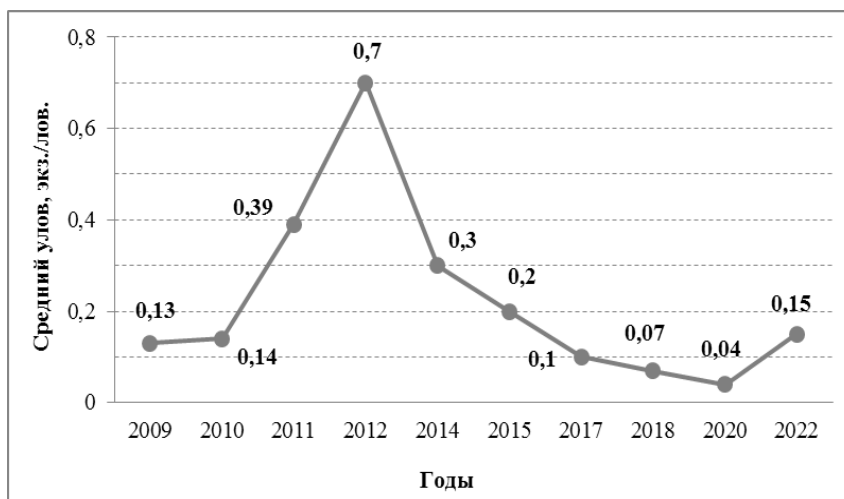


Рис. 13. Динамика средних уловов промысловых самцов камчатского краба в подзоне Приморье, севернее мыса Золотой

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.

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. 14).

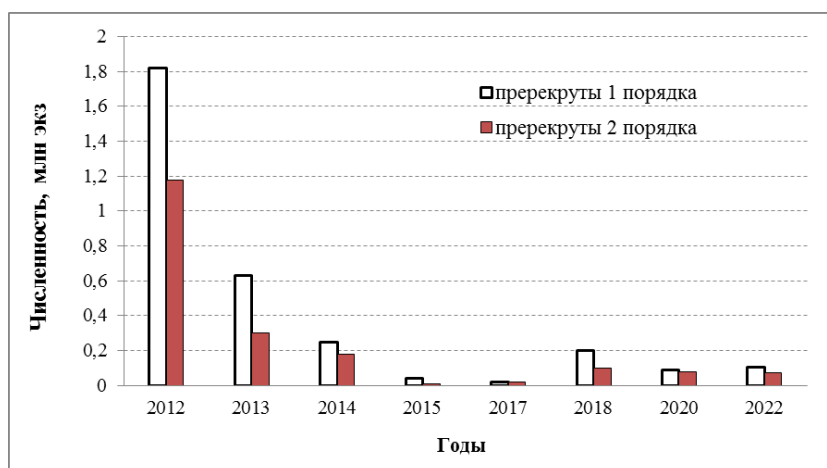


Рис. 14. Динамика численности пререкрутов 1-го и 2-го порядка камчатского краба в подзоне Приморье (севернее м. Золотой) по данным ловушечных съемок

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.

В 2022 г. средняя ШК 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. 15).

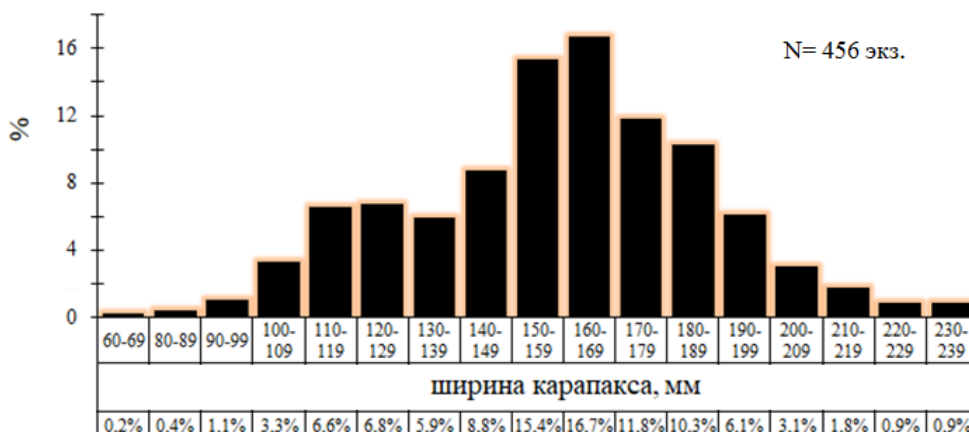


Рис. 15. Размерный состав самцов камчатского краба по данным ловушечной съемки, выполненной в северо-западной части Татарского пролива на НИС «Зодиак» в 2022 г.

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. 16).

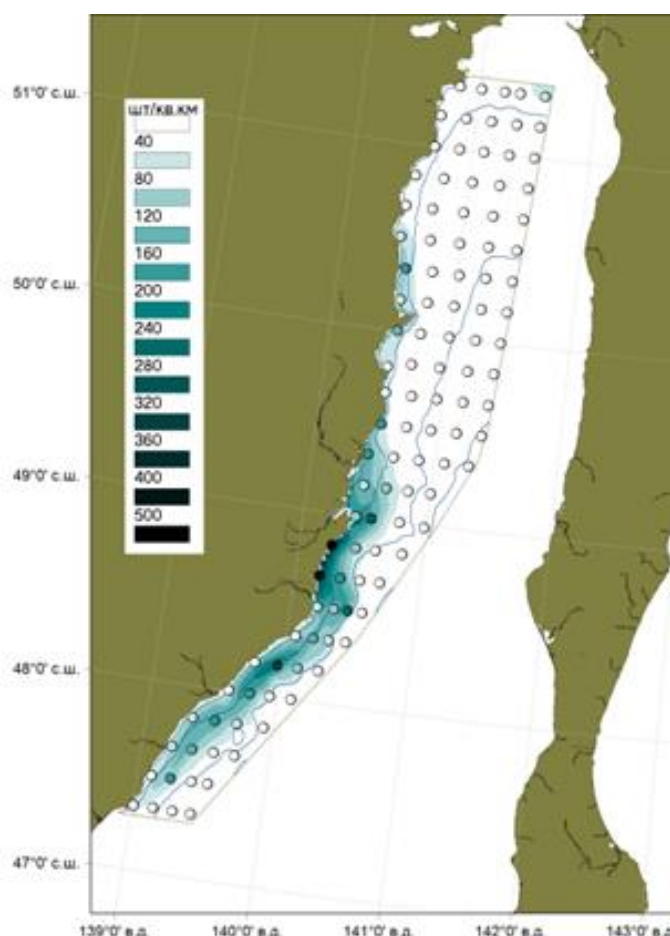


Рис. 16. Распределение промысловых самцов (экз./км²) камчатского краба по данным ловушечной съемки на НИС «Зодиак» в 2022 г.

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. достигло 48° с.ш., в 2015 г. участки с повышенной плотностью стали встречаться и севернее данной параллели. В 2018 г. скопления камчатского краба были отмечены возле мыса Сюркум (50° с.ш.).

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 выбирается математическое ожидание биомассы, соответствующей MSY ($B_{tr} = B_{MSY}$). Биологические ориентиры для камчатского краба подзоны Приморье приведены в таблице 5.

Таблица 5

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

B_{lim}	B_{tr}	u_0	u_{tr}	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, необходимого для НИР, $u_{rec} = const = u_{lim}$;

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

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

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

Графическое представление ПРП приведено на рисунке 17.

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 2023 г., составляет 1,88 тыс. т, что незначительно превышает граничный ориентир, соответствующий крайне нежелательному для промысла состоянию запаса, в связи с чем, современный статус запаса следует оценить как «депрессивный».

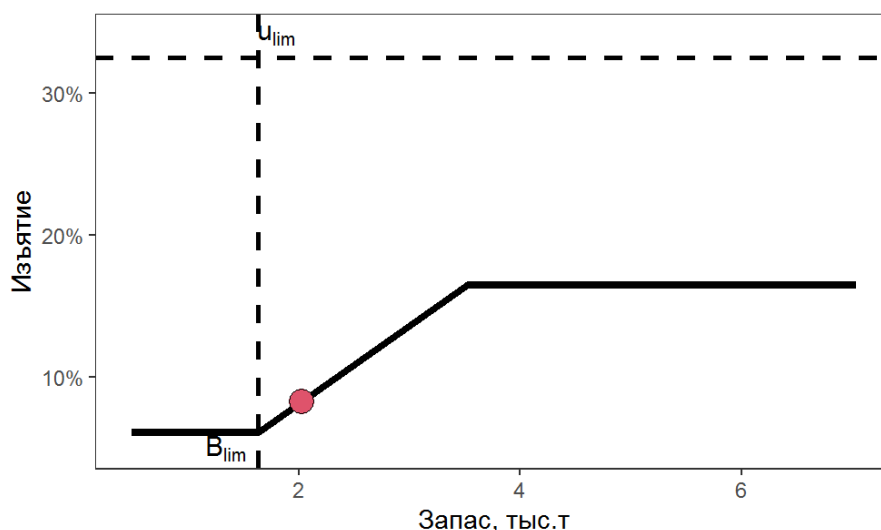


Рис. 17. Графическое представление ПРП для камчатского краба подзоны Приморье

Прогнозирование состояния запаса. Для построения прогнозного значения запаса на 2025 г. были использованы оптимизированные параметры конечно-разностной модели с запаздыванием (рис. 18). Моделирование, выполненное с использованием данных учетных съемок, показало значительную неопределенность оценки запаса: прогноз находится в 95% доверительном интервале до 10,74 тыс. т при средней величине 2,17 тыс. тонн.

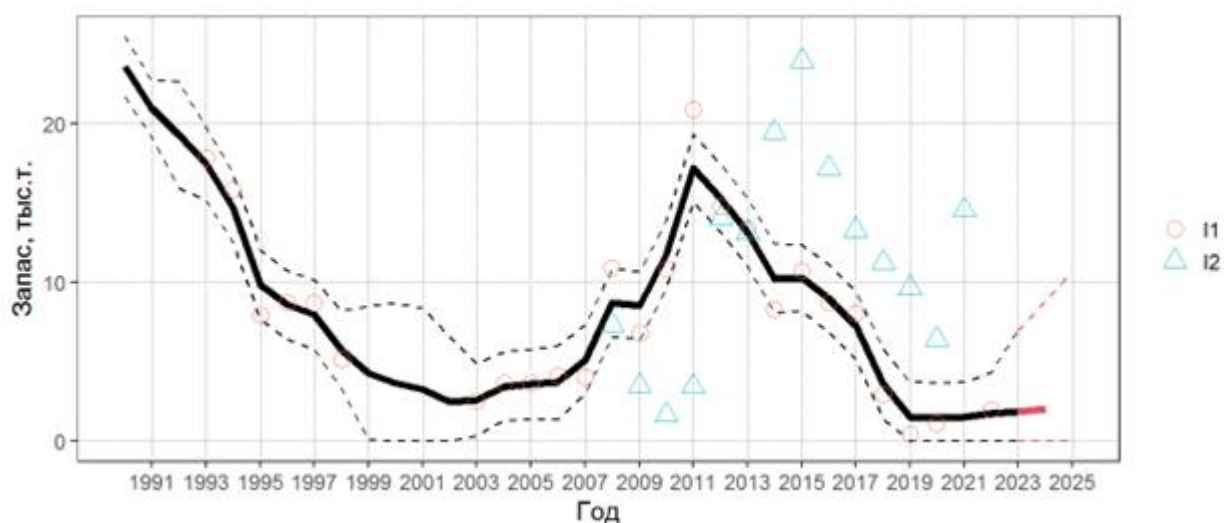


Рис. 18. Динамика биомассы запаса краба камчатского в подзоне Приморье, по данным моделирования. Обозначения: I1 – оценки запаса по результатам траловых и ловушечных съемок, I2 – индексы уловов по материалам промысловой статистики.

При этом, вероятность того, что биомасса окажется ниже граничного ориентира, оценена как $P(B_{2025} \leq B_{lim}) = 0,31$ (рис. 19). Таким образом, результаты моделирования показывают, что сколь-нибудь значимое повышение биомассы запаса камчатского краба подзоны Приморье маловероятно.

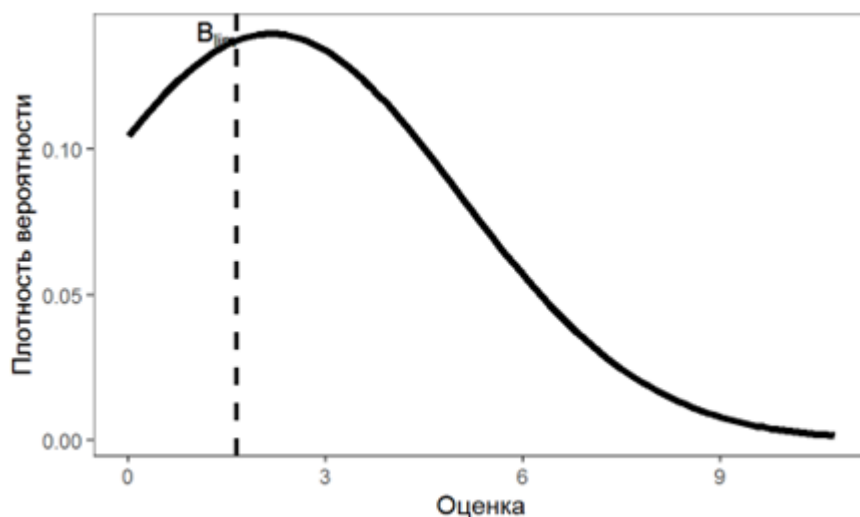


Рис. 19. Распределение ожидаемой в 2025 г. биомассы запаса камчатского краба подзоны Приморье.

Диаграмма Кобе, иллюстрирующая динамику состояния системы запас-промысел камчатского краба в подзоне Приморье представлена на *рисунке 20*. При расчётах по оси X отложено отношение оценки промысловой биомассы в год t к целевому ориентиру по биомассе (биомассе обеспечивающей максимальный устойчивый вылов) B_{MSY} .

По оси Y отложено отношение оценки промысловой смертности в год t к целевому ориентиру по промысловой смертности (изъятию, обеспечивающему максимальный устойчивый вылов) F_t .

F_{MSY} .

На Диаграмме Кобе 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.

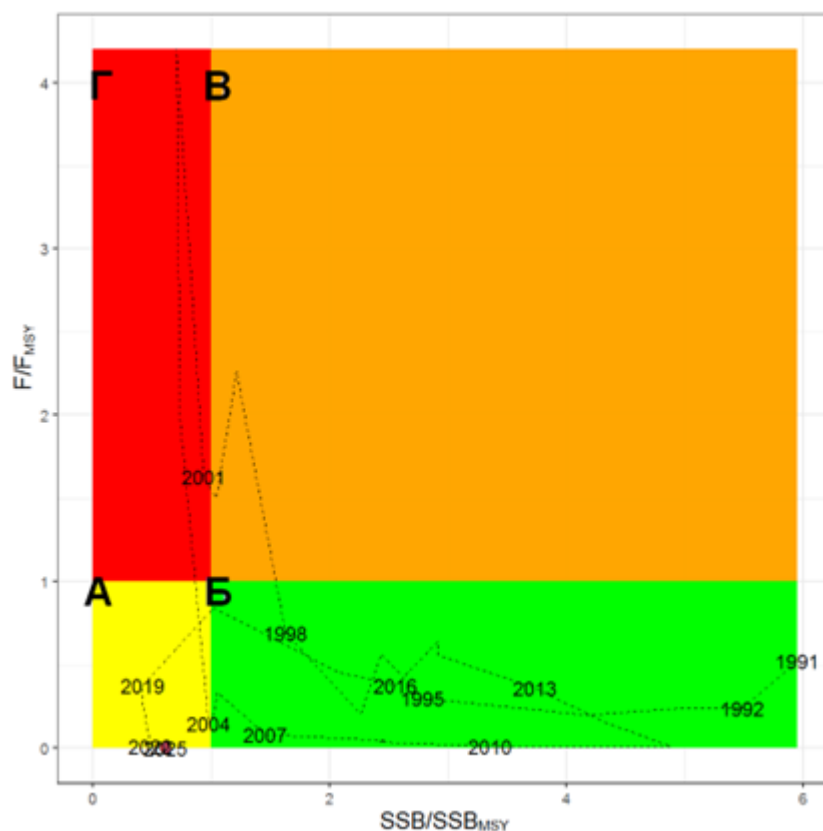


Рис. 20. Диаграмма Кобе для камчатского краба подзоны Приморье

Обоснование рекомендуемого 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 г., не показали признаков улучшения состояния запаса. По результатам моделирования на 2025 г. промысловый запас составит около 2,17 тыс. т, что незначительно превышает граничный ориентир.

Однако, высокая неопределенность прогноза, высокая вероятность дальнейшего снижения биомассы промыслового запаса ниже граничного ориентира, которая составляет 31%, 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 2025 г. в объеме 0,005 тыс. т исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.**

Список литературы

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.

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.

Михайлов В.И., Бандурин К.В., Горничных А.В., Карасев А.Н. Промысловые беспозвоночные шельфа и континентального склона северной части Охотского моря: монография. – Магадан: МагаданНИРО, 2003.– 284 с.

Приложение к Приказу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 06.05.2022 г. № 285 «Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна».

Алексеев Д.О., Бабаян К.В., Буяновский А.И., Моисеев С.И., Ботнев Д.А., Сологуб Д.О., Лищенко Ф.В. 2015. Оценка состояния основных единиц запасов крабов и крабоидов в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне, с определением возможных ориентиров освоения до 2017 г. и на последующую перспективу//ВНИРО. 79 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 для оценки запасов по результатам траловых донных съемок на примере креветки *Pandalus borealis* у Шпицбергена//В сб.: Морские промысловые беспозвоночные//ВНИРО. С. 45–70.

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., 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.

Препарата Ф., Шеймос М. 1989 Вычислительная геометрия. // М.: Мир - 478 с.

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.). - С.17-18.

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 // ТИПРО-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.

Бабаян В.К. 2000. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ): Анализ и рекомендации по применению. М., Изд-во ВНИРО. -192 с.

Deriso R.B. Harvesting Strategies and Parameter Estimation for an Age-Structured Model // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1980. V. 37. P. 268–282.

Schnute J.T. A General Fishery Model for a Size-Structured Fish Population // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1987. V. 44. № 1980. P. 924–940.

Meyer R., Millar R.B. Bayesian Stock Assessment using a State-Space Implementation of the Delay Difference Model // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1998. V. 56. P. 37–52.

Särkkä S. Bayesian filtering and smoothing. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2013. 232 p.

Merwe R. van der, Wan E., Julier S. 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.

Михеев А.А. Метод полигонов и обобщенная модель Лесли с фильтром Калмана (ОМЛ ФК) // Отчёт НИР, СахНИРО, 2011. — Арх. № 11473, 46 с.

R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing [Электронный ресурс]. URL: <https://www.R-project.org/>

Краб синий – *Paralithodes platypus*

61.05 – зона Охотское море

61.05.1 – подзона Северо-Охотоморская

Исполнители: С.В. Клинушкин («МагаданНИРО»), А.В. Харитонов («ХабаровскНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения. При подготовке прогноза ОДУ синего краба на 2025 г. использованы промысловые данные, собранные в ходе мониторинговых работ в 2023 г., промысловые и биостатистические материалы, собранные в ходе учетно-ловушечной съемки на НИС «Зодиак» Магаданским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» («МагаданНИРО»), Хабаровским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» («ХабаровскНИРО») и Тихоокеанским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО») в 2020 г., а также материалы «МагаданНИРО», полученные в 2017 г. (рис. 1, табл. 1). Для анализа привлечены архивные данные (2004-2019 гг.) включающие в себя материалы НИР, промышленного лова, мониторинга промысла и данные ССД (2013-2023 гг.).

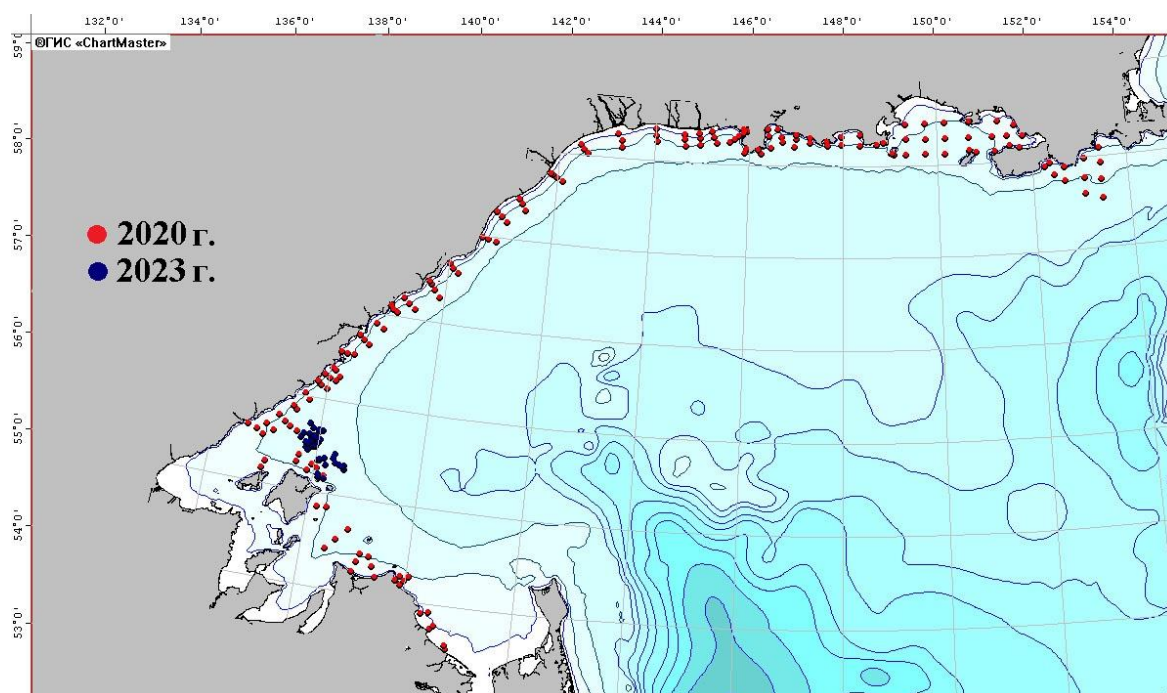


Рис. 1. Схема станций, выполненных на НИС «Зодиак» в 2020 г. и на СРТМ «Аян» в 2023 г.

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

Таблица 1

Данные, использованные при подготовке прогноза ОДУ краба синего в Северо-Охотоморской подзоне на 2025 г.

Год	Сроки работ	Район исследований	Кол-во станций	Самцов, экз.	Орудия лова	Организация сбора материалов
2023	Июль	55°09'-55°44' с.ш. 137°40'-138°34' в.д.	45	555	конические ловушки	«ВНИРО»
2020	Август-октябрь	Акватория 136°37'-153°26' в.д.	171	3913		«МагаданНИРО», «ХабаровскНИРО», «ТИНРО»

2017	Май-июнь	Банка Ионы	7	324		«МагаданНИРО»
------	----------	------------	---	-----	--	---------------

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 2025 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 2013-2022 гг. находилась на высоком уровне и в разные годы варьировала от 86 до 100% от выделенных объемов. В 2023 г. освоение ОДУ так же было высоким, по данным ССД вылов синего краба достиг 587 т (на 10.12.2023 г.), что составляет более 93% общего допустимого улова (рис. 2).

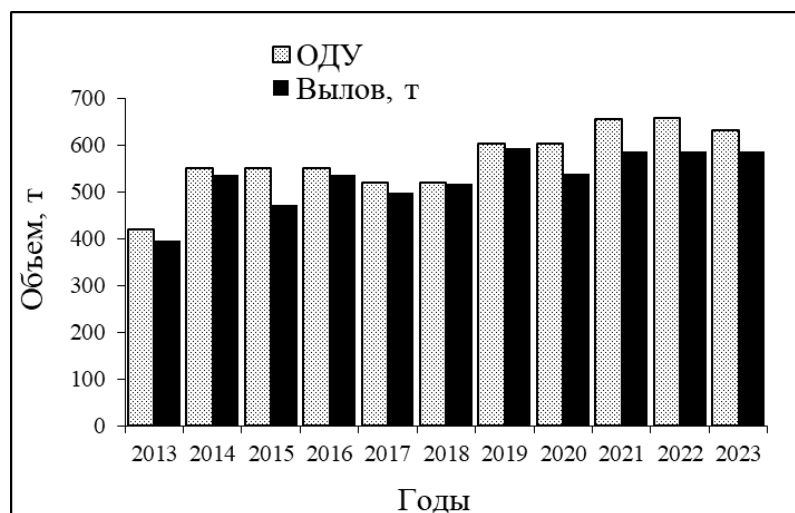


Рис. 2. Динамика освоения ОДУ синего краба в Северо-Охотоморской подзоне

В 2013-2014 гг. значительная часть общего вылова синего краба (около 40%) пришлось на акваторию западнее 147° в.д., где ведется его неспециализированный промысел (рис. 3). В 2013-2015 гг. также существенна (около 30%) в общем вылове была добыча краба в районе банки и о. Ионы. 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.). В районе, ограниченном координатами 147°-152° в.д., промысел практически не ведется.

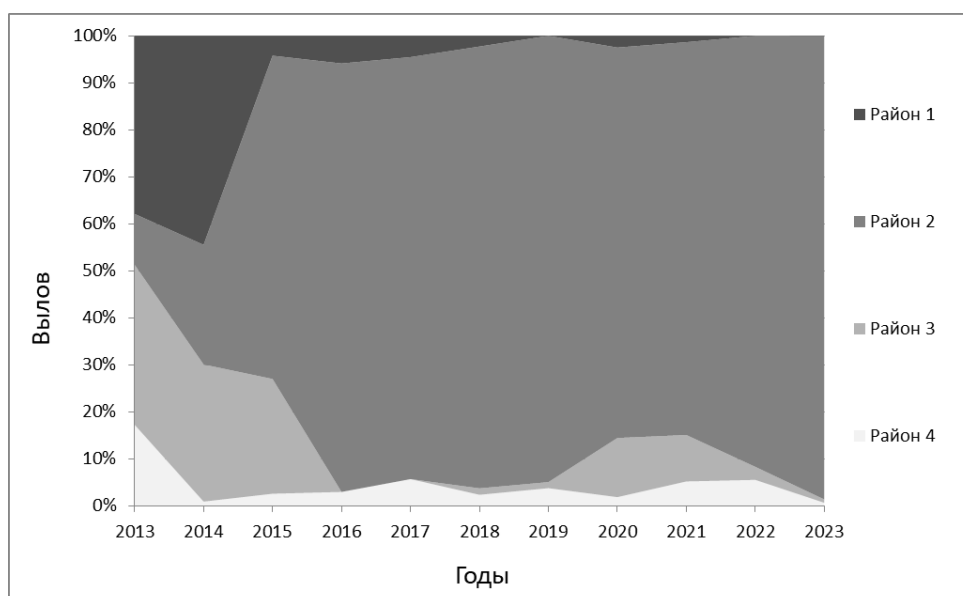


Рис. 3. Распределение промысловой нагрузки на синего краба по районам Северо-Охотоморской подзоны, (%). Обозначения: 1 – участок западнее 147° в.д.; 2 – акватория восточнее 152°00' в.д.; 3 – банка и о. Ионы; 4 – акватория, ограниченная 147-152° в.д.

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 г. среднесуточный вылов снизился до среднемноголетних значений.

Таблица 2

Среднесуточные уловы на промысле синего краба в Северо-Охотоморской подзоне в 2013-2023 гг.

Год	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Средний улов на судосутки, т	2,235	2,015	2,711	3,603	2,684	2,469	3,556	3,286	3,578	3,494	2,996

В районе, ограниченном координатами 147°00'-153°30' в.д. уловы, в зависимости от участка исследований, значительно различались. В 2020 г. средний улов на ловушку промысловых особей в северо-восточной части Северо-Охотоморской подзоны (зал. Забияка, зал. Бабушкина и шельф южнее его) составил 3,0 экз. Средние уловы на этом участке в 2006-2012, 2017-2019 гг. варьировали от 1,4 до 4,4 экз./лов. На акватории 147°00'-152°00' в.д. в 2020 г. средний улов на ловушку составил 0,7 экз. Средние уловы на этом участке в 2011, 2013, 2017 гг. варьировали от 0,1 до 1,0 экз./лов.

По материалам ловушечной съемки 2020 г. в северо-восточной части подзоны ширина карапакса самцов варьировала от 72 до 176 мм, составляя в среднем 133,6 мм (рис. 4). Доля промысловых самцов в уловах была близка к 62%. В 2019-2020 гг. в уловах преобладали крабы размером 130-160 мм по ширине карапакса.

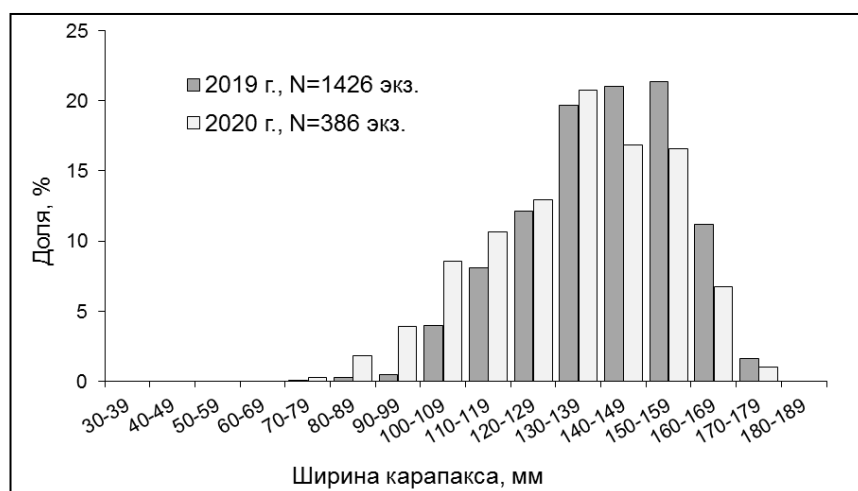


Рис. 4. Вариационные ряды ширины карапакса самцов синего краба из ловушечных уловов в северо-восточной части Северо-Охотоморской подзоны в 2019-2020 гг. (зал. Бабушкина и шельф южнее его)

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].

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 2019-2020 гг. биологические характеристики самцов оказались выше уровня предыдущих лет (табл. 4).

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

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.
2004	126,5±1,6	144,5±0,8	56	241
2005	125,8±1,5	141,1±1,0	46	147
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

Примечание: данные за 2009 г. нерепрезентативны, данные за 2011 и 2013-2018, 2021-2022 гг. отсутствуют

На участке, ограниченном координатами 136°30'-147°00' в.д., средний улов промысловых самцов в 2020 г. составил 0,6 экз./лов. Максимальный улов (12,0 экз./лов.) наблюдали на участке между зал. Феодота и м. Мармалан, на глубине 43 м. Согласно материалам исследований 2006-2015, 2018 гг., максимальные уловы синего краба достигали 5 экз./лов., при среднем улове 0,2 экз./лов.

На участке севернее о-ва Б. Шантар в 2020 г. в уловах среди самцов преобладали особи непромыслового размера 85,3%, доля промысловых крабов составила 14,7%. Ширина карапакса самцов синего краба изменялась в пределах 52-155 мм, средние значения составляли всех самцов — 109,4 мм, промысловых самцов — 136,9 мм (рис. 5).

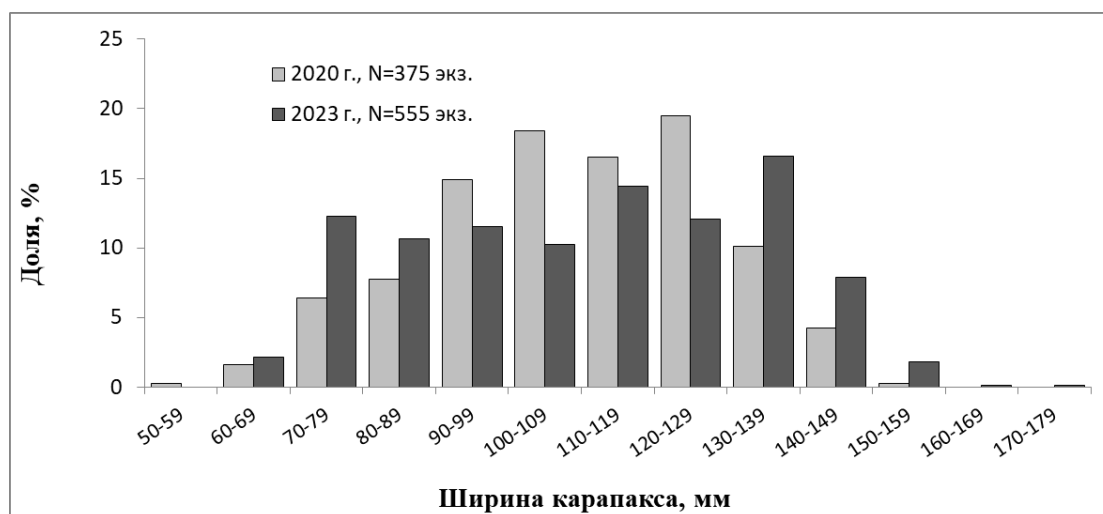


Рис. 5. Вариационные ряды ширины карапакса самцов синего краба (западнее 147°00' в.д.) на участке севернее о-ва Б. Шантар в 2020 г. и 2023 г.

В 2023 г. отмечаем увеличение, как доли, так и средней ширины карапакса промысловой группы на выделенном участке. Вероятно, эти изменения связаны с характером выполнения работ. Традиционно учетно-ловушечную съемку выполняли по заранее спланированной сетке станций, в течение последних лет (2015, 2017, 2018, 2020 гг.) на выделенном участке постановка станций осуществлялась в диапазоне глубин от 20 до 63 м, в 2023 г. работы выполняли на глубинах ранее специализированной съемкой не охваченных. В целом, учитывая что, в уловах самцов присутствуют особи всех размерно-функциональных классов, а их распределение в размерной структуре соответствует многолетнему распределению, можно с уверенностью сказать что, состояние группы синего краба на участке к северу от о-ва Б. Шантар находится в

стабильном состоянии.

В районе банки и о. Ионы обитает небольшая популяция синего краба. Учетными съемками охватывалась только банка 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 шириною карапакса 130-139 мм (рис. 6).

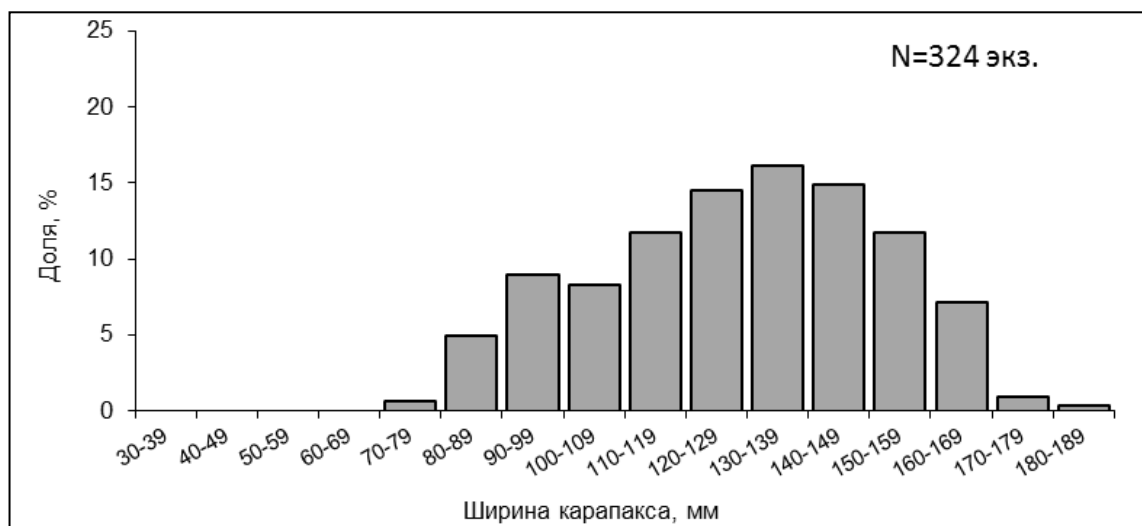


Рис. 6. Вариационный ряд ширины карапакса самцов синего краба в районе банки Ионы в 2017 г.

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

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 объемы его добычи (вылова) в сутки на одно судно. Для Северо-Охотоморской промысловой подзоны указанный объем составляет 0,37 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», 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. 7).

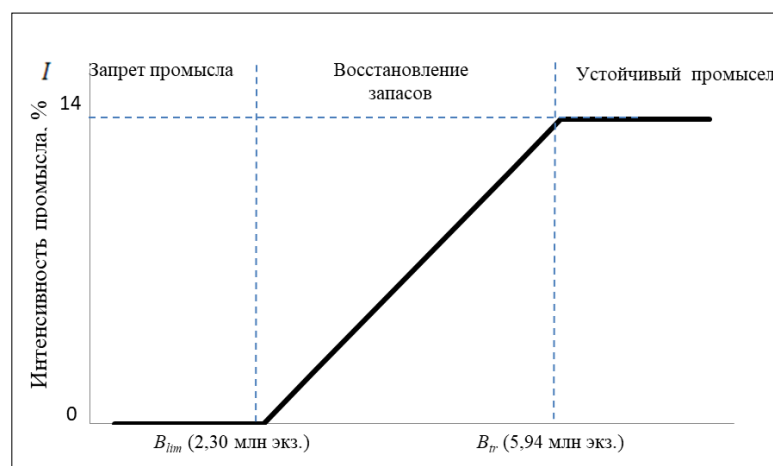


Рис. 7. Общая схема регулирования промысла синего краба в Северо-Охотоморской подзоне

Прогнозирование состояния запаса. Промысловый запас рассчитывался как произведение средней массы промыслового самца на его численность. В Северо-Охотоморской подзоне условно до 152° в.д. в качестве средней массы промыслового краба используется 1,5 кг, после 152° в.д., а также в районе банки 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 18,318 тыс. т, или 11,782 млн экз. (табл. 6).

Отдельно рассчитывался запас синего краба на акватории восточнее 152° в.д. (зал. Бабушкина и шельф южнее его), где ведется его основная добыча и на основе которого будет рассчитываться ОДУ. Промысловый запас синего краба на этой акватории площадью 3,405 тыс. км² составляет 4,684 тыс. т (2,755 млн экз.).

Таблица 6

Результаты оценки запаса синего краба в Северо-Охотоморской подзоне

Район работ	Год	Площадь, км ²	Запас, тыс. тонн	Организация, осуществлявшая сбор
-------------	-----	--------------------------	------------------	----------------------------------

			(млн экз.)	материалов
Акватория 136°30'-153°30' в.д.	2020	53454	17,516 (11,310)	«МагаданНИРО», «ХабаровскНИРО», «ТИНРО»
Банка Ионы	2017	825	0,802 (0,472)	«МагаданНИРО»
<i>Северо-Охотоморская подзона в целом</i>	<i>Всего</i>	<i>54279</i>	<i>18,318 (11,782)</i>	<i>Объединенные данные</i>

Согласно зональному правилу регулирования промысла суммарный промысловый запас находится в состоянии устойчивого промысла, при этом наблюдается увеличение запаса по сравнению с 2019 г. на 1,0 млн экз., что связано с увеличением исследованной площади почти на 5,5 тыс. км². Запас, оцененный в 2020 г., близок к расчетным данным 2017 г. (площадь 54,4 тыс. км²; промысловый запас 11,477 млн экз.).

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.

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 2020 г.			
СШК, мм	120,6-127,1	131,4	зеленый
ДПС, %	40,1-59,9	58	желтый
СУЛ, экз./кон.лов.	1,9-2,8	3,0	зеленый
акватория западнее 147° в.д. по данным 2023 г.			
СШК, мм	103,0-106,9	109,9	зеленый
ДПС, %	6,7-10,5	26,7	зеленый
СУЛ, экз./кон.лов.	0,19-0,23	0,1	красный
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

По данным 2017, 2020 и 2023 гг. индикаторы показывают: неопределенное состояние – на акватории банки Ионы и на участке западнее 147° в.д., рост на шельфе южнее зал. Бабушкина (см. табл. 7). Все это, в целом, позволяет оценить статус запаса

синего краба в Северо-Охотоморской подзоне как стабильный.

С учетом многолетнего стабильного состояния промысловой части популяции синего краба, предполагаем что промысловый запас в 2025 г. будет находиться выше целевого ориентира по численности.

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Посредством пакета DLMtool ОДУ синего краба в Северо-Охотоморской подзоне оценили на 2025 г. При этом допустили, что его вылов в 2024 г. будет соответствовать ОДУ, равному 0,615 тыс. т, в связи с прогнозируемым стабильным состоянием промыслового запаса; вылов на судосутки промысла, по нашим оценкам, в 2024-2025 гг. может составить 2,5-3,5 т/судосутки. В расчетах использовали среднее значение, т.е. 3,0 т/судосутки.

В результате расчетов средние оценки ОДУ на 2025 г., полученные разными методами, варьировали от 482 до 607 т (рис. 8).

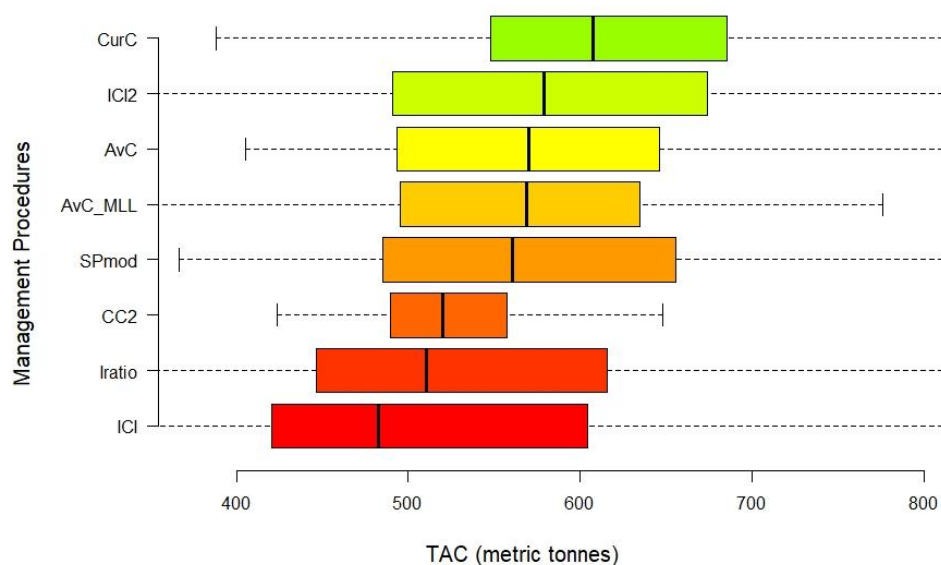


Рис. 8. Графическое представление результатов расчетов ОДУ синего краба в Северо-Охотоморской подзоне методами, реализованными в DLMtool (по оси ординат — процедура управления, метод оценки ОДУ; по оси абсцисс — ОДУ)

В дальнейшем выбор конкретного метода (или нескольких) может быть сделан на основе общих представлений о динамике запаса (растет, снижается, стабилен) и текущих целей управления.

Цель эксплуатации запаса синего краба – поддержание стабильного вылова [Правила регулирования..., 2020]. Как указано выше, прогнозируется стабильное состояние промыслового запаса синего краба в Северо-Охотоморской подзоне, поэтому наиболее оптимальной целью управления должно быть поддержание ОДУ на уровне близком к уровню последних лет.

Таким образом, перспективному состоянию запаса и цели управления, в наибольшей степени, соответствуют результаты расчетов, полученные методом CurC (рис. 9). Полученная с помощью этого метода медианная оценка округленно равна 607 т.

Таким образом, **ОДУ синего краба в Северо-Охотоморской подзоне на 2025 г. предлагается на уровне 0,607 тыс. т.**

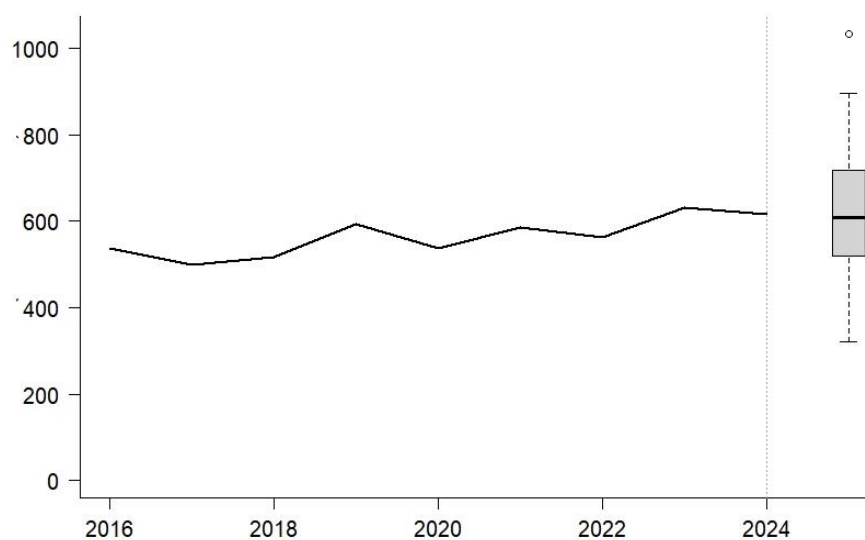


Рис. 9. Результаты расчета ОДУ синего краба в Северо-Охотоморской подзоне методом CurC

Анализ и диагностика полученных результатов. Целью эксплуатации запаса синего краба является получение стабильного вылова. Решение об установлении ОДУ принималось на основе немодельных оценок. Современное состояние запаса синего краба является стабильным. В соответствии с целью эксплуатации запаса предлагаем установить величину ОДУ синего краба на 2025 г. в объеме 0,607 тыс. т (что на 1,3% ниже ОДУ 2024 г.).

Список литературы

- 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). Москва: Издательство 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.
- Буяновский А.И. 2012. Прогноз потенциального вылова прибрежных беспозвоночных при затруднении с оценкой запаса. Методические рекомендации. / М.: ВНИРО. 222 с.
- Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. 2007. Географическая информационная система «Картмастер» // Рыбное хозяйство. №1. С. 96-99.
- 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.
- Михайлов В. И., Бандурин К. В., Горничных А. В., Карасёв А. Н. 2003. Промысловые беспозвоночные шельфа и континентального склона северной части Охотского моря. Магадан: МагаданНИРО. 284 с.
- Морошкин К.В. 1966. Водные массы Охотского моря. М: Наука. 68 с.
- Правила регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов на 2020-2023 гг. 2020. М.: ВНИРО. 39 с.

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.

Шершенкова С.А., Чернявский В.И. 2006. Гидрологический режим акватории // Ландшафты, климат и природные ресурсы Тауйской губы Охотского моря. Владивосток: С. 173-190.

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.

61.06 – зона Японское море

61.06.1 – подзона Приморье

Исполнители: О.Ю. Борилко, И.С. Черниенко («ТИНРО»), А.В. Харитонов («ХабаровскНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения. В основе прогноза ОДУ синего краба на 2025 г. лежат результаты ловушечной съемки НИС «Зодиак» и траловой съемки на НИС «Владимир Сафонов» и НИС «Дмитрий Песков», выполненных в 2022 г., а также многолетние данные, собранные при проведении государственного мониторинга, контрольного лова и научно-исследовательских работ за период с 1993 по 2022 гг. в подзоне Приморье (рис. 1-2, табл. 1).

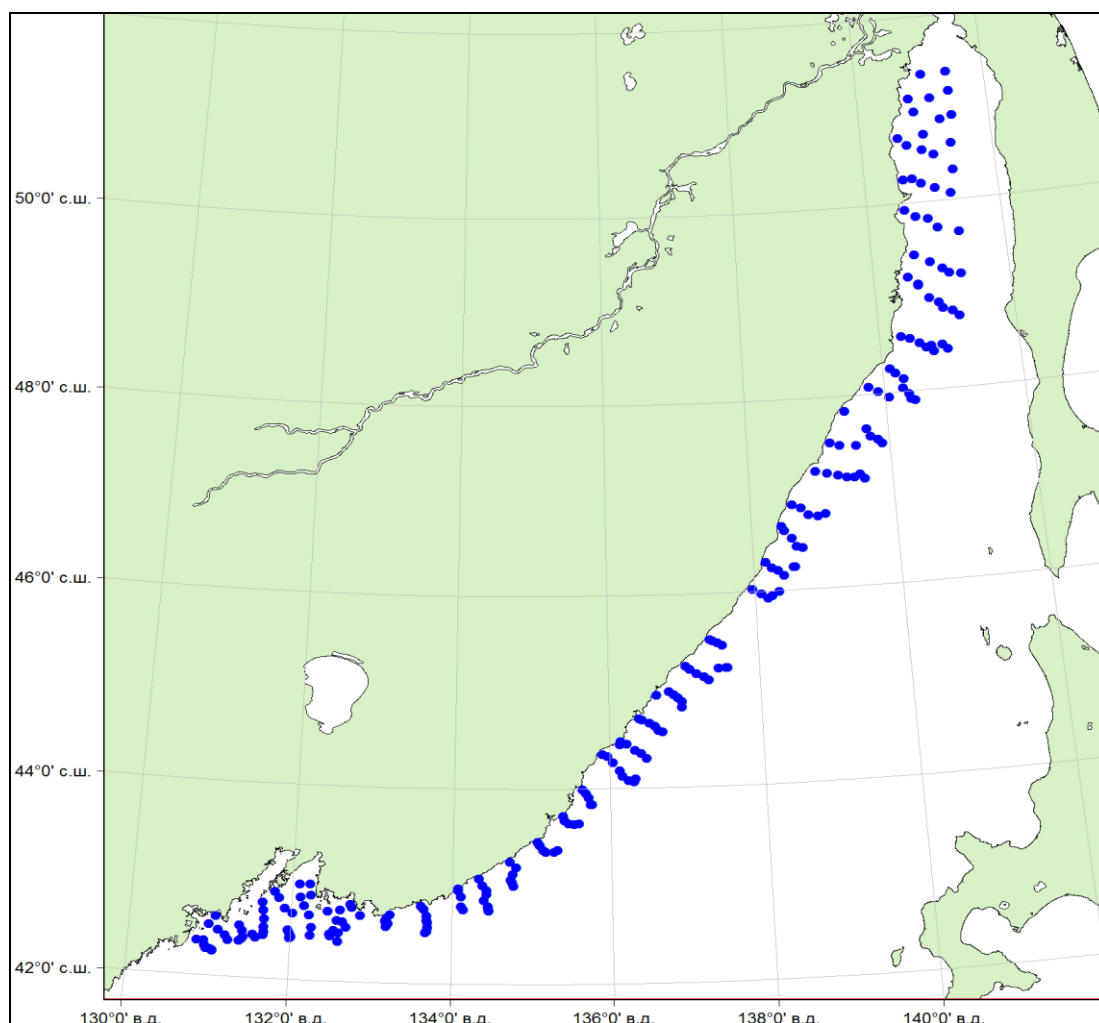


Рис. 1. Карта-схема станций траловой съемки, выполненной на НИС «Владимир Сафонов» и НИС «Дмитрий Песков» в 2022 г.

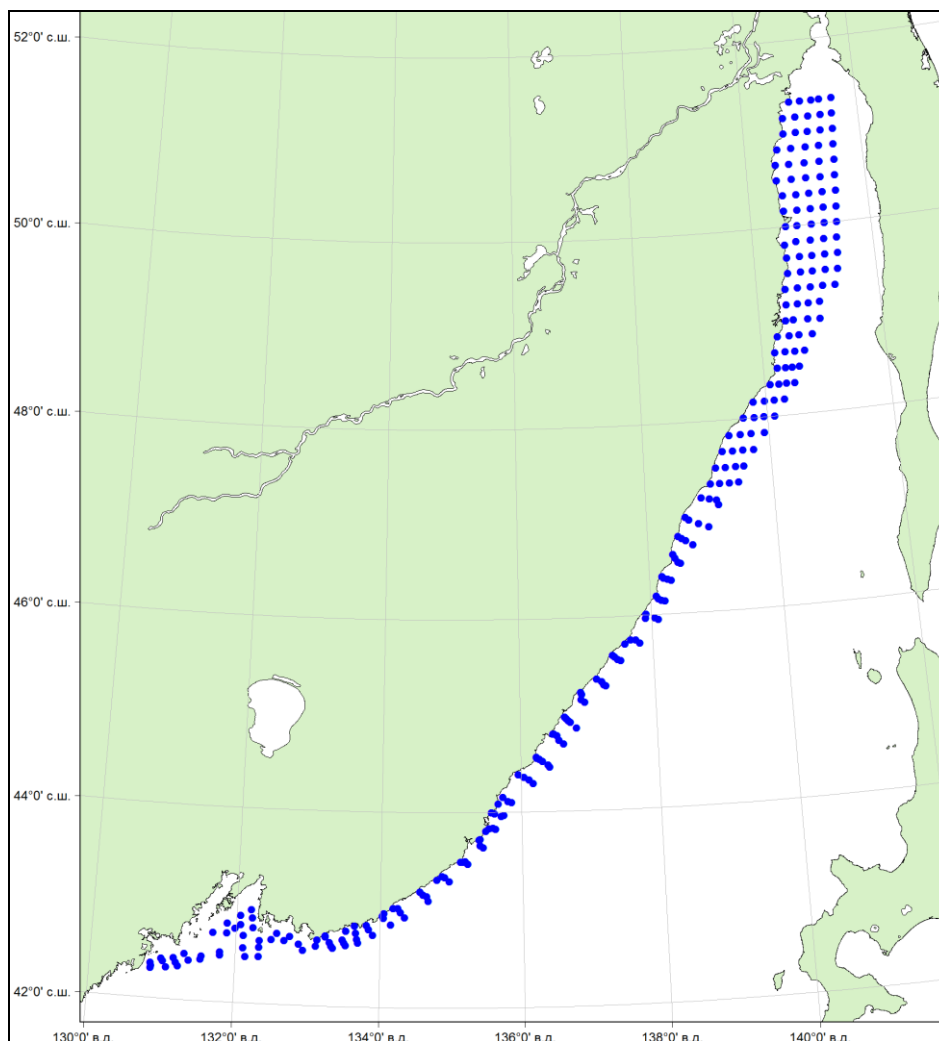


Рис. 2. Карта-схема станций ловушечной съемки, выполненной на НИС «Зодиак» в 2022 г.

Таблица 1

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

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-27,1/24,4		
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	48 ♂♂ и 47 ♀♀		
«Зодиак»			
Количество станций	154	113	267
Тип орудий лова	усечено-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	132 ♂♂ и 441 ♀♀		

¹ЮЧ – подзона Приморье южнее м. Золотой (47°20' с.ш.); ²СЧ – подзона Приморье севернее м. Золотой

При выполнении съемок использовался донный трал ДТ/ТВ-27,1/24,4, оснащенный 10-ти мм мелкаячейной делевой вставкой, и стандартные крабовые ловушки, имеющие форму усеченного конуса (усеченно-конические), соединенные в порядки.

Разборка улова и обработка первичной информации осуществлялись по стандартным методикам [Руководство по изучению десятиногих ракообразных..., 1979; Пособие по изучению промысловых ракообразных ДВ морей России», 2006]. При оценке запасов, как и в предыдущие годы, 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 (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 судосутки 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 судосутки и сведения о годовом изъятии на скоплении, полученные из данных промысловой статистики за предыдущие годы.

Уравнение модели имеет вид:

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

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 Бродди в уравнении Форда-Уолфорда.

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

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

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:

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

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

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 сигма-точечный 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 промыслился и являлся доминирующим видом промысла среди крабоидов.

Анализ многолетней динамики промыслового запаса синего краба в районах подзоны Приморье (с 2001 по 2022 гг.) показывает, что тенденция к увеличению сохранялась до 2013 г., когда было отмечено его максимальное значение – 15,3 тыс. т (рис. 3).

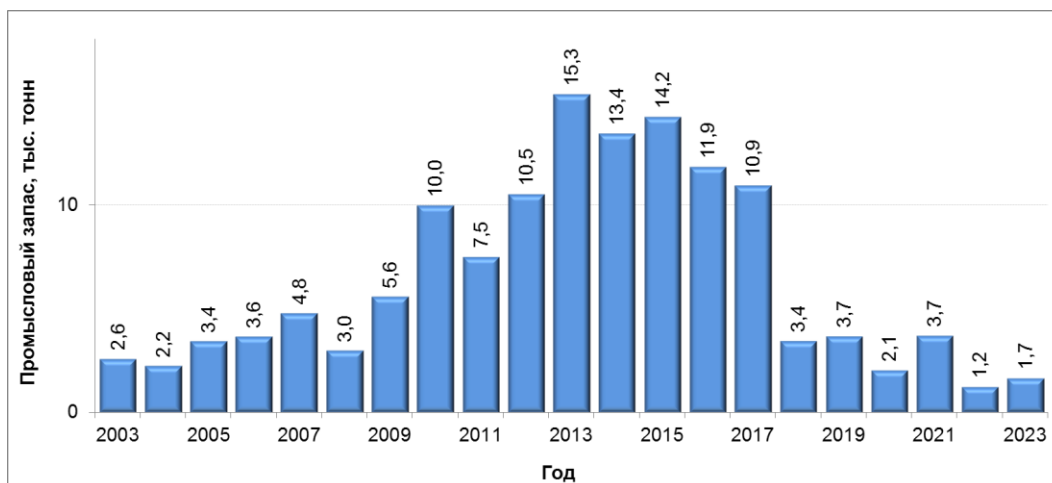


Рис. 3. Динамика промыслового запаса краба синего в подзоне Приморье в 2003-2023 гг.

Снижение численности, плотности и площади скоплений, падение уловов на усилии (в районах к югу от 47°20' с.ш.) к началу 2000-х гг. привели 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.), который 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 о 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 запрета рыболовства синего краба за исключением рыболовства в научно – исследовательских и контрольных целях на период по 31 декабря 2023 г. и с 1 января 2024 г. по 31 декабря 2024 г. с утверждённым объемом ОДУ синего краба на 2024 г. – 0,005 тыс. т (Приказ Минсельхоза № 692 от 25 августа 2023 г.).

По данным ОСМ «Рыболовство», в период 2014-2022 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 2014-2024 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	%			
2014	0,533	0,452	84,8	0,535	0,004	0,7	1,068	0,456	42,7
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		

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. – 53,8%. 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. 4).

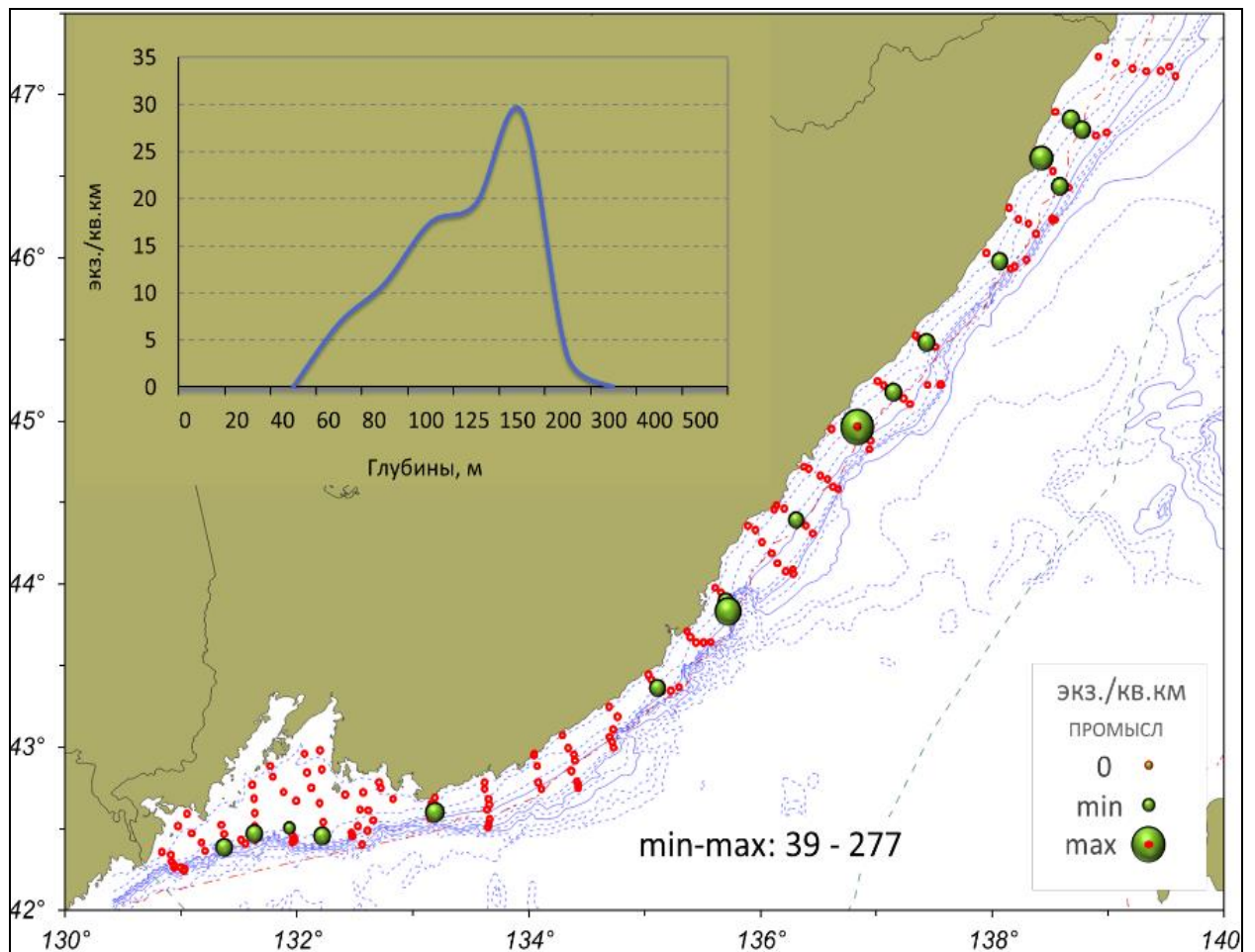


Рис. 4. Распределение промысловых самцов (экз./км²) краба синего в подзоне Приморье (к югу от мыса Золотого), по данным траловых съемок 2022 г.

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. 5).

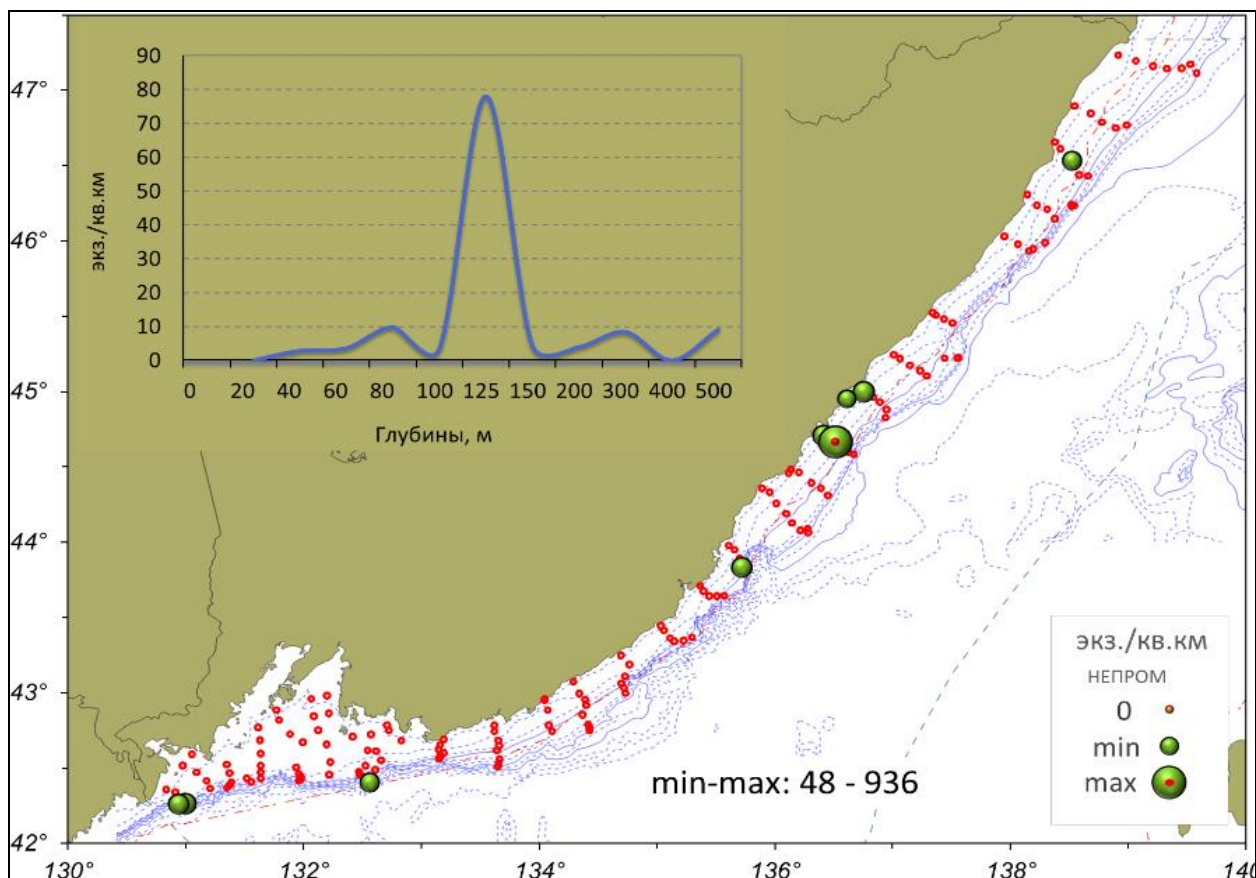


Рис. 5. Распределение непромысловых самцов (экз./кв.км²) краба синего в подзоне Приморье (к югу от мыса Золотого), по данным траловых съемок 2022 г.

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. 6).

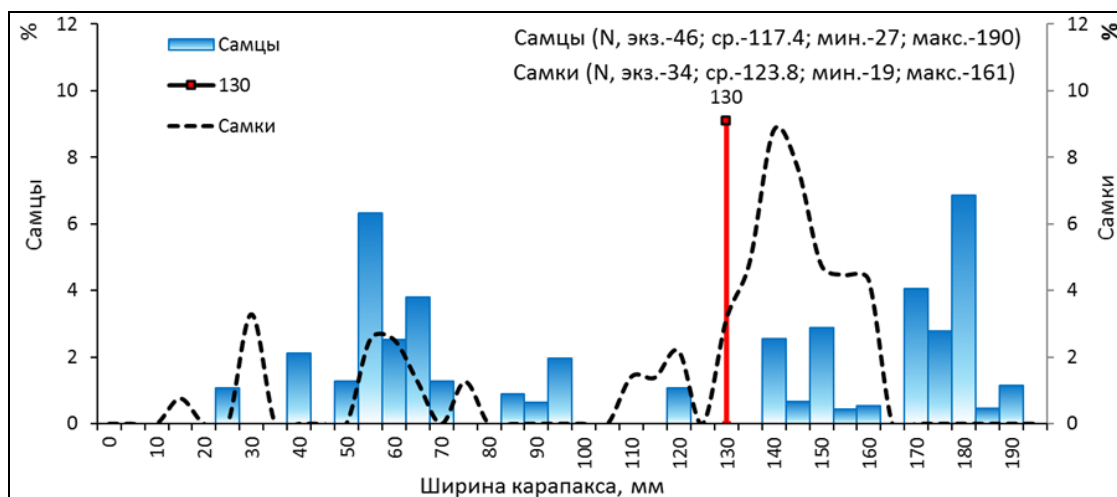


Рис. 6. Размерный состав краба синего в подзоне Приморье (к югу от мыса Золотого) в 2022 г., по материалам траловых сборов.

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. 7).

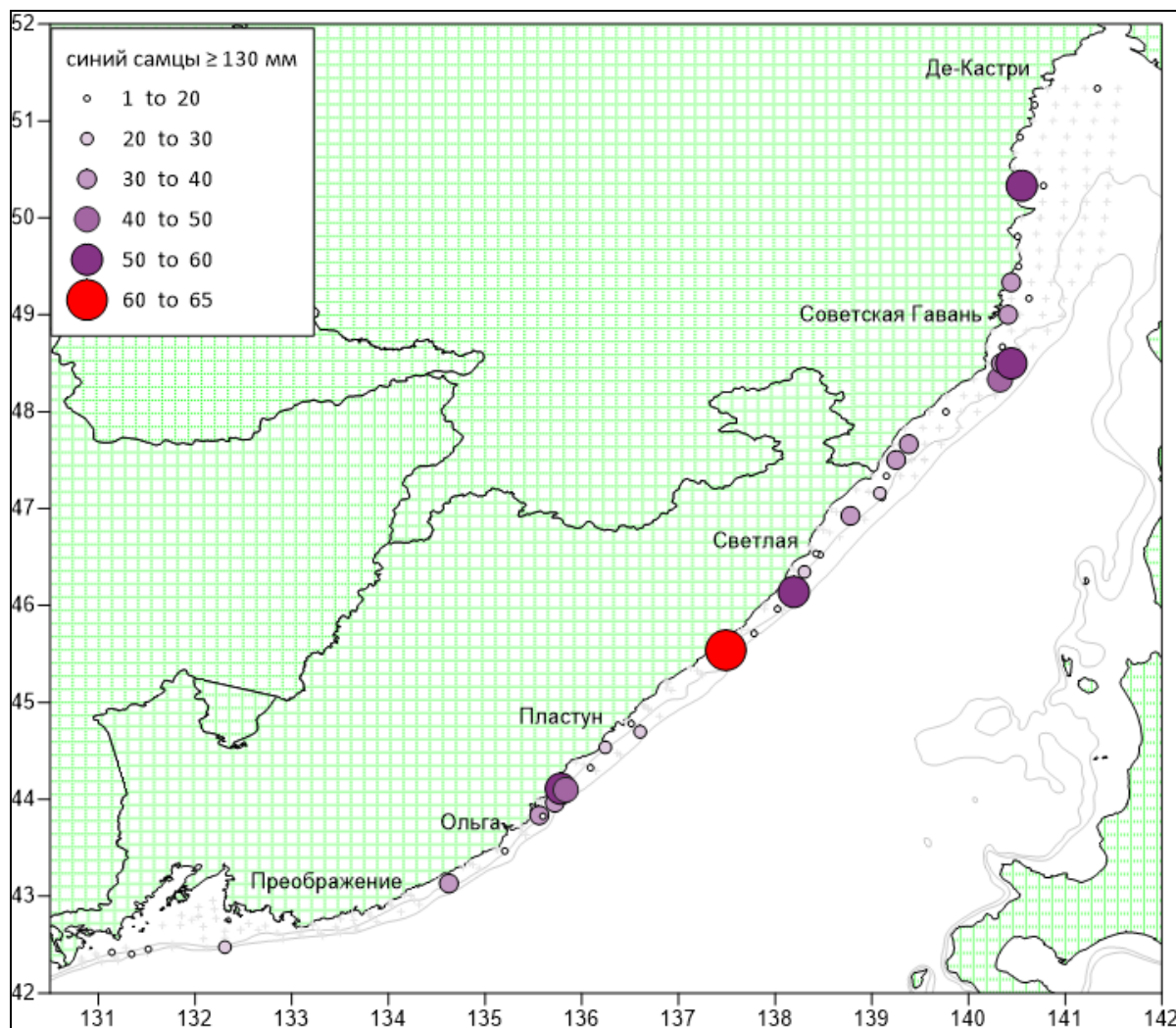


Рис. 7. Распределение (экз./км²) промысловых самцов краба синего в весенне-летний период 2022 г., по данным ловушечной съемки на НИС «Зодиак».

Относительно схожая ситуация отмечалась 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 – 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. 8).

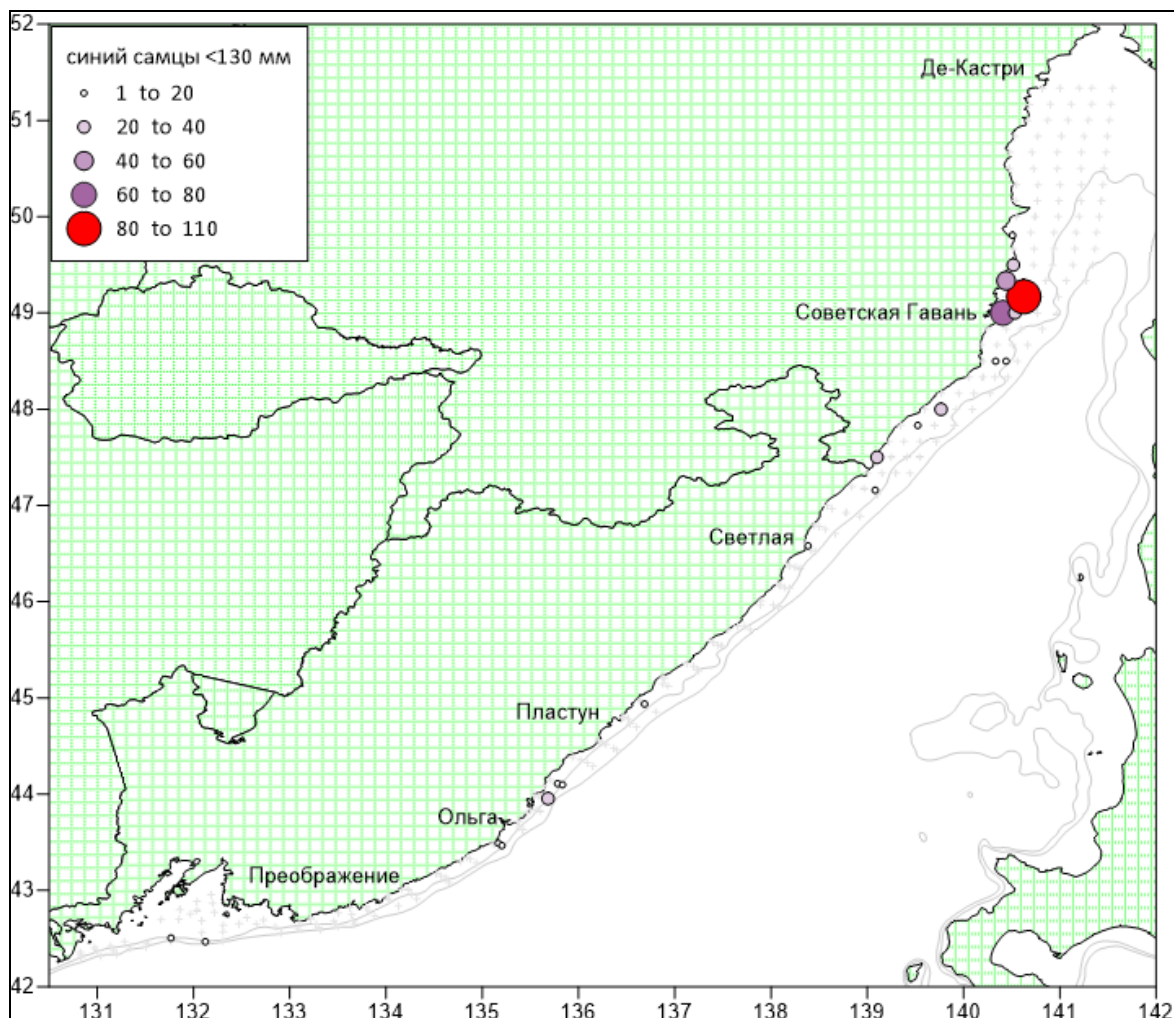


Рис. 8. Распределение (экз./км²) непромысловых самцов краба синего в весенне-летний период 2022 г., по данным ловушечной съемки на НИС «Зодиак».

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. 3).

Таблица 3

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, как правило, крупнее, чем в северных (табл. 4). Это, в свою очередь, может указывать на разную продолжительность и интенсивность промысла на данных акваториях.

Таблица 4

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

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.

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. 9).

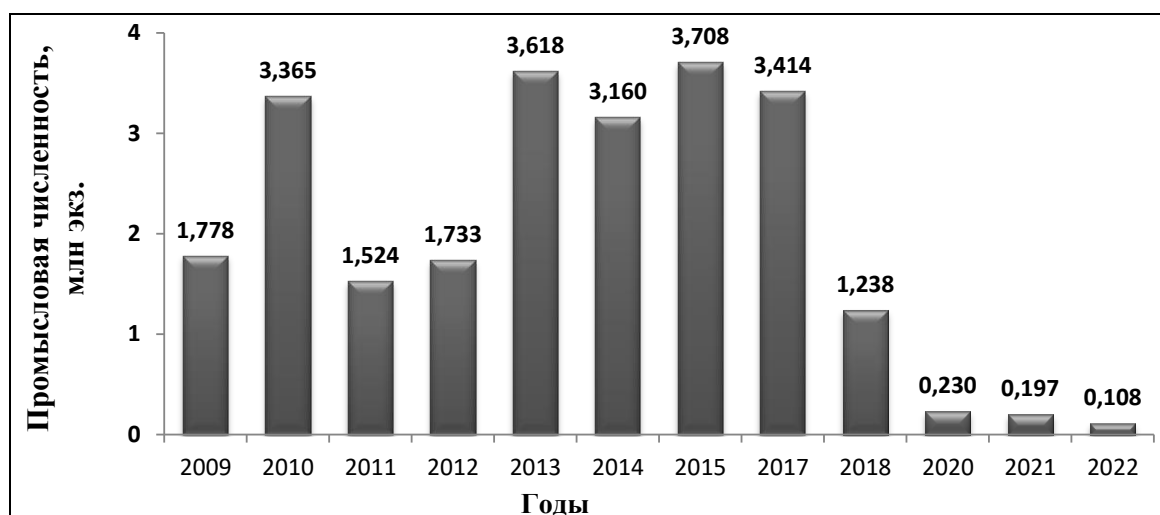


Рис. 9. Динамика численности промысловых самцов синего краба в подзоне Приморье, к северу от мыса Золотой.

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. 5, рис. 10).

Таблица 5

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

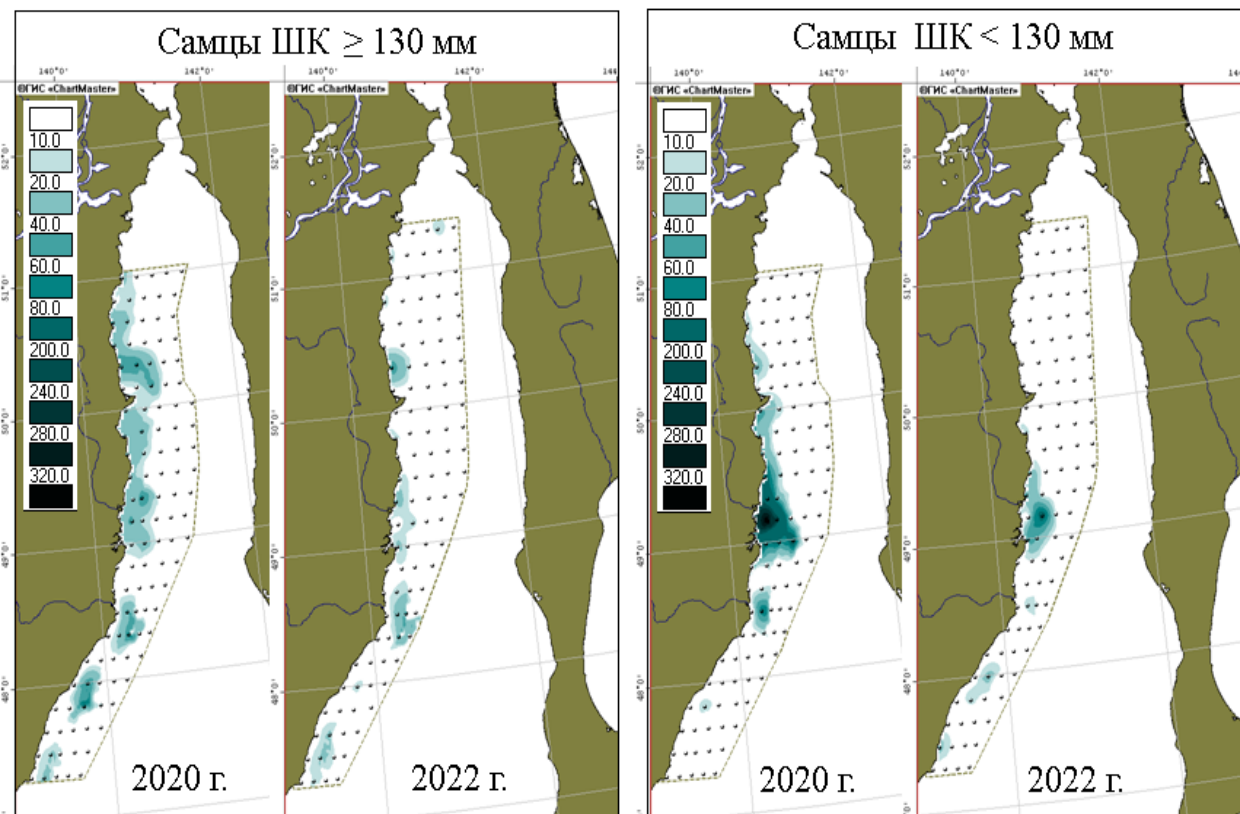


Рис. 10. Плотность распределения (экз./км²) промысловых и непромысловых самцов краба синего в подзоне Приморье, к северу от мыса Золотой, в 2020 и 2022 гг.

Основу уловов самцов синего краба в 2022 г. составляли особи с ШК 110-149 мм (min = 96 мм, max = 198 мм, $\sigma_{\bar{x}} = 3,477$). Средний размер самцов составлял 137,9 мм, промысловых самцов – 156,9 мм (рис. 11).

Как видно из рисунка 12, 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. 12).

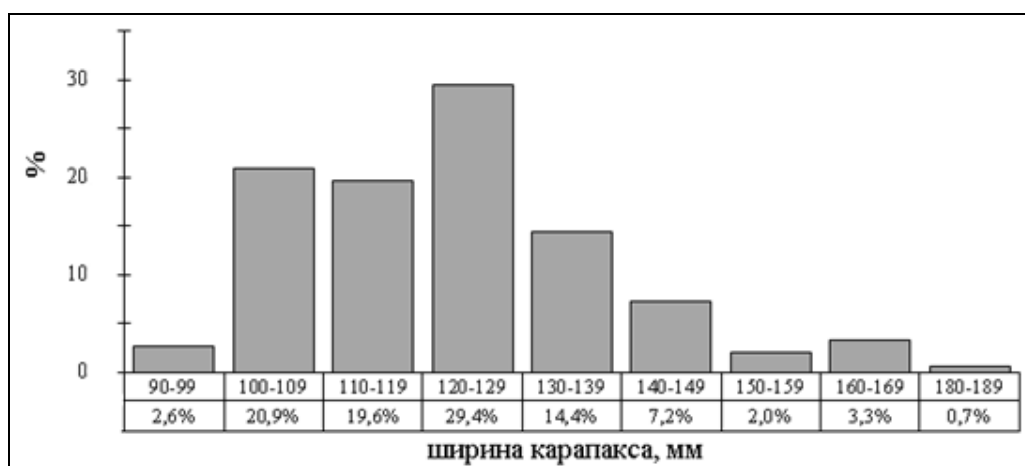


Рис. 11. Размерный состав самцов краба синего по данным ловушечной съемки, выполненной в северо-западной части Татарского пролива в мае-июне 2022 г. (N=56).

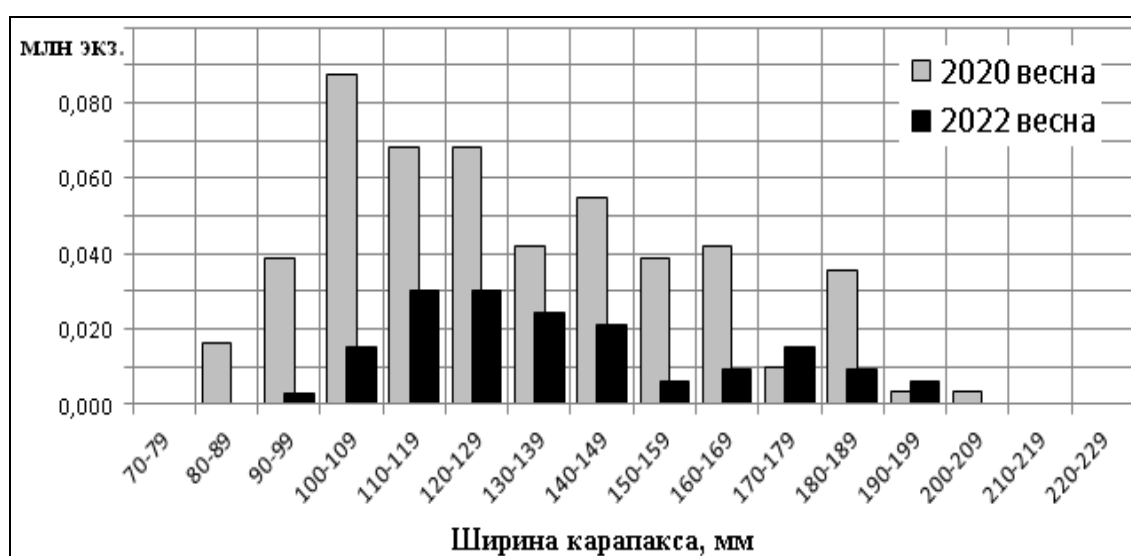


Рис. 12. Размерный состав самцов краба синего по данным ловушечных съемок, выполненных в северо-западной части Татарского пролива весной 2020 и 2022 гг.

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. 6, рис. 13). Соответственно, численность крабов на данном участке можно рассматривать, как индикатор состояния будущего пополнения промыслового запаса.

Таблица 6

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

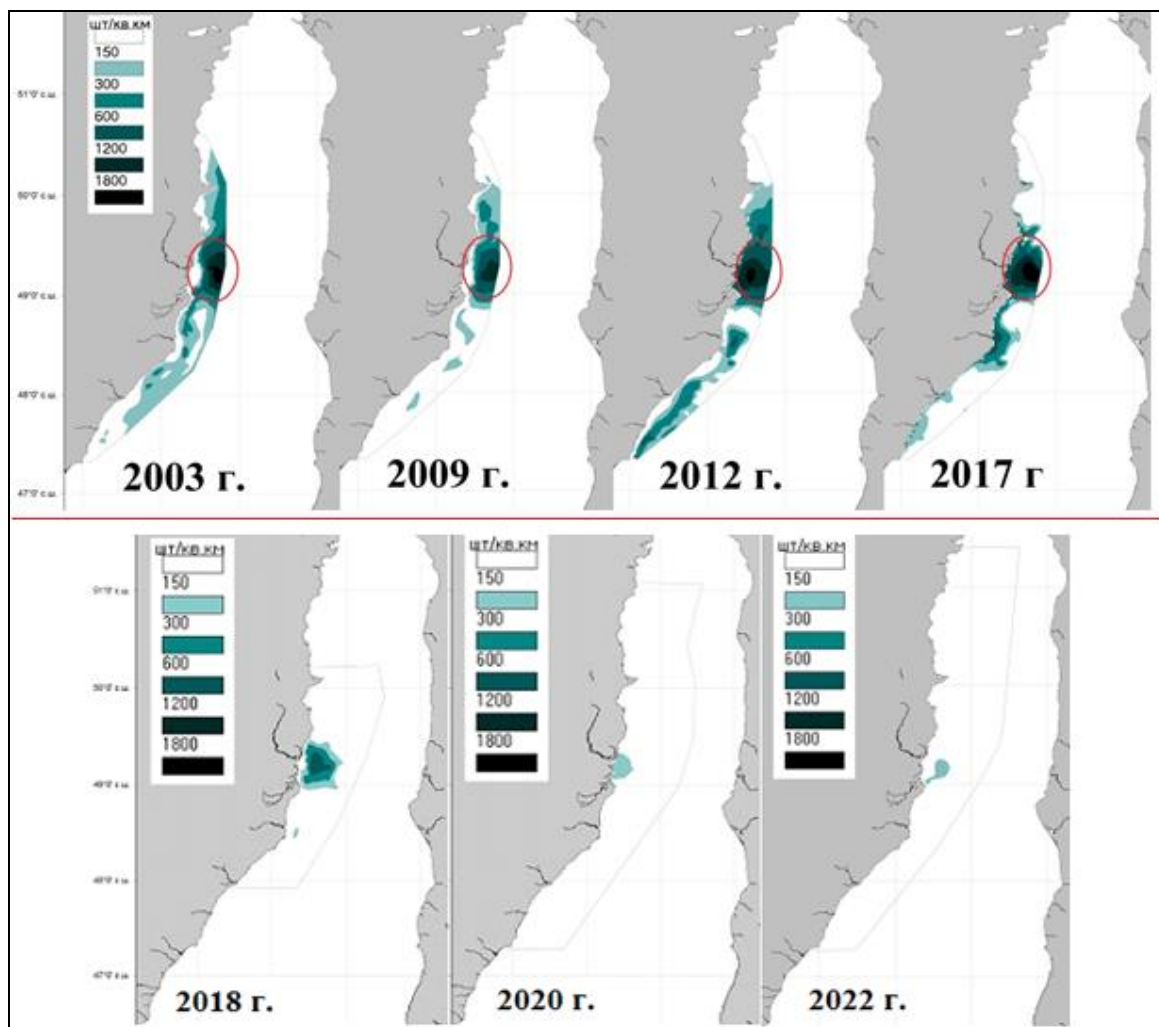


Рис. 13. Распределение (экз./км²) непромысловых самцов краба синего в подзоне Приморье (к северу от м. Золотой) с 2003 по 2022 гг.

Согласно результатам анализа, с 2018 по 2022 гг. на указанном участке отмечалось значительное снижение плотности скоплений, а также численности непромысловых самцов синего краба (табл. 7). Похожая тенденция отмечается и в целом для всей северо-западной части Татарского пролива.

Таблица 7

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

С высокой вероятностью, можно предположить, что в ближайшие годы перспектива роста промыслового запаса, ввиду низкой величины пополнения промысловой численности в подзоне Приморье, севернее м. Золотой, отсутствует.

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 8*. В целом для подзоны Приморье граничный ориентир для синего краба, полученный в результате моделирования динамики запаса конечно-разностной моделью с запаздыванием, определен в 2,4 тыс. т, целевой – 3,45 тыс. т.

Таблица 8

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 14*.

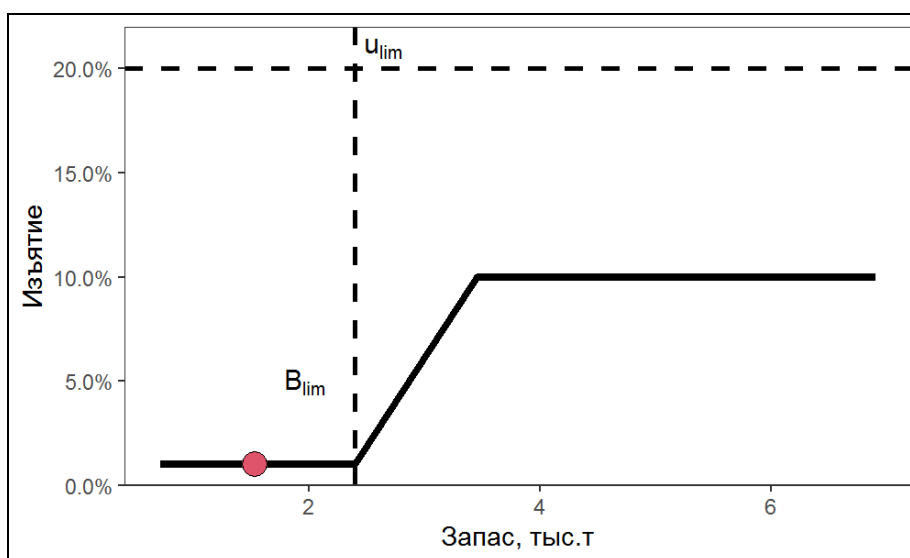


Рис. 14. Графическое представление ПРП для краба синего в подзоне Приморье.

Прогнозирование состояния запаса. Оценка промысловой биомассы синего краба, полученная по результатам математического моделирования в 2023 г. для всей подзоны Приморье составляет 1,67 тыс. тонн, что в 1,4 раза меньше граничного ориентира.

Ожидаемая оценка запаса в 2024 году, полученная по результатам 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. 15*).

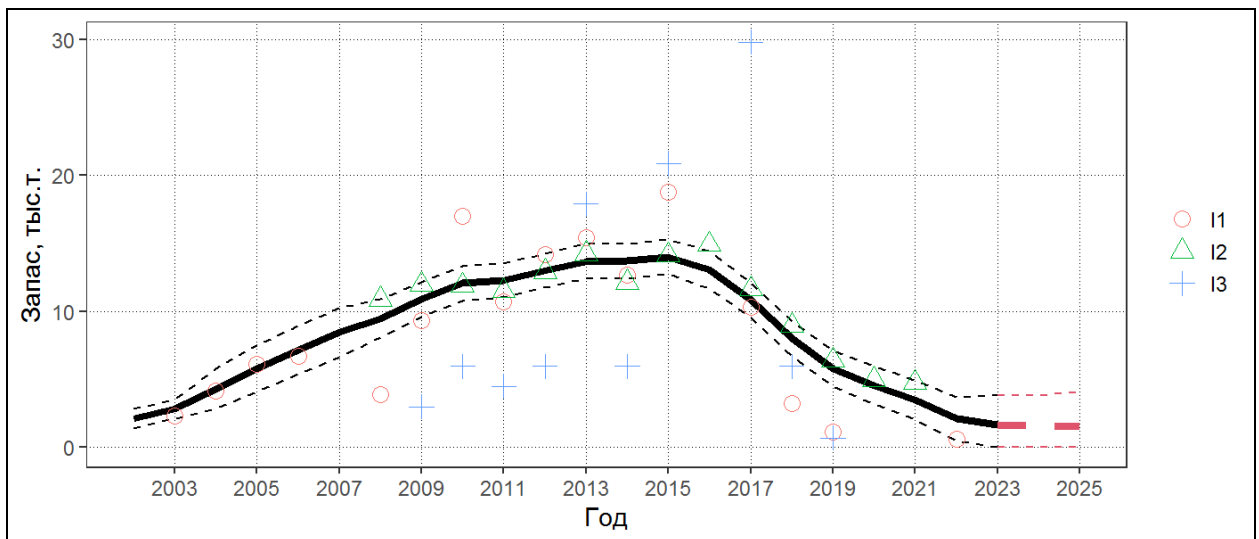


Рис. 15. Динамика биомассы запаса синего краба подзоны Приморье. I1 – оценки запаса по результатам учётных съёмок, I2 – индексы уловов по материалам промысловой статистики, I3 – индекс уловов на усилие по ловушечным съёмкам.

Оценку прогнозируемой величины промыслового запаса на 2025 год получили в результате имитации динамики биомассы этого запаса. Для построения прогнозного значения были использованы оптимизированные алгоритмы вышеуказанной модели.

Моделирование, выполненное с использованием данных учетных съёмок, показало, что прогноз запаса находится в 95% доверительном интервале до 4,06 тыс. т при средней величине 1,60 тыс. тонн, что ниже граничного ориентира в полтора раза.

Вероятность того, что промысловая биомасса синего краба и в 2025 году окажется ниже граничного ориентира, высока. Ее оценка составляет $P(B_{2025} \leq B_{lim}) = 0,83$ (рисунок 16).

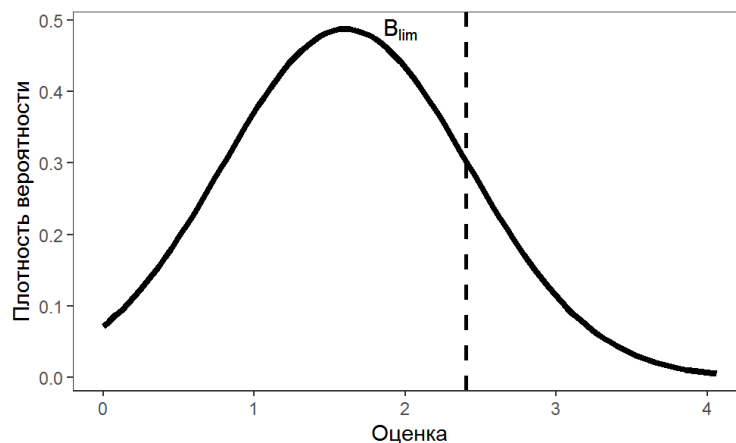


Рисунок 16 - Распределение ожидаемой в 2024 г. биомассы запаса синего краба подзоны Приморье

Диаграмма Кобе, иллюстрирующая динамику состояния системы запас-промысел синего краба в подзоне Приморье представлена на рисунке 15.

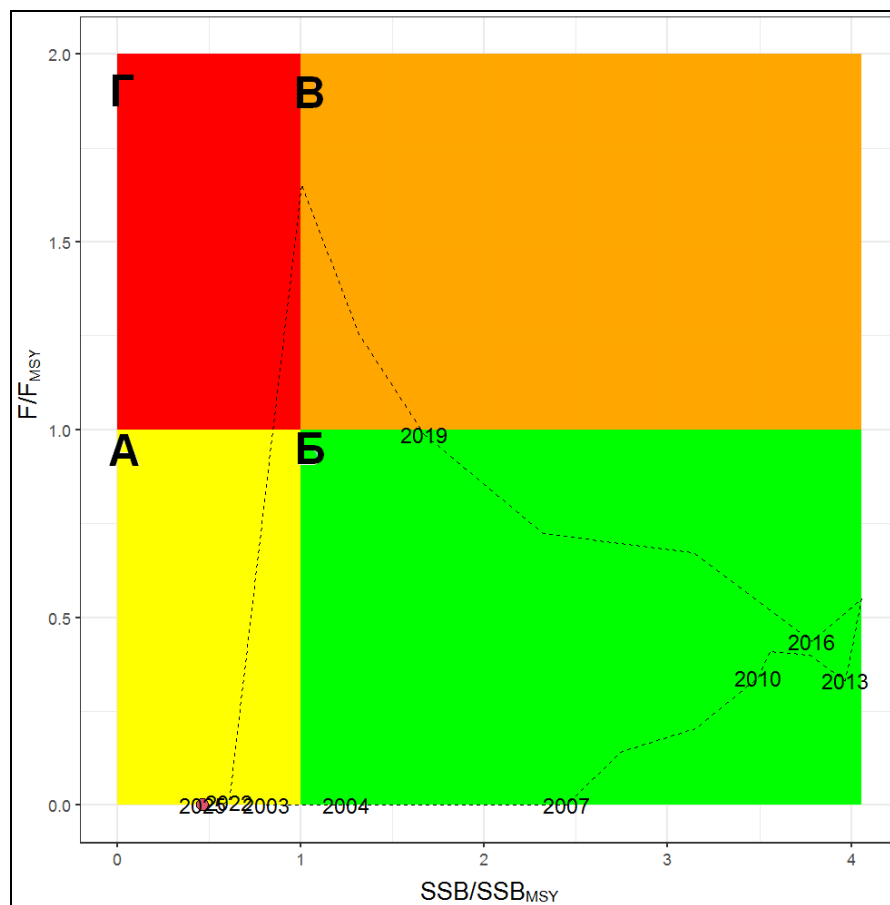


Рисунок 15 – Диаграмма Кобе для синего краба подзоны Приморье

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) $\frac{F_t}{F_{MSY}}$.

При этом 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 рекомендуемого 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 и 2023 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 2025 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 2025 г. в объеме 0,005 тыс. т исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.**

Список литературы

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.

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.

Михайлов В.И., Бандурин К.В., Горничных А.В., Карасев А.Н. Промысловые беспозвоночные шельфа и континентального склона северной части Охотского моря: монография. – Магадан: МагаданНИРО, 2003.– 284 с.

Приложение к Приказу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 06.05.2022 г. № 285 «Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна».

Алексеев Д.О., Бабаян К.В., Буяновский А.И., Моисеев С.И., Ботнев Д.А., Сологуб Д.О., Лищенко Ф.В. 2015. Оценка состояния основных единиц запасов крабов и крабоидов в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне, с определением возможных ориентиров освоения до 2017 г. и на последующую перспективу//ВНИРО. 79 с.

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.

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 для оценки запасов по результатам траловых донных съемок на примере креветки *Pandalus borealis* у Шпицбергена//В сб.: Морские промысловые беспозвоночные//ВНИРО. С. 45–70.

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., 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.

Препарата Ф., Шеймос М. 1989 Вычислительная геометрия. // М.: Мир - 478 с.

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.). - С.17-18.

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.

Deriso R.V. Harvesting Strategies and Parameter Estimation for an Age-Structured Model // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1980. V. 37. P. 268–282.

Schnute J.T. A General Fishery Model for a Size-Structured Fish Population // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1987. V. 44. № 1980. P. 924–940.

Meyer R., Millar R.B. Bayesian Stock Assessment using a State-Space Implementation of the Delay Difference Model // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1998. V. 56. P. 37–52.

Särkkä S. Bayesian filtering and smoothing. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2013. 232 p.

Merwe R. van der, Wan E., Julier S. 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.

Михеев А.А. Метод полигонов и обобщенная модель Лесли с фильтром Калмана (ОМЛ ФК) // Отчёт НИР, СахНИРО, 2011. — Арх. № 11473, 46 с.

R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing [Электронный ресурс]. URL: <https://www.R-project.org/>

Бабаян В.К. 2000. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ): Анализ и рекомендации по применению. М., Изд-во ВНИРО. -192 с.

Краб колючий - *Paralithodes brevipes*

61.05 – зона Охотское море

61.05.1 – подзона Северо-Охотоморская

Исполнители: А.Д. Абаев («МагаданНИРО»), А.В. Харитонов («ХабаровскНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения. Источником данных к прогнозу колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне 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 2020 г., с привлечением материалов наблюдений прошлых лет и промысловой статистики. Кроме того, в прогнозе также использованы биологические материалы, полученные сотрудниками («ХабаровскНИРО») на промысле колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне в июле 2022 г.

В 2020 г. была проведена ловушечная съемка с борта НИС «Зодиак» в Северо-Охотоморской подзоне от Сахалинского залива (53°33' с.ш. 140°52' в.д.) до зал. Бабушкина (59°16' с.ш. 153°30' в.д.) в интервале глубин 10-104 м. Работы проводились с 30 августа по 17 октября 2020 г. За указанный период выполнено 171 ловушечная станция. Из них 126 станций в зоне ответственности «ХабаровскНИРО» (западнее 147° в.д.) и 45 станций в зоне ответственности «МагаданНИРО» (восточнее 147° в.д.) (табл. 1; рис. 1). В июле 2022 г. научно-поисковые работы проводились с промыслового судна в районе от м. Лантарский (56°11'6 с. ш.) до бух. Феодота (57°09'0 с. ш.) на глубинах 10-35 м. Выполнено 23 станции, проанализировано 1290 экз. крабов (табл. 1).

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

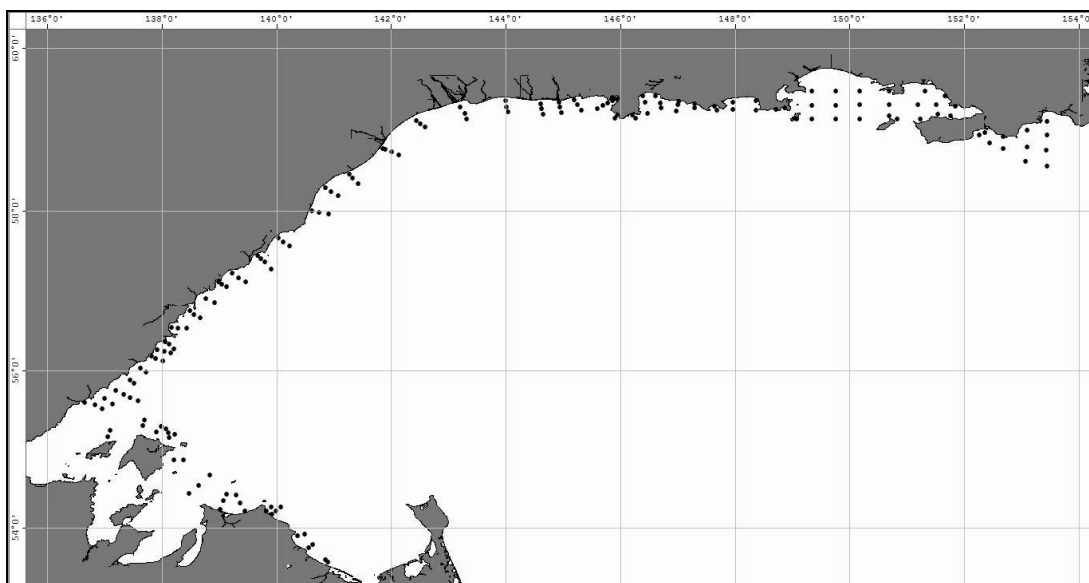


Рисунок 1. Карта-схема постановок крабовых ловушечных порядков в ходе съемки на НИС «Зодиак» в августе-октябре 2020 г.

Информационное обеспечение прогноза ОДУ можно отнести к III уровню, согласно требованиям Приказа Минсельхоза России от 06.02.2015 г. № 104.

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, в этой связи мы не можем применять методы моделирования, поэтому в прогнозе применяем оценку численности запаса, полученную 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 2020 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).

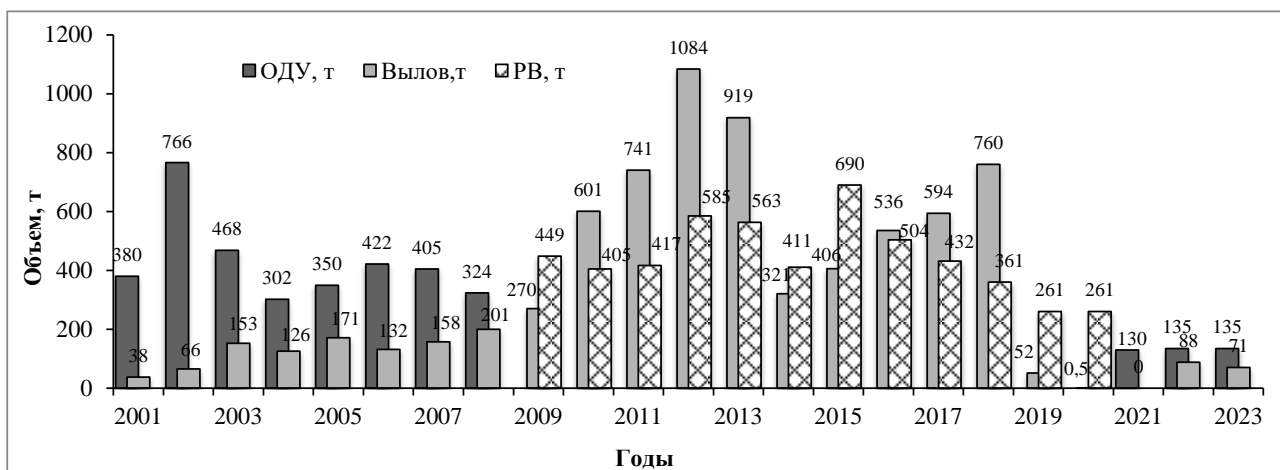


Рисунок 2. Динамика величины прогноза (ОДУ, РВ) и объемов вылова колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне за период 2001-2023 гг.

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).

Таблица 2

Освоение объемов РВ и ОДУ колючего краба (%) в Северо-Охотоморской подзоне в период 2009-2022 гг. и возможные причины расхождения фактического вылова с РВ/ОДУ

Годы	Объем РВ/ОДУ	Вылов, т	Освоение, %	Причины расхождения фактического объема вылова с объемом РВ
2009	449/0	270	60,1	Отнесен к объектам ВБР, для которых ОДУ 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	65,5	По промышленным квотам работало 1 среднетоннажное и 1 малотоннажное рыболовные суда
2023	0/135	70,7	52,4	По промышленным квотам работало 2 судна

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).

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, 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 70,389 т. По данным ССД и Амурского территориального управления Росрыболовства вылов в 2022 г. составил 88,459 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.

Анализ промысловой статистики (данные ССД) по колючему крабу в период 2009–2023 гг. (промстатистика за 2019 г. отсутствует, в 2020 г. колючий краб осваивался только в режиме НИР, в 2021 г. не осваивался) показал, что среднесуточный вылов одного судна в летний период 2023 г. был низким, относительно 2016-2022 гг. и изменялся от 0,820 т в середине июля до 1,598 т в конце июля. В среднем суточный вылов в 2023 г. по данным ССД составлял 1,327 т (табл. 3). Тем не менее, считаем, что 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 2009-2023 гг.

Декада/ месяц	Год*											
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2022	2023
1/5	–	–	–	–	–	–	–	–	0,702	–	–	
2/5	–	–	–	–	–	0,509	–	–	1,460	2,980	–	
3/5	–	–	0,106	–	–	0,742	–	–	0,845	2,278	–	
1/6	–	–	0,351	–	0,193	1,079	1,918	0,358	2,899	2,798	5,634	
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
2/7	1,458	2,101	3,108	1,731	1,675	2,584	3,082	2,144	2,692	4,742	3,534	1,036

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
1/8	Период ежегодного запрета промысла											
2/8												
3/8												
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 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
Средний вылов осенний период	0,864	2,558	1,832	1,701	1,815	–	0,396	–	–	–	–	–
Судов промысле, ед.	13	14	10	18	17	6	9	8	7	6	1	2

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-Охотморского 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) 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-Охотморской подзоне. В период 2019-2023 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 околтурены локальные промысловые скопления колючего краба на акватории от м. Борисова (55°56,6' с.ш. 137°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°26,6' с.ш. 138°12,7' в.д.) до м. Оджан (57°28,8' с.ш. 139°47,8' в.д.), от п. Новая Иня (59°21,6' с.ш. 144°57,5' в.д.) до п-ова Лисянского, а также в зал. Шельтинга и Тауйской губе.

По данным проведенных учетных работ в 2020 г. в северо-западной части Северо-Охотморской подзоны колючий краб облавливался на глубинах от 10 до 50 м. В уловах преобладали промысловые самцы – 51,7%, доля непромысловых самцов составляла 9,5%, самок – 38,8%. Промысловые самцы встречались в уловах от Сахалинского залива до Ейринейской губы, на глубинах от 12 до 45 м. Относительно плотную концентрацию ожидаемо отмечали на участке от м. Борисова до зал. Фёдора (57°01,2' с.ш. 138°48,4' в.д.)

на глубинах от 17 до 40 м, средняя плотность на этом участке составила 298 экз./км². Максимальный улов достигал 8,5 экз./лов., средний 1 экз./лов. Также отмечено скопление восточнее Охотска на глубине 16 м, с плотностью в ядре скопления 242 экз./км². В целом, по району исследований (западнее 147° в.д.), средняя плотность скоплений составляла 52 экз./км².

Самцы промыслового размера в 2020 г. отмечались в уловах на участке от м. Борисова до п-ова Нонгдар-Неготни на глубинах 35-43 м, средняя плотность на этом участке составляла 49 экз./км², а по району исследований западнее 147° в. д. – 8 экз./км².

Основу улова самцов колючего краба в 2020 г., около 45,1% составляли особи с шириной карапакса 100-119 мм (min = 67 мм, max = 172 мм) (рис. 3). Средний размер карапакса самцов составлял 117,6 мм, средняя масса тела – 1080 г. Средний размер промысловых самцов – 122,3 мм, средняя масса тела – 1193 г (табл. 4). Зависимость массы тела (W, г) от ширины карапакса (L, мм) самцов колючего краба в августе-октябре 2020 г. описывалась уравнением $W=0,0015 \times L^{2,8154}$ ($R^2=0,978$; $N = 252$ экз.).

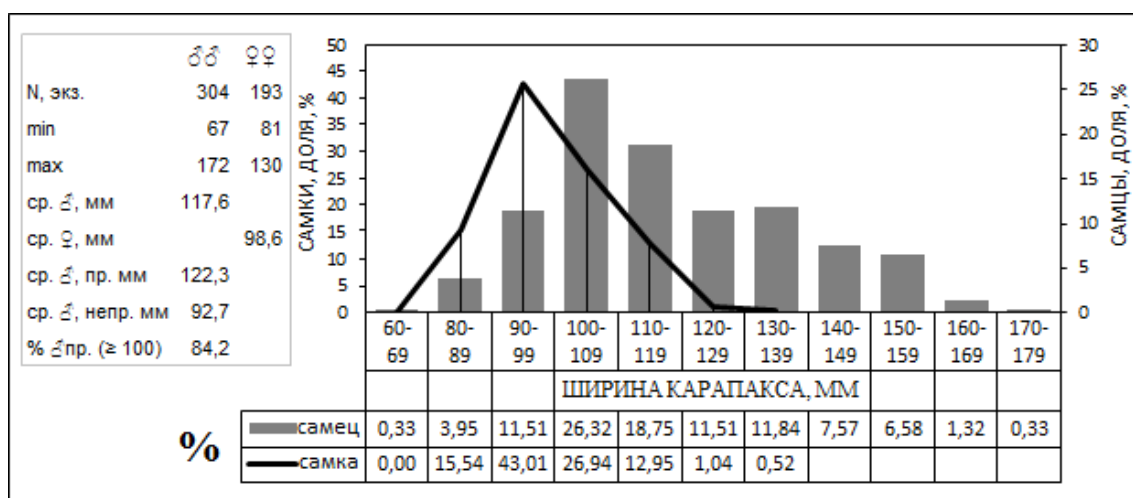


Рисунок 3. Размерный состав самцов колючего краба из ловушечных уловов в северо-западной части Северо-Охотоморской подзоны в 2020 г.

В 2022 г. в режиме промышленного рыболовства промысловые самцы встречались в уловах от м. Лантарский (56°11' с. ш.) до бух. Феодота (57°09,0' с. ш.), на глубинах от 10 до 35 м. Относительно плотную концентрацию промысловых самцов отмечали на участке южнее п-ва Нонгдар-Неготни, максимальный улов на участке составил 9 экз./лов., средний 2,8 экз./лов. Максимальную плотность 2747 экз./км² фиксировали в точке 56°25'6 с. ш., глубина 22 м. На участке к северу от п-ва Нонгдар-Неготни промысловые самцы облавливались на глубинах 10-30 м, уловы на ловушку варьировали в пределах 0,1-3,7 экз., при среднем 1,7 экз./лов. Максимальную плотность 1111 экз./км² фиксировали в точке 56°35'9 с. ш., глубина 11 м. В целом по району исследований средняя плотность составила 687 экз./км², средний улов 2,3 экз./лов.

Анализ межгодовой размерной структуры показал некоторые изменения в размерном составе, это смещение моды в 2022 г. на класс влево (90-99 мм, 21,7%); в 2020 г. мода приходилась на размерный класс 100-109 мм (26,3%) (рис. 4). Отмечено снижение доли промысловых самцов (относительно только самцов колючего краба) с 84,2% в 2020 г. до 54,6% в 2022 г. При этом средний размер промысловых самцов изменился незначительно, а средний размер всех самцов снизился с 117,6 мм в 2020 г. до 106,8 мм в 2022 г. (табл 4).

Обращает на себя внимание то, что на участке от м. Лантарский до бух. Феодота в уловах 2022 г. отмечено значительного количества самок, их доля в общем улове (самок и самцов) составляла 71,6%. При этом доля самок без икры (неполовозрелые и яловые) в уловах достигала 16,4%. Высокая доля самок без икры свидетельствует, вероятно, о

дефиците половозрелых самцов, возможно только в исследованном районе (от м. Лантарский до бух. Феодота), поскольку колючий краб характеризуется стационарными локальностями в распределении.

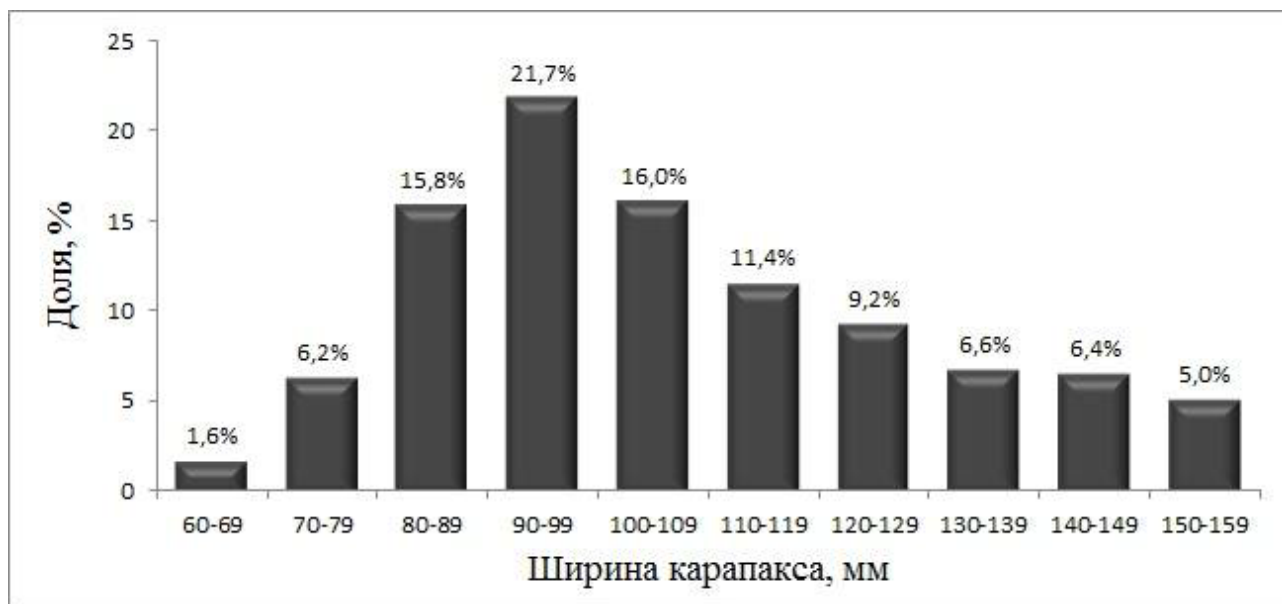


Рисунок 4. Размерный состав самцов колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне западнее 147° в.д. (мыс Лантарский – бухта Феодота) июль 2022 г.

Таблица 4

Биологические показатели колючего краба в северо-западной части Северо-Охотоморской подзоны в 2000-2022 гг.

Год	Средняя ширина карапакса, мм		Средняя 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

* доля промысловых самцов от улова всех самцов колючего краба.

** доля самок от общего улова самцов и самок колючего краба

Судя по распределению самцов по стадиям личиночного цикла, массовая линька в период проведения исследований (третья декада июля 2022 г.) у непромысловых самцов (менее 100 мм по ШК) была почти завершена. И, напротив, для промысловых самцов процесс массовой линьки только начался, что вписывается в рамки многолетних наблюдений данного процесса для самцов колючего краба в исследуемом районе.

В Притауйском районе и Тауйской губе (восточнее 147° в. д.) в 2020 г. колючий краб встречался в уловах в прибрежной зоне зал. Шельтинга и восточной части Тауйской губы.

Уловы промысловых самцов колючего краба были крайне низкими и не превышали 1,2 экз./лов., составив в среднем 0,03 экз./лов., что значительно меньше показателей 2017 г., когда максимальные уловы достигали 2,4 экз./лов., составляя в среднем 0,4 экз./лов. В 2020 г. в уловах колючего краба преобладали самцы, на долю самок приходилось 6,4% особей (табл. 5). Краб облавливался в узком диапазоне глубин 10-30 м. Размерный состав самцов колючего краба в уловах варьировал от 116 до 155 мм по ширине карапакса. Основу уловов составляли самцы размером 130-139 мм по ШК. Доля промысловых особей составила 100% со средним размером крабов 131,7 мм и массой тела 1309 г.

Таблица 5

Биологические показатели колючего краба в Притауйском районе и Тауйской губе в 2000-2020 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

* доля промысловых самцов от улова всех самцов колючего краба.

** доля самок от общего улова самцов и самок колючего краба

Для расчета биомассы промыслового запаса колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне использовалась размерно-массовая зависимость на основании многолетних данных: $W=0,0013 \times L^{2,8322}$ ($R^2=0,9363$; $N=10263$ экз.). Средний размер промысловых самцов по результатам проведенных учетных работ в 2020 г. в целом по Северо-Охотоморской подзоне составлял 122,2 мм, соответственно масса тела 1,06 кг.

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:

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

FSB_{max} — максимальный промысловый запас колючего краба, определенный для Северо-Охотоморской подзоны за годы исследований и данным учётных съёмки, был в 2013 г. (8,966 тыс. т, 8,319 млн экз.). В 2013 г. учётными съёмками была охвачена максимально возможная площадь ареала обитания колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне, включая районы с низкой плотностью распределения крабов, где промысел не велся, и не ведется в настоящее время. Поэтому считаем, что полученная величина промыслового запаса не может быть использована в качестве максимального. В связи с этим предлагаем использовать величину FSB_{max} , рассчитанную на основе данных,

полученных в результате учетных съемок 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 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. 5).

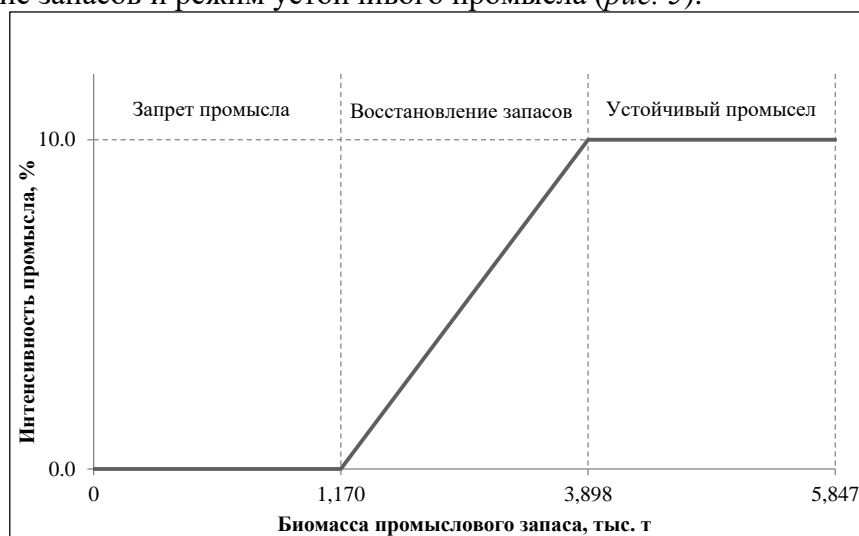


Рисунок 5. Схема зонального регулирования промысла колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне

Оценка состояния и прогноз промыслового запаса. Численность промысловых самцов колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне, по данным учетной ловушечной съемки 2020 г., была оценена величиной 2,453 млн экз. Биомасса промыслового запаса рассчитывалась как произведение средней массы промыслового самца (1,06 кг) на его численность – 2,600 тыс. т (табл. 6).

Таблица 6

Результаты расчета промыслового запаса колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне в 2020 г.

Плотность, экз./км ²	Улов, экз./лов.	Площадь, км ²	Промысловый запас,	
			тыс. экз.	т
0-300	<1	58125	1218	1291
300-600	1	1040	429	455
600-900	2	332	242	257
900-1200	3	165	170	180
1200-1500	4	75	100	106
1500-1800	5	78	122	129
1800-2100	6	50	96	102
2100-2400	7	29	65	69

Плотность, экз./км ²	Улов, экз./лов.	Площадь, км ²	Промысловый запас,	
			тыс. экз.	т
>2400	8	4	11	12
Всего		59898	2453	2600

Однако есть основания предполагать, что в Притауйском районе и Тауйской губе в 2020 г., произошел недоучет самцов колючего краба (всего было поймано 31 экз. (табл. 5). Поскольку в этом районе судовой лов колючего краба не развит и флюктуация численности носит естественный характер, допускаем, что промысловый запас колючего краба в Притауйском районе и Тауйской губе сохранился на уровне промыслового запаса 2017 г. Таким образом, с учетом полученных данных в 2017 и 2020 гг. в Северо-Охотоморской подзоне промысловый запас оценивается в пределах 2,453-2,924 млн экз. (2,600-3,100 тыс. т). Полученный диапазон промыслового запаса колючего краба находится в зоне восстановления запаса, согласно схеме зонального регулирования промысла, и в 2025 г. сохранится не менее нижней границы установленного диапазона.

В связи со слабым информационным обеспечением (нерегулярные учетные съемки, пробелы в данных промысловой статистики, отсутствует достоверная информация о вылове на усилии), статус запаса установлен как «неопределенный».

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Согласно схеме линейно-кусочной функции и разработанных ориентиров управления для краба колючего в Северо-Охотоморской подзоне может быть использован индекс изъятия – 5,2% от промыслового запаса – 2,600 тыс. т., оцененного по данным учетной съемки в 2020 г.: $(2,600 - 1,170) * 10 / (3,898 - 1,170) = 5,2\%$ или 0,135 тыс. т.

Однако, в связи с низким уровнем информационного обеспечения и высокой неопределенностью прогноза промысловой биомассы, в рамках предосторожного подхода, рекомендуем величину ОДУ колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне снизить до 0,100 тыс. т.

Таким образом, на 2025 г. для Северо-Охотоморской подзоны рекомендуем величину ОДУ краба колючего установить в объеме 0,100 тыс. т. (0,094 млн экз.).

Анализ и диагностика полученных результатов.

Для обеспечения щадящего режима вылова и согласно разработанным ориентирам управления, для расчета ОДУ на 2025 г. может быть использован индекс изъятия – 5,2% от промыслового запаса, оцененного в 2020 г. (2,600 тыс. т). Однако, в связи с низким уровнем информационного обеспечения и высокой неопределенностью прогноза промысловой биомассы, в рамках предосторожного подхода, рекомендуем величину ОДУ колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне снизить до 0,100 тыс. т. В случае получения достоверной промысловой статистики и биологических данных по размерно-половой структуре и пополнению, а также благополучном состоянии запаса, объем изъятия может быть увеличен.

Список литературы

Бабаян В.К. 2000. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). Москва: Издательство ВНИРО. 192 с.

Буяновский А.И. 2012. Прогноз потенциального вылова прибрежных беспозвоночных при затруднении с оценкой запаса. Методические рекомендации. / М.: ВНИРО. 222 с.

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.

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.

Stolyarenko D.A. 1986. Data analysis of trawl shrimp survey with spline approximation of stock density // *Internat. Coun. Explor. Sea (I.C.E.S.), Doc. No. 1986/K:25*, 16 pp.

Stolyarenko D.A. 1987. The spline approximation method and survey design using interaction with a microcomputer: Spline Survey Designer System // *Internat. Coun. Explor. Sea (I.C.E.S.), Doc. No. 1987/ K: 29*, 24 pp.

61.06 - зона Японское море

61.06.1 - подзона Приморье

Исполнитель: А.В. Харитонов («ХабаровскНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения. Прогноз состояния запаса и расчет величины ОДУ колючего краба основан на 2025 г. основан на материалах ловушечной съемки, проведенной с 9 апреля по 17 июня 2022 г. с борта НИС СТР «Зодиак». Работы проводились от мыса Золотой (47°20' с.ш.) до мыса Накатова (51°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.

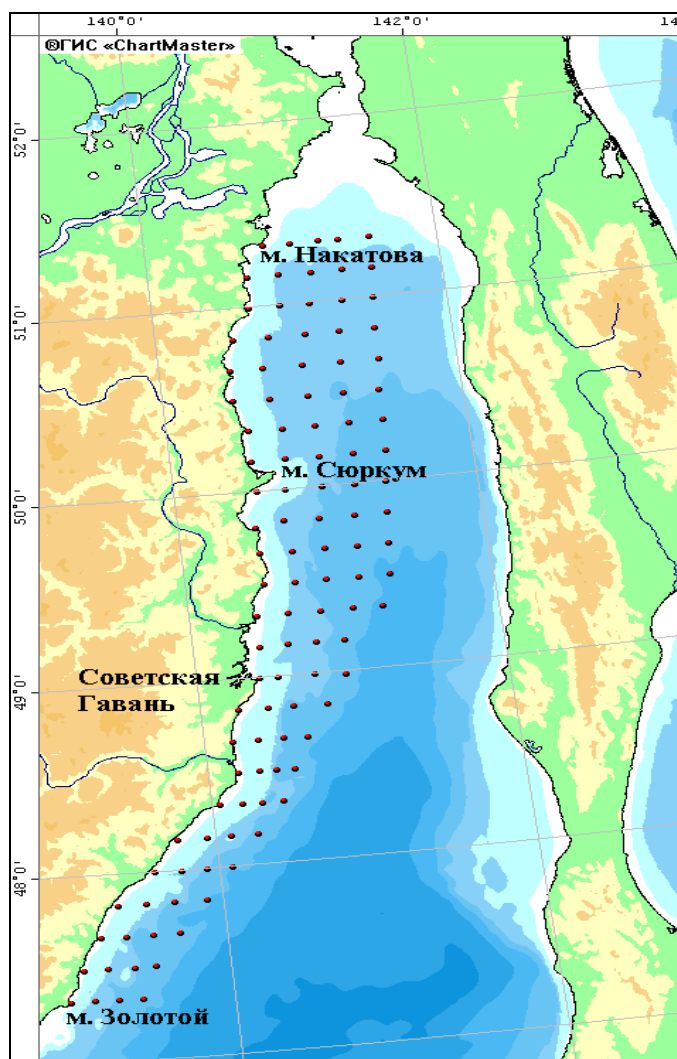


Рис. 1. Карта-схема района работ и постановки порядков НИС СТР «Зодиак» в северо-западной части Татарского пролива в мае-июне 2022 г.

Таблица 1

Объем научно-исследовательских работ по крабу колючему, выполненных в подзоне Приморье

Год	Период работ	Район работ	Количество станций шт.	Расчетная площадь исследований, тыс. км ²	п/л N, 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 Приказа 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 собранными 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 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 используются 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.

Действующие меры ограничения рыболовства. Согласно действующим «Правилам рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна», утвержденным Приказом Минсельхоза РФ 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 объемы 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 Росрыболовство в 2023 г. вылов составил 212,455 т или 91,6% от годового ОДУ 232 т (рис. 2). Из них промышленностью освоено 97,9%, любительским рыболовством 19,3% (табл. 2).

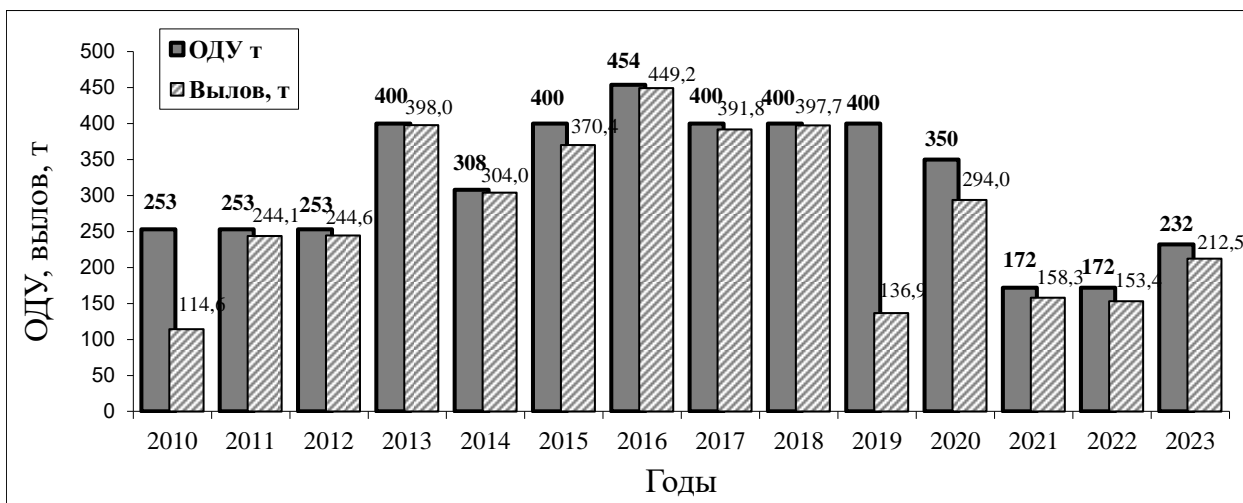


Рис. 2. Динамика ОДУ и статистика вылова краба колючего.

Таблица 2

Статистика вылова краба колючего в подзоне Приморье (к северу от м. Золотой) в 2023 г.

Виды лова	Квота, т	Освоение, т	Освоение, %
Промышленный	214,95	210,331	97,9
Любительский	11	2,124	19,3
КМНС*	4,01	0	0
НИР**	0,650	0	0
Итого	232	212,455	91,6

*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 2023 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).

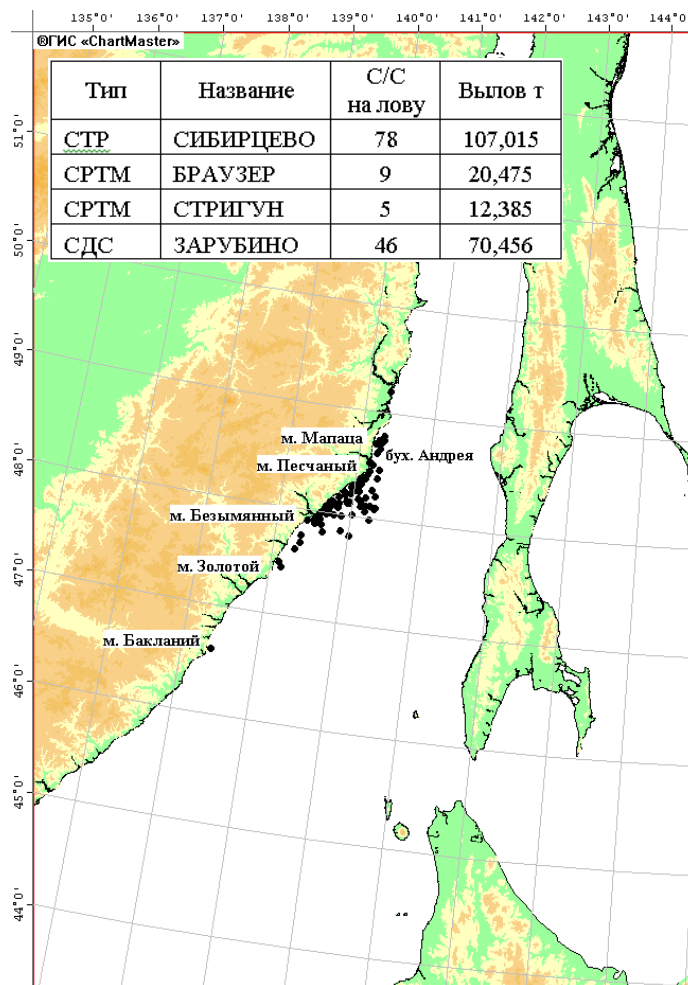


Рис. 3. Распределение промыслового флота при добыче краба колючего в подзоне Приморье в 2023 г.

В 2023 г. в разные периоды лов вели 4 судна. Среднесуточный вылов одного судна изменялся по месяцам от 0,911 до 2,543 т, в среднем составил 1,618 т. Большая часть выделенного объема на промышленное рыболовство (69,4%) в 2023 г. была освоена в весенний период, до ежегодного запрета на промысел (табл. 3).

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	VIII	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
Средний	0,911	1,294	1,278	1,826	2,643	-	-	-	2,208	1,338	2,399		

*Из них 2 НИС

Данные по колючему крабу полученные в мае-июне 2022 г. показали, как и в предыдущие годы, 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°40'1-48°35'6 с.ш.), на глубинах 13-20 м.

В уловах колючего краба преобладали самцы промыслового размера, 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.

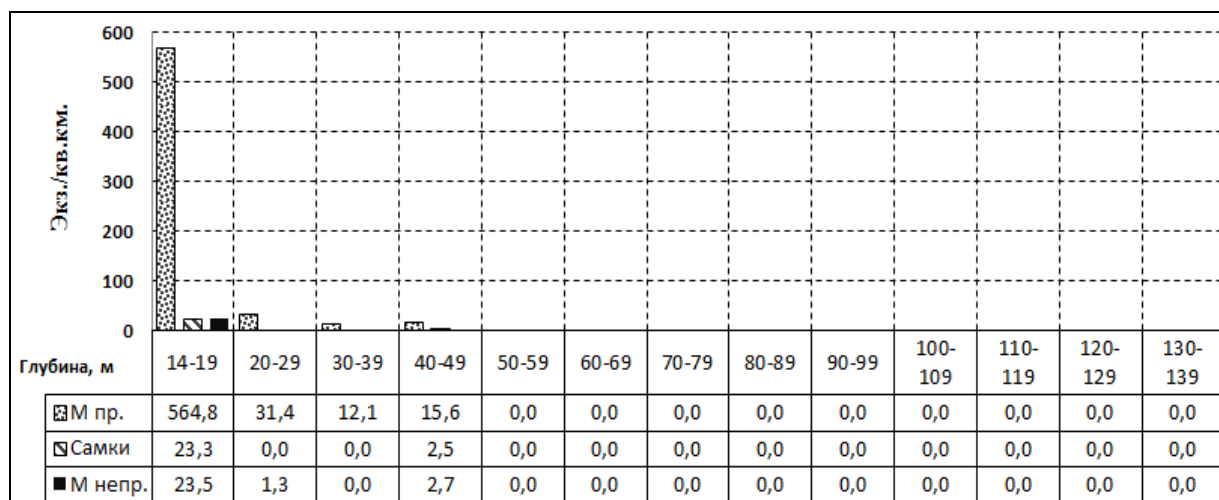


Рис. 4. Батиметрическое распределение краба колючего (экз./км²) в подзоне Приморье в мае-июне 2022 г.

В целом, по району исследований средний улов составил 1,3 экз./лов. на глубинах 13-20 м., при максимальном 2,6 экз., средняя плотность составила 400 экз./км², при максимальной плотности – 782 экз./км². С увеличением глубины (20-48 м) уловы снижались и соответственно плотность, в среднем составив 0,04 экз./лов. и 12,7 экз./км². Средние значения уловов и плотностей в зависимости от глубины соответствуют значениям, полученные в весенний период 2020 г. По отношению к 2021 г. отмечаем 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, $\sigma \bar{x} = 1,290$) (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.

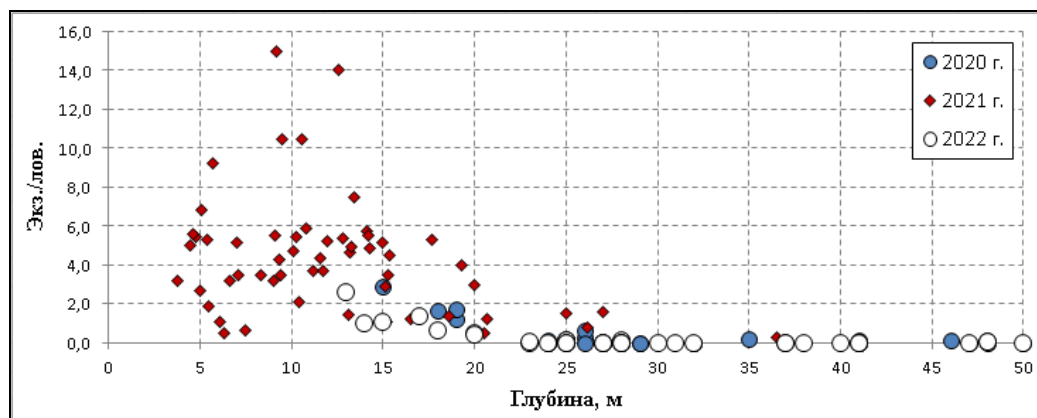


Рис. 5. Распределение уловов по глубинам (экз./лов.) промысловых самцов краба колючего в подзоне Приморья в апреле-мае 2020, 2021 и мае-июне 2022 гг.

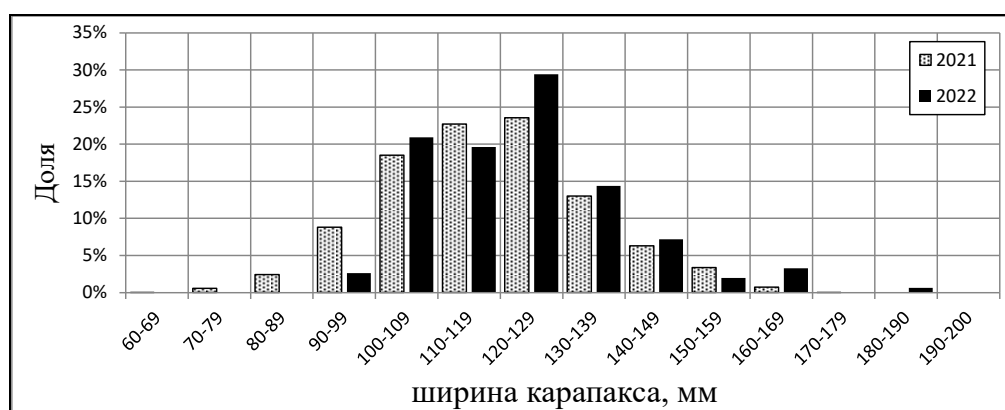


Рис. 6. Размерный состав самцов краба колючего 2021-2022 гг. (N = 2021 – 1784 экз., 2022 – 153 экз.).

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 в 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 кар самцов, мм	Средняя ширина карапакса с промыслового размера, мм	Средняя масса тела с	Средняя масса тела с промыслового размера
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).

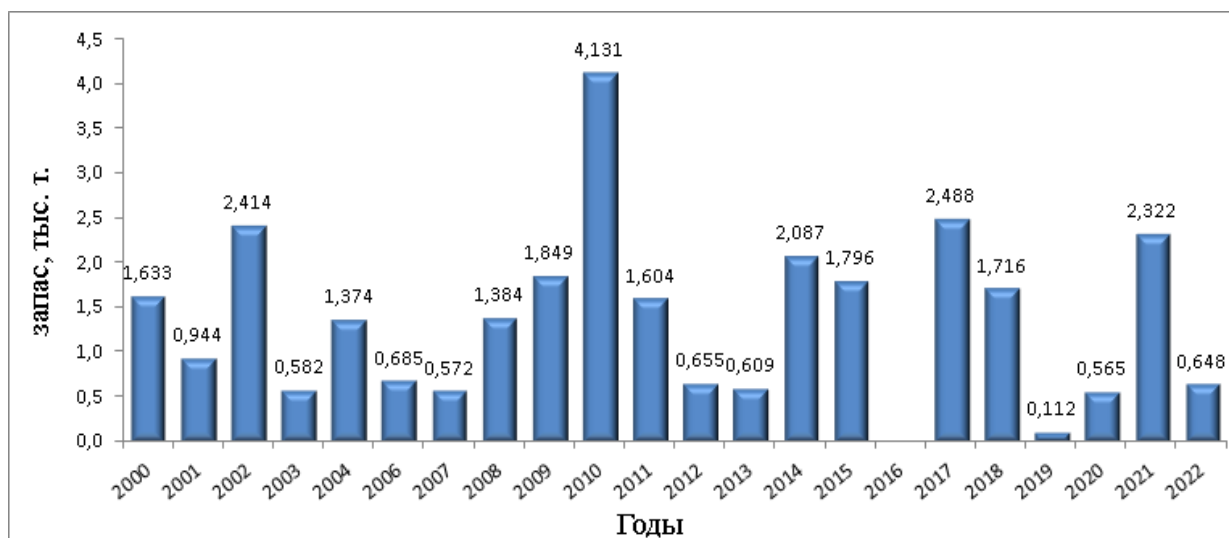


Рис. 7. Динамика промыслового запаса краба колючего в подзоне Приморье в 2000-2022 гг. (в 2016 г. НИР по крабам не проводили, 2019 г. значение 0,112 тыс. т не отражает реального состояния запаса, так как традиционные места обитания промысловых самцов съемкой охвачены не были).

В 2010 г. съемкой была охвачена максимально возможная площадь ареала обитания колючего краба 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).

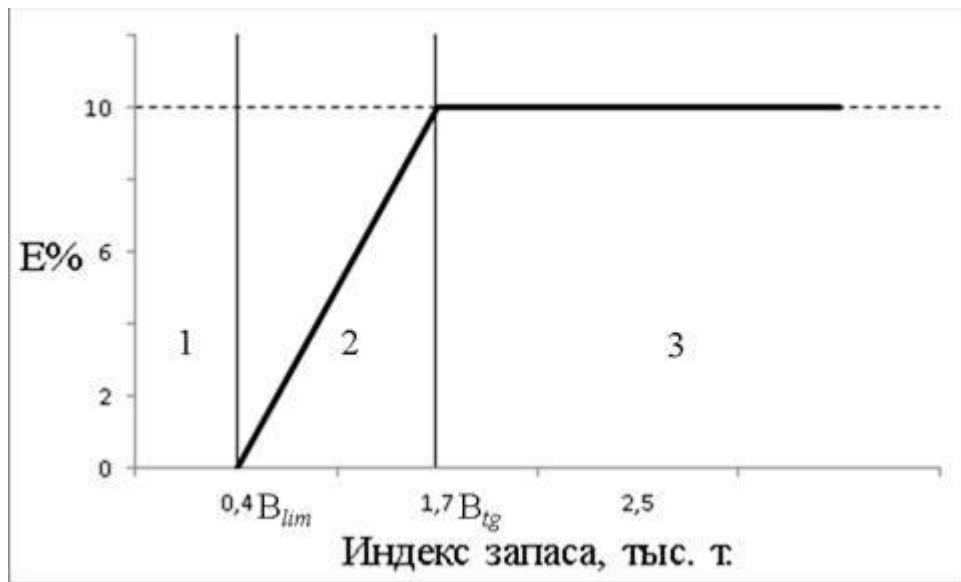


Рис. 8. Схема зонального регулирования промысла краба колючего в северо-западной части Татарского пролива. E – коэффициент эксплуатации, V_{lim} – граничный, V_{tg} – целевой. Зоны: 1 – подорванный (депрессивный) запас, 2 – восстановление запаса неблагоприятный), 3 – постоянной интенсивности промысла (благополучный).

Прогнозирование состояния запаса. По данным работ, выполненным в мае-июне 2022 г., рассчитана промысловая численность колючего краба, которая составила около 0,490 млн экз. (рис. 9) или 0,648 тыс. т. Полученная величина в 3,6 раза ниже аналогичных расчетов в 2021 г. (1,865 млн экз. или 2,322 тыс. т), и 1,1 раза превышает запас рассчитанный по 2020 г. (0,468 млн экз. или 0,565 тыс. т). Уменьшение обусловлено тем, что в 2020 и 2022 гг. расчет проводился в диапазоне глубин, где поимка колючего краба случайна, а в 2021 г., в расчеты вошли участки традиционных мест обитания колючего краба (см. рис. 5).

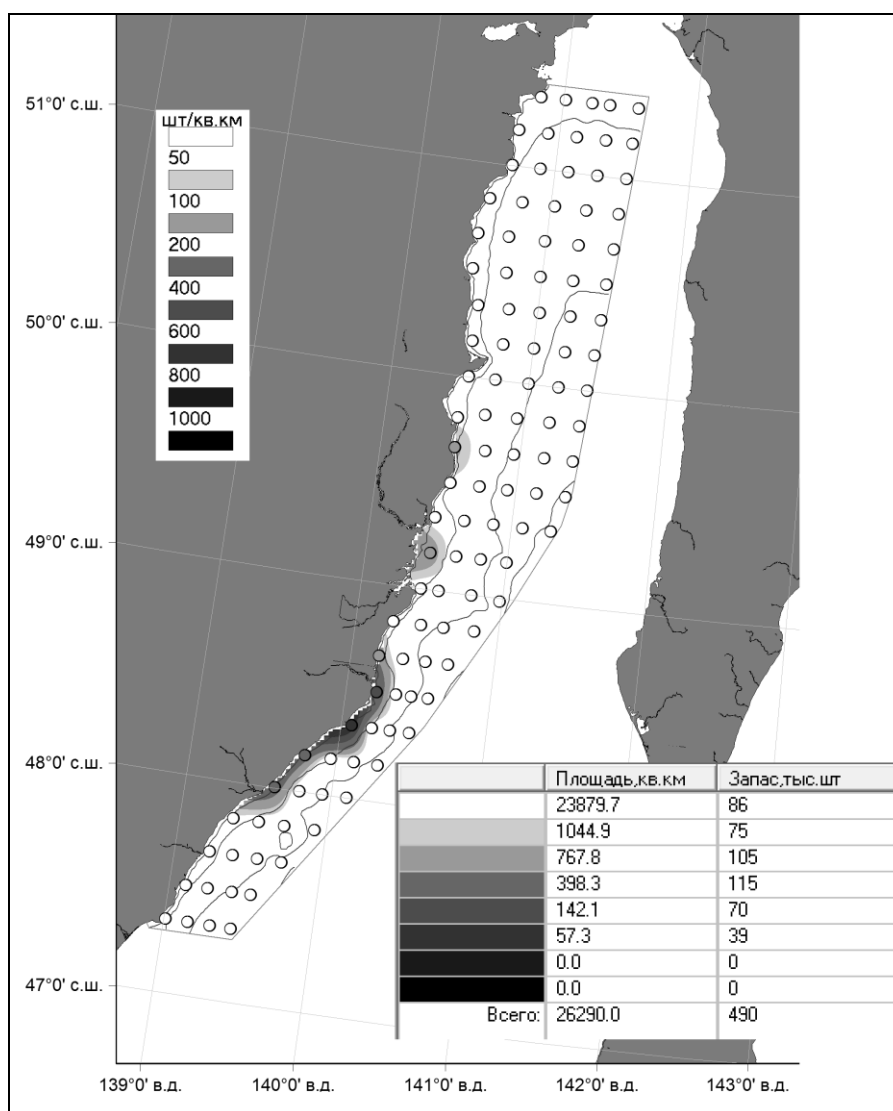


Рис. 9. Схема плотности распределения и расчет запаса промысловых самцов краба колючего по данным ловушечной съемки 2022 г.

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Учитывая, что промысловый запас в 2022 г. имеет положительную динамику по отношению к 2020 г., можно предположить, что промысловый запас находится как минимум на уровне 2021 г. (1,865 млн экз. или 2,322 тыс. т), то есть запас находится в стабильном состоянии.

Учитывая стабильность промыслового запаса краба колючего, а также достаточно высокий процент освоения специализированным промыслом (97,9%) в 2023 г. и хорошую промысловую обстановку, предлагаем до получения новых данных по промысловому запасу установить ОДУ на уровне 2024 г.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба колючего в подзоне Приморье на 2025 г. в объеме 0,232 тыс. т.**

Краб-стригун опилио – *Chionoecetes opilio*

61.06 – зона Японское море

61.06.1 – подзона Приморье

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

Анализ доступного информационного обеспечения. Ретроспективный анализ биологического состояния, оценка и прогноз численности, определение ориентиров

управления выполнены для подзоны Приморье южнее м. Золотой. Материалом для подготовки прогноза послужили ретроспективные данные траловых и ловушечных учетных съемок, проведенных в 2014–2023 гг. Для оценки промыслового запаса краба-стригуна опилию к северу от мыса Золотой использованы данные ловушечных крабовых съемок, проведенных на НИС «Зодиак» и НИС «Дмитрий Песков» (БИФ «ВНИРО») в 2018, 2020, 2022 и 2023 гг. (табл. 1).

Таблица 1

Траловые и ловушечные съемки, выполненные в зал. Петра Великого (А), на участке между мысами Поворотный – Золотой (Б) и севернее мыса Золотого (В) в 2014–2023 гг.

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

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

В 2022 г. траловая съемка выполнена на НИС «Д. Песков» на участке от зал. Петра Великого и между мысами Поворотный – Золотой (рис. 1А). Самый массовый среди всех видов крабов краб-стригун *Chionoecetes opilio* встречался на площади 24,2 тыс. км², в широком диапазоне глубин – 30-557 м. Максимальное обилие крабов было отмечено в юго-восточной части зал. Петра Великого на глубине 325 м, а также по всей подзоне на глубинах от 300 до 400 м.

В 2023 г. в северо-восточной части Японского моря была выполнена донная траловая съемка по изучению состояния ресурсов промысловых глубоководных креветок и сопутствующих гидробионтов – донных беспозвоночных и рыб в подзонах Приморье и Западно-Сахалинской. Съемка проводилась на НИС СТР «Дмитрий Песков» в период с 10 марта по 16 апреля 2023 г. (рис. 1Б). Исследованием были охвачен диапазон глубин от 75 до 600 м, где прибрежный комплекс, в частности крабы, представлен недостаточно полно. В районе работ на НИС «Дмитрий Песков» в Японском море в период с 11 марта по 14 апреля 2023 г. всего было выполнено 116 тралений, их них 87 в подзоне Приморье.

Диапазон обследованных глубин в южной части п/з Приморье составил 125-600 м, а в северной части – 76-472 м.

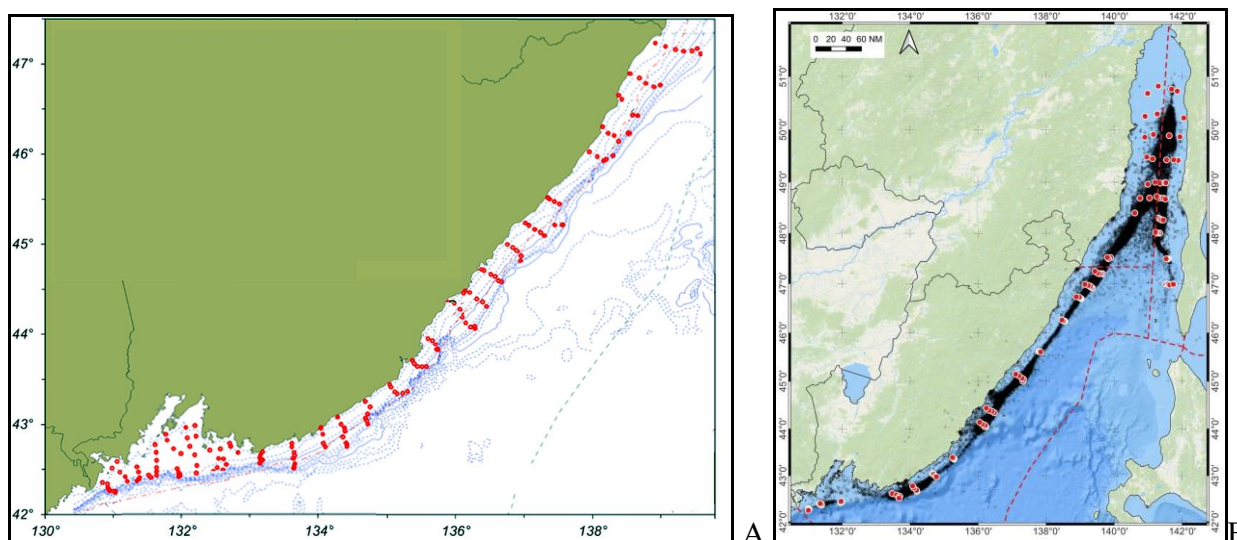


Рисунок 1. Карта-схема района работ и траловых станций, выполненных на НИС «Дмитрий Песков» в 2022 г. – А и в 2023 г. – Б.

Обоснование выбора методов оценки запаса. В 2008-2023 гг. при промысле краба-стригуна опилию в подзоне Приморье наблюдалось различное размещение промысловых судов. Кроме того, широко варьировали сроки промысла, промысел велся судами различных типов (рис. 2-6). 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].

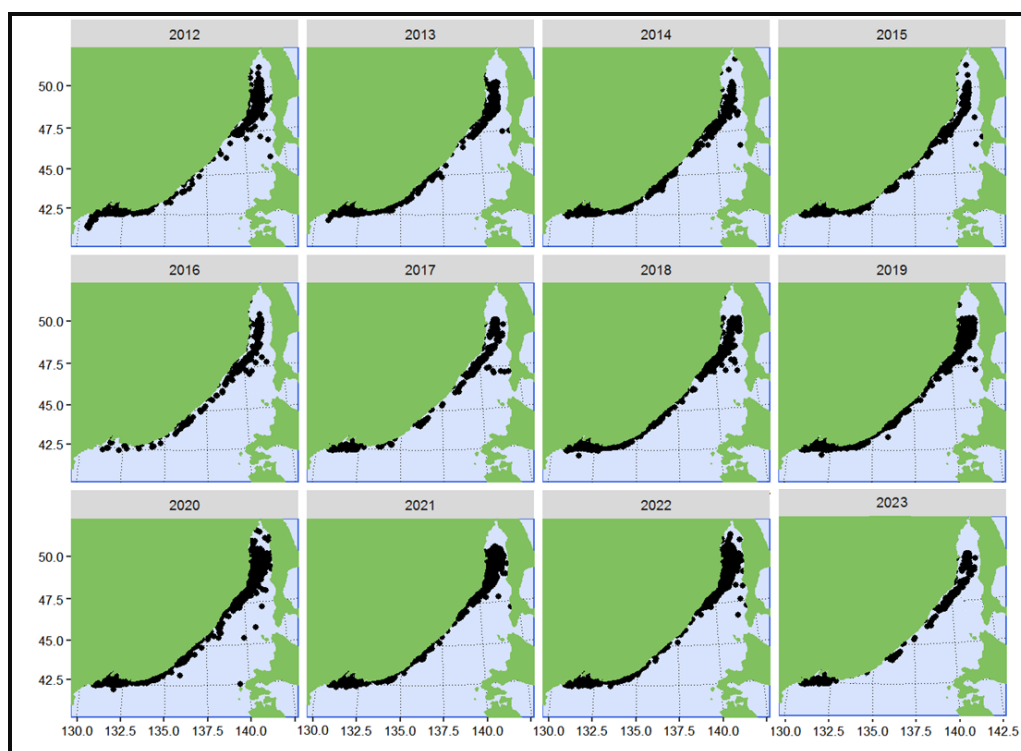


Рисунок 2. Распределение промысловых судов в подзоне Приморье в 2008-2023 гг.

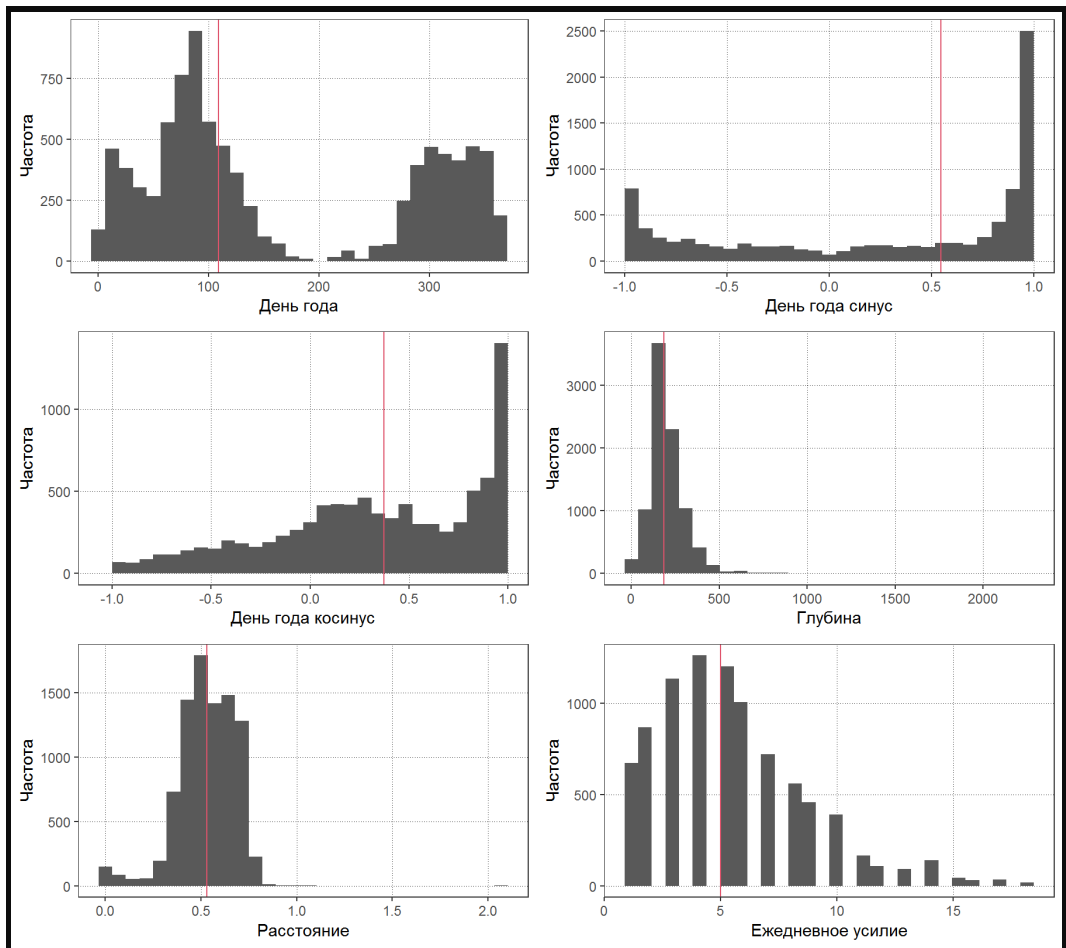


Рисунок 3. Распределение количественных факторов севернее м. Золотой в 2008-2023 гг.

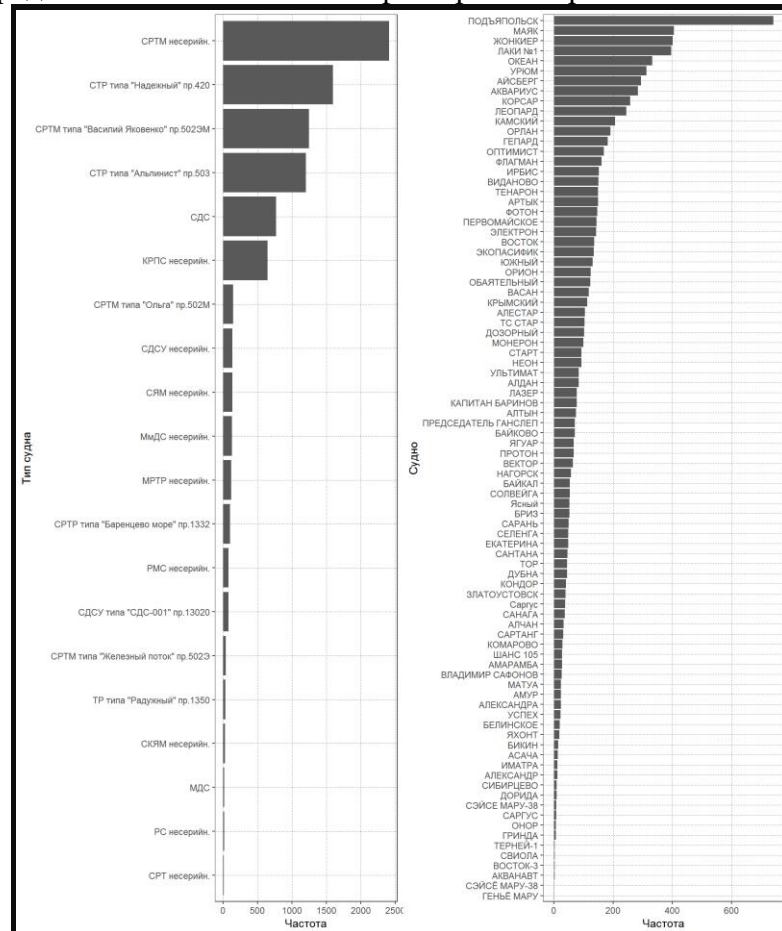


Рисунок 4. Распределение категориальных факторов севернее м. Золотой в 2008-2023 гг.

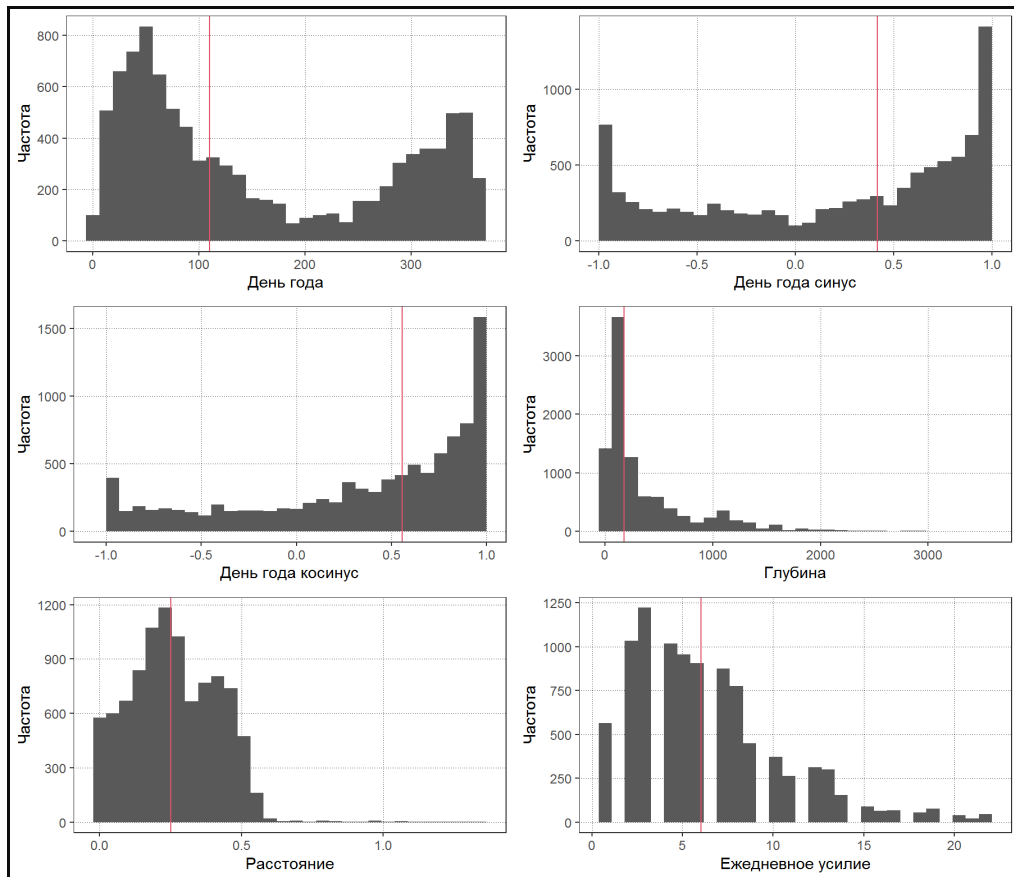


Рисунок 5. Распределение количественных факторов южнее м. Золотой в 2008-2023 гг.

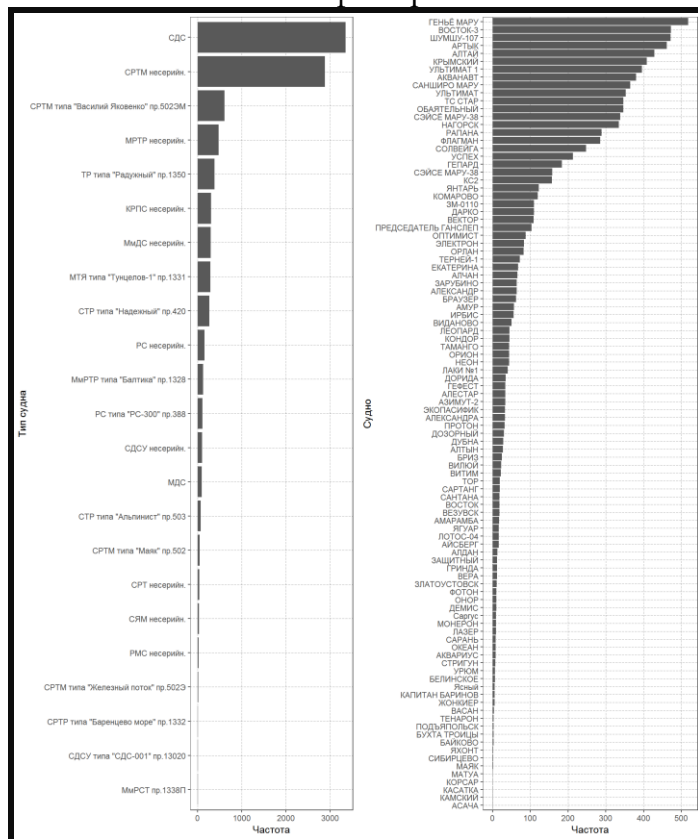


Рисунок 6. Распределение категориальных факторов южнее м. Золотой в 2008-2023 гг.

В качестве индекса обилия запаса рассматривали интенсивность промысла landing

per unit effort (CPUE), т. е. массу крабов, взятую на борт судна за сутки. Для набора данных формировали дополнительные переменные: день года, глубина, расстояние от берега, суточное усилие. В ряде случаев, при использовании переменных, связанных со временем, можно достичь лучших результатов используя циклическое преобразование дат [Müller, Guido, 2016]. Циклическое преобразование дат выполняли по формулам

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

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

где d_{sin} , d_{cos} – циклические компоненты, d – порядковый номер дня в году, N_y – число дней в году Y (365 или 366). К таблице присоединяли данные о суточном промысловом усилии, т. е. о количестве судов, находившихся на промысле, что отражает нагрузку на запас. Описание предикторов представлено в табл. 2.

Таблица 2

Факторы, учтенные при стандартизации индекса обилия		
Переменная	Обозначение	Единицы измерения
Год	Y	Категориальная переменная
Широта	φ	Градусы с десятичными долями
Долгота	λ	Градусы с десятичными долями
Порядковый номер дня в году	d	День
Циклическая компонента 1	d_{sin}	Рadianы
Циклическая компонента 2	d_{cos}	Рadianы
Расстояние от берега	L	Километры
Глубина	H	Метры
Суточное промысловое усилие	E	Судосутки
Тип судна	T	Категориальная переменная
Судно	V	Категориальная переменная

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

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, 1986; 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:

$$\mu(LPUE) = Y + s(\varphi) + s(\lambda) + s(d) + T \quad (4)$$

$$\mu(LPUE) = Y + s(\varphi) + s(\lambda) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + T \quad (5)$$

$$\mu(LPUE) = Y + s(\varphi) + s(\lambda) + s(d) + s(H) + T \quad (6)$$

$$\mu(LPUE) = Y + s(\phi) + s(\lambda) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + s(H) + T \quad (7)$$

$$\mu(LPUE) = Y + s(\phi) + s(\lambda) + s(d) + s(H) + s(L) + T \quad (8)$$

$$\mu(LPUE) = Y + s(\phi) + s(\lambda) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + s(H) + s(L) + T \quad (9)$$

$$\mu(LPUE) = Y + s(\phi) + s(\lambda) + s(d) + s(H) + s(L) + s(E) + T \quad (10)$$

$$\mu(LPUE) = Y + s(\phi) + s(\lambda) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + s(H) + s(L) + s(E) + T \quad (11)$$

$$\mu(LPUE) = Y + s(\phi) + s(\lambda) + s(d) + s(H) + s(L) + s(E) + T + V \quad (12)$$

$$\mu(LPUE) = Y + s(\phi) + s(\lambda) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + s(H) + s(L) + s(E) + T + V \quad (13)$$

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

Оценка параметров модели проведена методом максимального правдоподобия, оптимизация числа псевдоузлов TPC выполнена методом обобщенной кросс-валидации [Wood, 2004; Wood, 2011]. Для стандартизации интенсивности промысла выбирали модель с наименьшим значением информационного критерия Шварца (BIC).

Для стандартизации интенсивности промысла вычисляли ее значения для каждого года, фиксируя категориальные признаки на наиболее часто встречающихся значениях, количественные – на медианных. Значения факторов, использованные для стандартизации приведены в табл. 3-4.

Таблица 3
Значения факторов, использованных для стандартизации индексов южнее м. Золотой

Фактор	Значение
ϕ	42,55
λ	132,35
d	114
d_{sin}	0,45
d_{cos}	0,50
L	24
H	116
E	5
T	СДС
V	«ГЕНЬЁ МАРУ»

Таблица 4
Значения факторов, использованных для стандартизации индексов севернее м. Золотой

Фактор	Значение
ϕ	48,07
λ	139,833
d	124
d_{sin}	0,69
d_{cos}	0,25
L	10
H	62
E	2
T	СРТМ несерийн
V	«ВОСТОК»

Информации об оценках запасов, а также стандартизованных значений CPUE

достаточно для использования конечно-разностной модели с запаздыванием, которая является компромиссом между когортными и продукционными моделями [Deriso, 1980; Schnute, 1987].

В качестве входных данных для модели использовали оценки запасов, выполненные методом площадей по результатам учетных ловушечных съемок, данные о среднем за промысловый сезон улове на судосутки и сведения о годовом изъятии, полученные из данных ИС «Рыболовство».

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

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

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

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, использовали приведенные величины [Meuer, Millar, 1998]: $P_t = \frac{B_t}{B_V}$, $r_t = \frac{R_t}{B_V}$, $k = \frac{1}{B_V}$.

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

Таким образом, используемая модель включает два уравнения процесса

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

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

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 использовали сигма-точечный фильтр Калмана [Särkkä, 2013; Wan, Van Der Merwe, 2000], параметры модели оптимизировали

при помощи генетического алгоритма [Михеев, 2016]. Для расчетов использовали язык сценариев R с пакетами raster, maptools (работа с пространственными данными), rgeos (расчет расстояний от береговой линии), mgcv (GAM), ggplot2 (визуализация). Расстояния от берега рассчитывались с использованием пакета для языка сценариев R. geosphere.

Расчет оптимального изъятия проводили с применением принципа предосторожного подхода к управлению ресурсами [Бабаян, 2000].

Наилучшей для обоих районов оказалась модель (12) (табл. 5).

Таблица 5

Информационные критерии и объясненная дисперсия для рассмотренных моделей

Модель	AIC	BIC	Объясненная дисперсия
1	2543,09	2834,43	0,39
2	2531,54	2842,31	0,40
3	2538,11	2868,14	0,40
4	2526,22	2876,44	0,40
5	2540,45	2836,96	0,39
6	2528,32	2842,94	0,40
7	2521,53	2840,78	0,40
8	2537,06	2841,65	0,40
9	1714,79	2182,37	0,59
10	1706,49	2218,51	0,59
11	1621,64	2158,00	0,61
12	1552,81	2154,33	0,63

На рисунках 7 и 8 представлены номинальные и стандартизованные значения индексов.

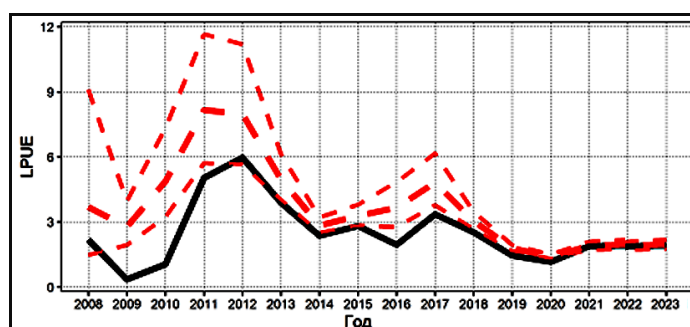


Рисунок 7. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов с доверительными интервалами (красный пунктир) для района южнее м. Золотой

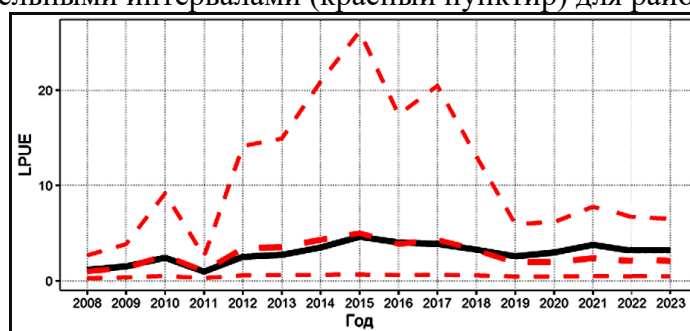


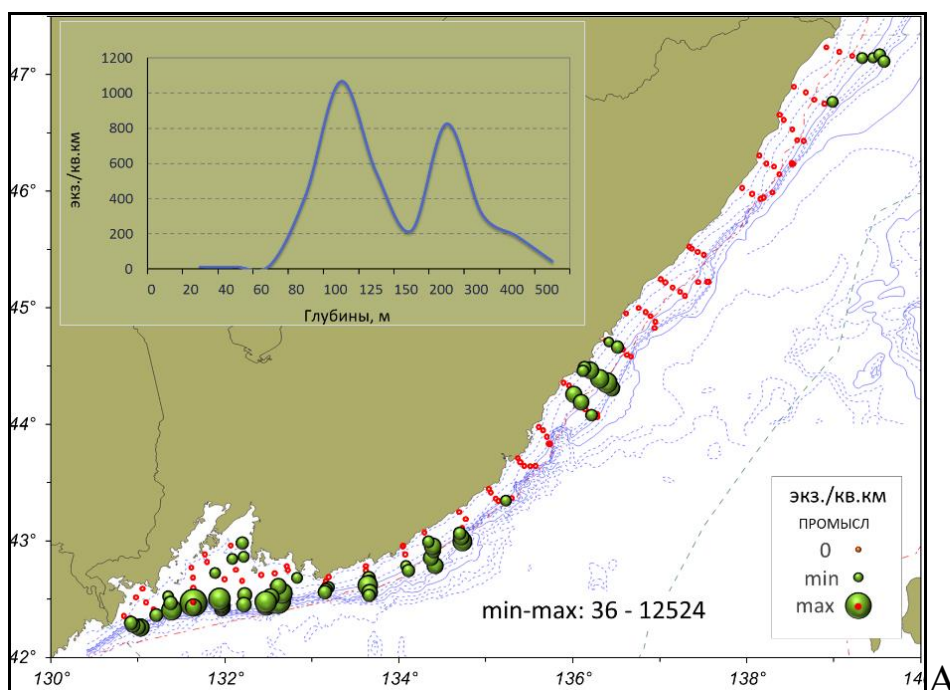
Рисунок 8. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов с доверительными интервалами (красный пунктир) для района севернее м. Золотой

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. В мае-июне 2022 г. была выполнена учетная траловая съемка на шельфе Приморья. Обследована акватория зал. Петра Великого (173 станции) и участок между мысами Поворотный – Золотой (64 станции). В 2023 г. траловая съемка выполнена в подзонах Приморье и Западно-Сахалинской (см. табл. 1 и рис. 1).

По данным траловой съемки 2022 г. в центральной части зал. Петра Великого на глубине 115 м отмечено максимальное скопление промысловых самцов краба-стригуна опилио (ШК от 100 мм и более) (12524 экз./км²). Площадь скоплений с удельной плотностью более 955 экз./км² составила около 1,94 тыс. км² (рис. 9А).

По всему обследованному району опилио встречался на площади 24,2 тыс. км², в широком диапазоне глубин – 30-557 м. По осредненным данным, как видно на графике рис. 9А, показатели обилия промысловых самцов преобладают на глубине 100-125 и 200-300 м. Максимальная плотность скоплений крабов была отмечена в юго-восточной части зал. Петра Великого на глубине 325 м.

В 2023 г. наиболее крупное из скоплений плотностью – около 3060 экз./км² располагалось в северо-западной части Татарского пролива на глубине 166 м, где улов составлял - 125 экз. за 60 мин траление. Расчетные плотности скоплений более 1000 экз./км² занимали площадь – около 4200 км² (рис. 9Б). Что касается промысловых самцов краба-стригуна опилио из южной части подзоны Приморье, плотность их скоплений была минимальной, в среднем от 250 до 750 экз./км².



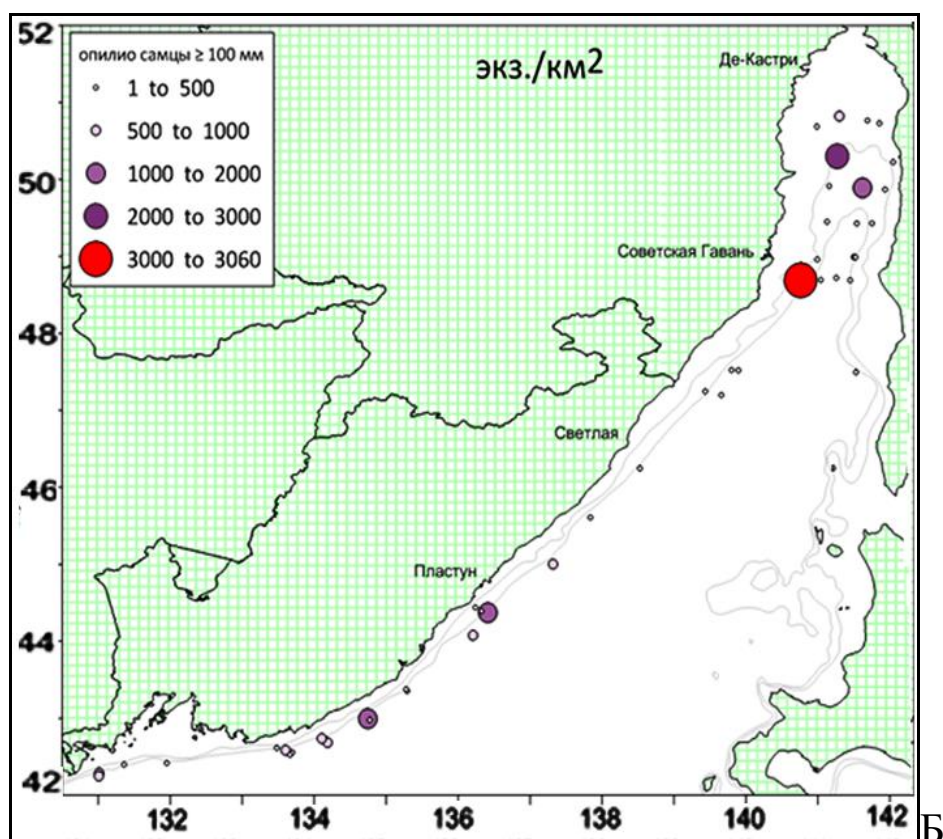


Рисунок 9. Карта распределения плотности скоплений промысловых самцов краба-стригуна опилию южнее м. Золотой подзоны Приморье в 2022 г. (А), и в подзонах Приморье и Западно-Сахалинской в 2023 г. (Б). Данные траловых съемок НИС «Дмитрий Песков».

В процессе выполнения ловушечной съемки в 2022 г. был обследован район площадью около 28212 км². Расчеты показывают, что численность самцов промыслового размера краба-стригуна опилию составляет около 28,893 млн экз. или 21,64 тыс. т, при средней массе промыслового самца 0,749 кг, плотность – 1,024 тыс. экз./км².

Расчетные значения численности (млн экз.) и биомассы (т) крабов по исследованным районам Японского моря в 2023 г. с коэффициентом уловистости краба-стригуна равном 0,6 представлены в *табл. 6*.

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

Расчетные значения численности (млн экз.) и биомассы (т) крабов по исследованным районам Японского моря в 2023 г. представлены в *табл. 6*.

Таблица 6

Оценки численности (млн экз.) и биомассы (тыс. т) краба-стригуна опилию по материалам траловой съемки НИС «Дмитрий Песков» в марте-апреле 2023 г. (КУ=0,6)

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

Показатель	Всего	Пром.	Непром.	Самки
Масса особи, г	381,7	877,6	74,5	90,0

Установлено, что в период научно-исследовательских работ 2023 г. у краба-стригуна опилио в подзоне Приморье (южнее мыса Золотой) по биомассе доминировали непромысловые самцы – 1,583 тыс. т, в подзоне Приморье (севернее мыса Золотой), значительно преобладали промысловые самцы – 5,356 тыс. (табл. 6).

В 2022 г. у краба-стригуна опилио в подзоне Приморье (южнее мыса Золотой) численность промысловых самцов оценена в 8,379 млн экз., что почти в 4 раза больше, чем в 2023 г. – 2,411 млн экз. По биомассе соотношение примерно такое же – 5,28 и 1,47 тыс. т. Различия в оценках показателей численности и биомассы для непромысловых самцов и самок опилио находятся в том же ключе – то есть оценки 2022 г. значительно выше, чем в 2023 г. (сравни табл. 6 и 7). Лишь средние навески промысловых самцов южнее м. Золотой в эти годы остались неизменными 0,63 и 0,61 кг.

Таблица 7

Оценки численности (тыс. экз.), биомассы (тыс. т) и средняя масса (г) краба-стригуна опилио по данным траловой съемки НИС «Дмитрий Песков» в южной части подзоны Приморье в мае-июне 2022 г. КУ 0,75

	Численность, тыс. экз.			Биомасса, тыс. т			Средняя масса особи, г		
	пром	непр	♀ ♀	пром	непр	♀ ♀	пром	непр	♀ ♀
зал. Петра Великого	4705	3752	4108	3,02	0,72	0,57	641	193	139
м. Поворотный - м. Золотой	3674	25737	20700	2,26	3,46	2,25	615	134	109
Всего	8379	29489	24808	5,28	4,18	2,82	630	142	114

Таким образом, очевидно, что проведенная траловая съемка 2023 г., ориентированная на исследование глубоководных креветок, является причиной недоучета запаса шельфового краба-стригуна опилио.

Размерный состав. В целях изучения особенностей воспроизводства, морфометрической и функциональной зрелости у самцов крабов-стригунов, а также учета их обилия проводились измерения (± 1 мм) размеров ширины карапакса (ШК) и длины клешни. Как было показано выше, материал собран при выполнении траловой съемки НИС “Д. Песков” в нижней части шельфа во всей подзоне Приморье. На биометрический анализ для уточнения размеров функциональных групп широкопалых и узкопалых самцов, были взяты практически все пойманные самцы краба-стригуна опилио – 1182 шт. из 1191 шт.

На рис. 9 представлен размерный состав краба опилио за последние 3 года из района южнее м. Золотой (рис. 9А) и из района севернее мыса Золотой (рис. 9Б). Видно, что в зал. Петра Великого доля УПС в 2020 и 2021 гг. составляла 26,5 и 30,2%, соответственно, а в 2022 г. – 6,7%. Несомненно, что УПС предельных размеров предыдущих двух лет аллометрически полиняли, пополнив в 2022 г. группировку ШПС (рис. 9А). В 2022 г. размеры ШПС увеличились до 130,6 мм. Вместе с тем, нужно иметь в виду, что в 2022 г. материалы собраны при выполнении ловушечной съемки. Ловушки предпочтительно улавливают широкопалых самцов, в этом случае доля ШПС менее промысловой меры и УПС существенно меньше, чем по данным траловых уловов. Это хорошо видно на графиках размерного состава самцов из района севернее мыса Золотой (рис. 9Б), где материалы получены только из ловушечных уловов, и где графики размерного состава по годам разнятся незначительно.

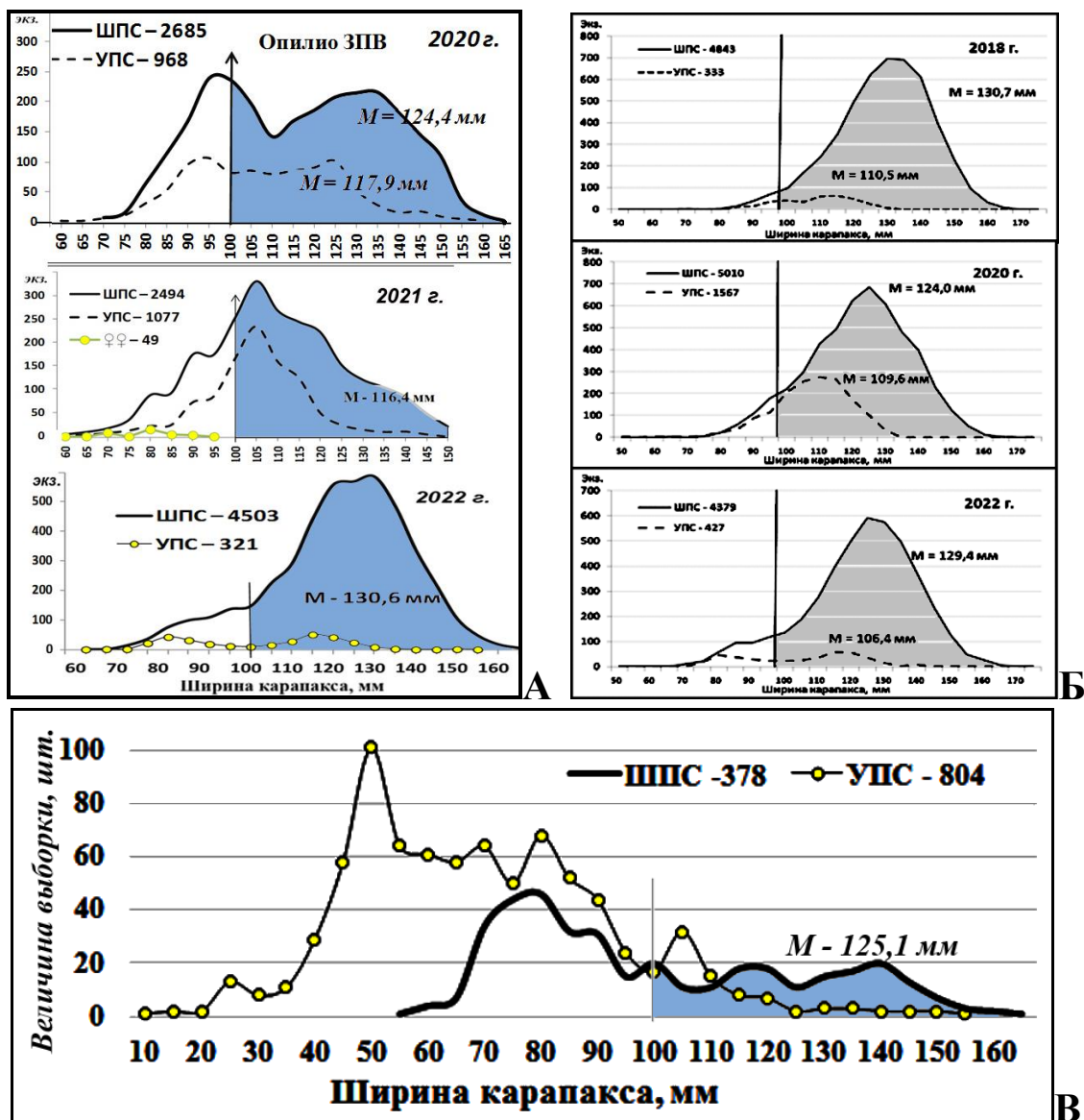


Рисунок 9. Динамика размеров ШПС и УПС краба-стригуна опилию в подзоне Приморье южнее м. Золотой – А по данным траловых уловов в 2020 г., и ловушечных съёмок в 2021–2022 гг.; к северу от мыса Золотого в 2018–2022 гг. из ловушечных уловов – Б. В – размеры ШПС и УПС по данным траловой съёмки 2023 г., выполненной в подзоне Приморье.

На рис. 9В представлен размерный состав краба-стригуна опилию по данным 2023 г. При этом в траловых уловах заметно преобладают непромысловые самцы, как ШПС, так и УПС, что существенно отличается с размерами самцов по данным траловых уловов из верхней части шельфа в 2020 г. южнее м. Золотой (см. рис. 9). В рассматриваемом случае в нижней части шельфа доминируют широкопалые самцы минимальных размеров – 65–95 мм по ширине карапакса.

В 2022 г. в северо-западной части Татарского пролива краб-стригун опилию встречается в уловах от мыса Золотой (47°20' с.ш.) до мыса Южный (51°41' с.ш.), на глубинах от 20 до 260 м. С начала периода наблюдений основной промысел велся в ИЭЗ в центральной части пролива (от 49° до 50° с.ш.), где формировались наиболее плотные скопления промысловых самцов. Здесь, в северной части Татарского пролива (к северу от мыса Сюркум) промысел практически не велся, из-за значительного прилова непромысловых самцов и промысловых особей со «старым» панцирем.

Данные траловой съемки 2023 г. севернее мыса Золотой свидетельствует о снижении численности всех функциональных групп краба-стригуна опилио – промысловых и непромысловых самцов и самок (табл. 8). Надо полагать, что в этой части подзоны Приморье результаты НИС “Д. Песков” недостаточны для оценки запаса краба-стригуна опилио. Так учетная съемка 2022 г. показала значительный рост численности непромысловых самцов до 29,49 млн экз. и самок до 24,8 млн экз. (табл. 8). Резкое снижение показателей запаса молоди самцов и самок в 2023 г. до 3,48 и 6,71 млн экз. соответственно, неоправданно низкие, объяснимые только недоучетом запаса краба в верхней части шельфа.

Таблица 8

Динамика численности (млн экз.) и биомассы (тыс. т) краба-стригуна опилио севернее мыса Золотой по материалам учетных съемок в 2015 – 2023 гг.

Год	Численность, млн. экз.			Биомасса, тыс. т	Средняя масса, г
	самцы пром.	самцы непром.	самки	самцы пром.	самцы пром.
2015	36,48	22,68	14,90	23,56	646
2016	35,56	35,48	21,01	23,12	650
2018	4,86	1,20	1,50	3,69	759
2019	5,18	3,16	3,23	4,12	796
2022	8,38	29,49	24,8	5,28	630
2023	6,10	3,48	6,71	5,36	877,6

В период проведения съемок 2018-2023 гг., средний размер промысловых самцов изменялся незначительно, но их доля в уловах снижалась, а доля травмированного краба возрастала. Также не наблюдается существенного значимого пополнения (табл. 8).

Анализ промысла. По данным промысловой статистики из отраслевой системы мониторинга Росрыболовства (ОСМ) в подзоне Приморье в последние четыре года краб-стригун опилио облавливался промысловыми судами весьма неоднозначно (рис. 10). После 2019 г., когда промышленный лов преобладал в зал. Петра Великого и на преображенском шельфе, в 2022 г. промысел переместился в северо-западную часть Татарского пролива, где доля вылова опилио составляла около 80 %.

В 2023 г. промысел сосредоточился преимущественно в двух районах – в южном Приморье и в Татарском проливе (рис. 10Д).

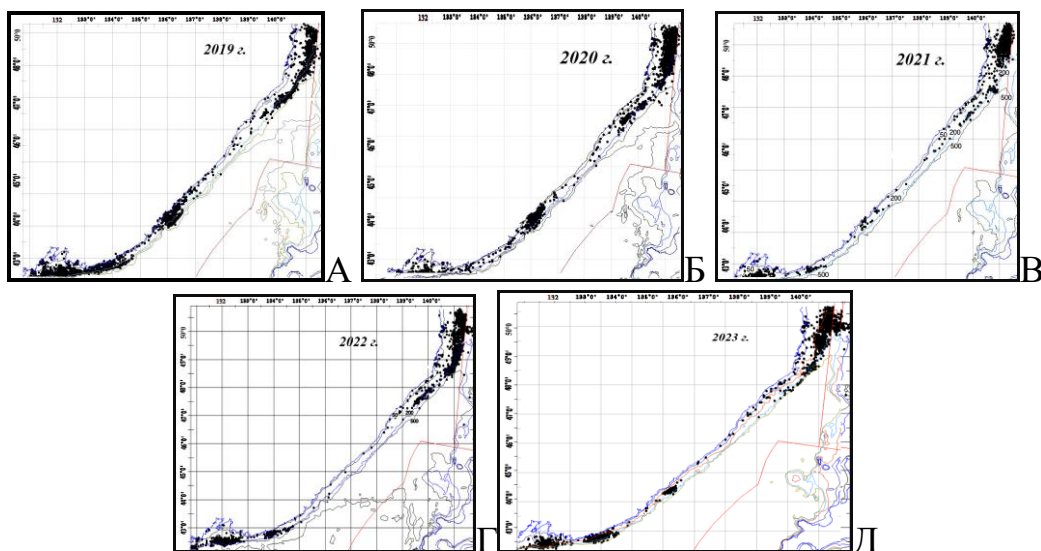


Рисунок 10. Распределение полей промысла краба-стригуна опилюю в подзоне Приморье в 2019–2023 гг. Данным ИС «Рыболовство».

В 2023 г. в подзоне Приморье севернее м. Золотой вели промысел краба-стригуна опилюю 30 судов (26 средних, 2 малых и 2 маломерных) (рис. 11). Южнее м. Золотой вели промысел 27 краболовных судов.

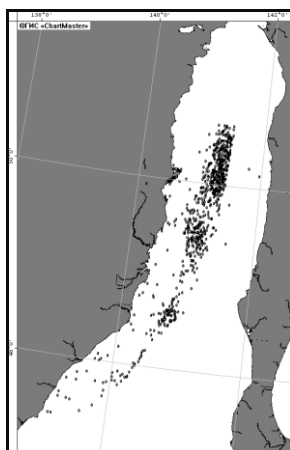


Рисунок 11. Позиционирование судов на промысле краба-стригуна опилюю в северо-западной части Татарского пролива в 2023 г. по данным ИС «Рыболовство»

В 2023 г. южнее м. Золотой вылов составил 1053,8 т, при среднесуточном вылове 1,6 т. Севернее м. Золотой выловлено 3590,0 т, за судосутки – по 3,36 т, суммарно в подзоне вылов составил 4644,0 т.

О динамике среднесуточного вылова можно судить по рис. 12, из которого видно, что наилучшая промысловая обстановка наблюдалась севернее мыса Золотой, где в апреле–мае вылов за судосутки составлял 3,5–4,0 т (рис. 12Б), в отличие от района южнее м. Золотой, где краба добывали ~ по 2,0 т за судосутки (рис. 12А).

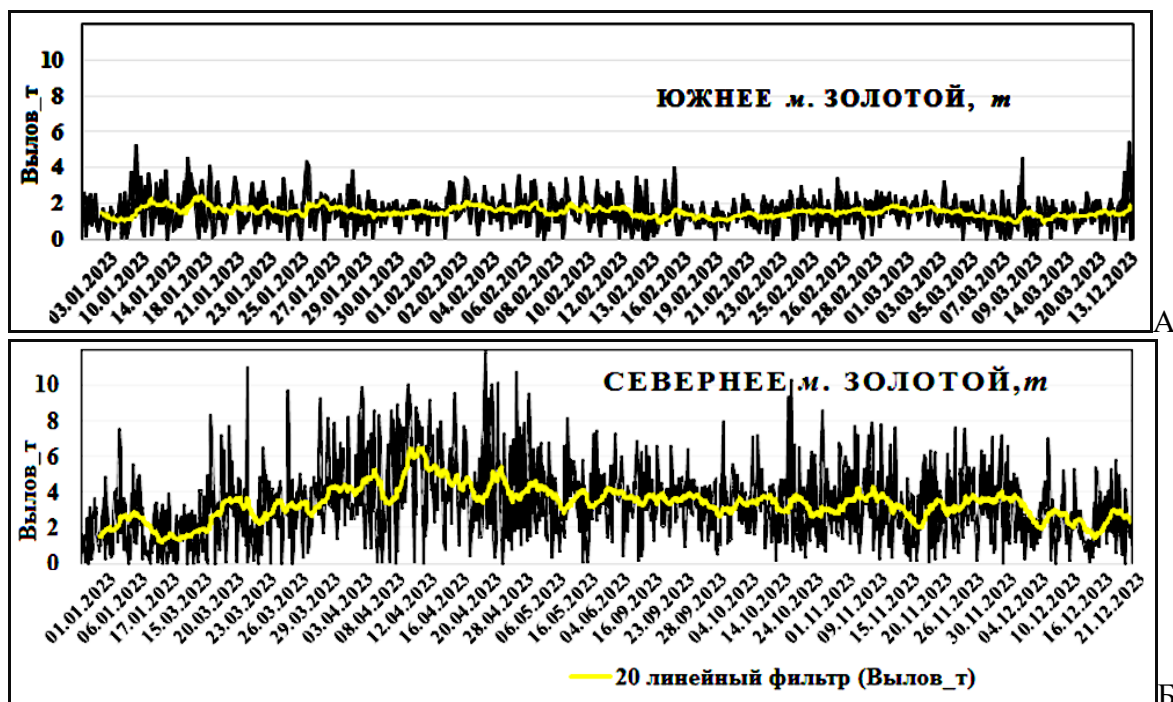


Рисунок 12. Среднесуточный вылов краба-стригуна опилию в 2023 г. севернее – внизу и южнее – вверху мыса Золотой.

В 2023 г. на выпуске продукции в виде «живой краб» работали 19 краболовных судов и за навигационный период было заготовлено, согласно данных ОСМ «Рыболовство», 1400,4 т живого краба-стригуна опилию.

Определение биологических ориентиров. В соответствии с «Правилами регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов» в качестве граничного ориентира для краба-стригуна опилию к югу от мыса Золотой (47°20' с.ш.) предложена величина 7,55 тыс. т. В качестве целевого ориентира принято значение 17,1 тыс. т.

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

Таблица 9

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

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

Таблица 10

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

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

На основании биологических ориентиров управления разработали зональное правило регулирования промысла (рис. 13, 14).

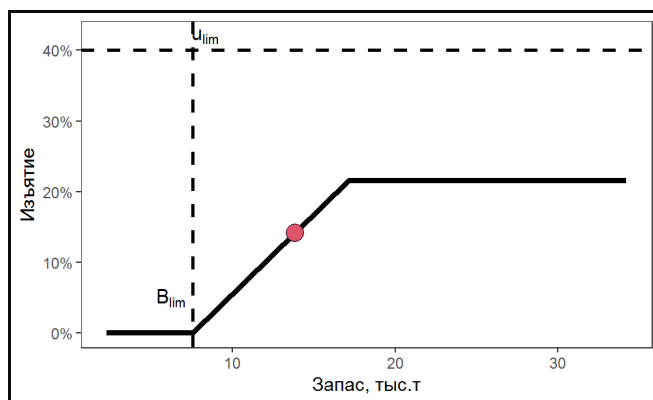


Рисунок 13. Графическое представление ПРП краба-стригуна опилию в подзоне Приморье южнее м. Золотой

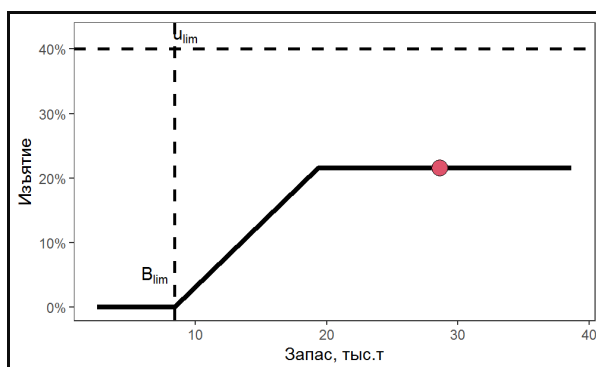


Рисунок 14. Графическое представление ПРП для краба-стригуна опилию в подзоне Приморье севернее м. Золотой (биомасса в тыс. т)

Прогнозирование состояния запаса. Оценка запаса краба-стригуна опилию в южной части подзоны Приморье в 2023 г., полученная по результатам моделирования, находится в 95% доверительном интервале 8,00–12,40 тыс. т (12,68–19,64 млн экз.), в среднем – 10,2 тыс. т (16,16 млн экз.). Оценка ожидаемой в 2025 г. величины запаса находится в доверительном интервале 9,92–17,78 тыс. т (15,72–28,18 млн экз.), в среднем – 13,85 тыс. т (21,95 млн экз.) (рис. 15).

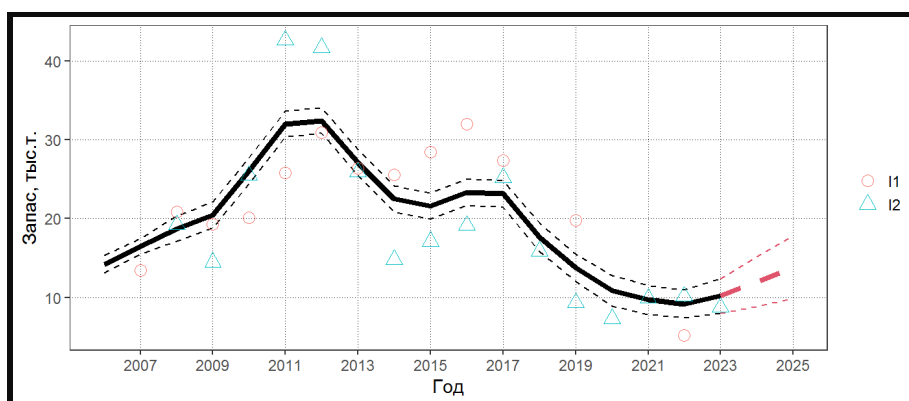


Рисунок 15. Динамика биомассы запаса краба-стригуна опилию в подзоне Приморье южнее м. Золотой

Оценка запаса краба-стригуна опилию подзоны Приморье севернее м. Золотой в 2023 г., полученная по результатам моделирования, находится в 95% доверительном интервале 25,95–34,12 тыс. т (42,20–55,49 млн экз.), в среднем – 30,04 тыс. т (48,84 млн экз.). Оценка ожидаемой в 2025 г. величины запаса находится в доверительном интервале

23,57–33,70 тыс. т (38,32–54,79 млн экз.), в среднем – 28,63 тыс. т (46,56 млн экз.) (рис. 16).

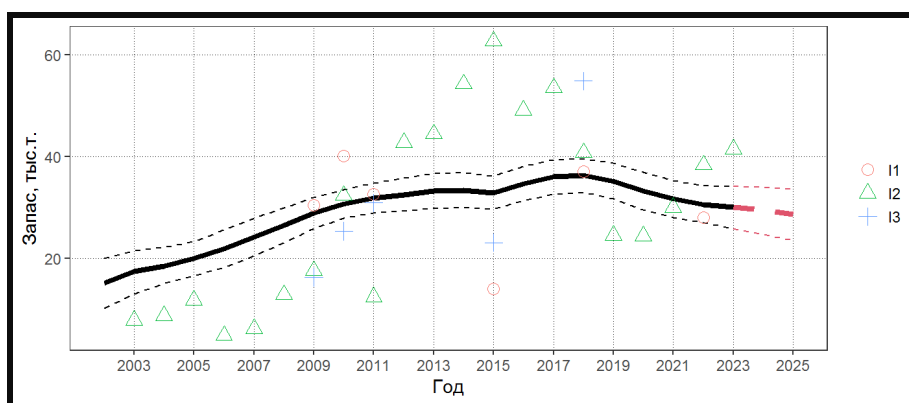


Рисунок 16. Динамика биомассы запаса краба-стригуна опилию в подзоне Приморье севернее м. Золотой

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Согласно построенному ПРП, доля промыслового изъятия в 2025 г. южнее м. Золотой может составить 14,15% или 1,96 тыс. т (3,11 млн экз.), севернее – 21,5%. Правилами регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабидов увеличение допустимого изъятия может составить не более 20% по сравнению с предыдущим годом. ОДУ для южной части подзоны в 2025 г. составлял 1,96 тыс. т. Величина изъятия в северной части подзоны на 2025 г. была определена величиной 4,25 тыс. т (6,91 млн экз.).

Таким образом, в 2025 г. в подзоне приморье ОДУ краба-стригуна опилию могло бы составить **6,21 тыс. т** (10,02 млн экз.).

Анализ р и диагностика полученных результатов. Ожидаемая в 2025 г. величина запаса не демонстрирует значительной неопределенности (см. рис. 17-18), риск достижения биомассой граничного ориентира отсутствует.

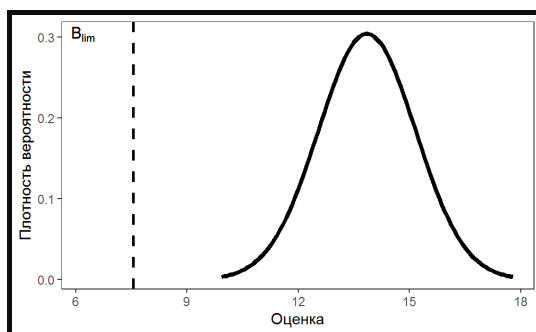


Рисунок 17. Распределение вероятности для ожидаемой биомассы запаса краба-стригуна опилию южной части подзоны Приморье

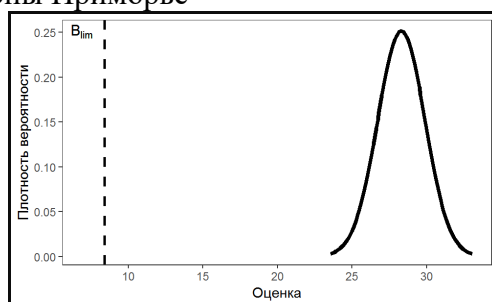


Рисунок 18. Распределение вероятности для ожидаемой биомассы запаса краба-стригуна опилию северной части подзоны Приморье

Прогнозируемое состояние запаса краба-стригуна опилию южной части подзоны Приморье в системе запас-промысел соответствует оптимальной эксплуатации в условиях восстановления обилия. Состояние запаса и условия эксплуатации краба-стригуна опилию северной части подзоны Приморье следует считать оптимальным.

Список использованных источников

Бизиков В.А., Поляков А.В. Географическая информационная система «КартМастер» новые возможности и перспективы для рыбохозяйственных исследований // – М.: ВНИРО, 2004. – 4 с.

Борисовец Е.Э., Надточий В.А. Диаграммы Вороного — как один из методов оценки состояния ресурсов // Роль климата и промысла в изменении структуры зообентоса шельфа. Камчатский краб, исландский гребешок, северная креветка и др.: тез. докл. Междунар. семинара. — Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2003. — С. 17–18.

Препарата Ф., Шеймос М. Вычислительная геометрия: Введение. М.: Мир, 1989.— 487 с.

Столяренко Д.А., Иванов Б.Г. Метод сплайн-аппроксимации плотности для оценки запасов по результатам траловых донных съемок на примере креветки *Pandalus borealis* у Шпицбергена // Морские промысловые беспозвоночные. - М.: ВНИРО, 1988. – С. 45-70.

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

Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). Москва: ВНИРО, 2000. 98 с.

Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. Новая географическая информационная система "КАРТМАСТЕР" для обработки данных биоресурсных съемок. VII Всероссийская конференция по промысловым беспозвоночным (памяти Б.Г. Иванова): Тезисы докладов. - М.: Изд-во ВНИРО, 2006,- с. 18-24.

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

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

Михеев А.А. Применение фильтра Калмана в когортной модели для корректировки оценок запаса при наличии неучтенного вылова // Вопросы рыболовства. 2016. Т. 17. № 1. С. 20–41.

Низяев С.А., Букин С.Д. и др. 2006. Пособие по изучению промысловых ракообразных дальневосточных морей России – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2006, 100 с.

Черниченко И.С. Стандартизация производительности промысла краба-стригуна опилию западной части Берингова моря с использованием аддитивных линейных моделей // Известия ТИНРО. 2021. Т. 201. № 2. С. 359–370.

Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей. 1979. - Владивосток: ТИНРО, 59 с.

Deriso R.B. Harvesting Strategies and Parameter Estimation for an Age-Structured Model // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1980. V. 37. P. 268–282.

Dick E.J., MacCall A.D. Depletion-Based Stock Reduction Analysis: A catch-based method for determining sustainable yields for data-poor fish stocks // Fisheries Research. 2011. V. 110. № 2. P. 331–341.

Jorgensen B. The Theory of Dispersion Models. London ; New York: Chapman and Hall/CRC, 1997. 1st edition. 256 p.

Hastie T., Tibshirani R. Generalized Additive Models // Statist. Sci. 1986. V. 1. № 3.

Meyer R., Millar R.B. Bayesian Stock Assessment using a State-Space Implementation of the Delay Difference Model // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1998. V. 56. P. 37–52.

Müller A.C., Guido S. Introduction to machine learning with Python: a guide for data scientists. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc, 2016. 376 p.

Särkkä S. Bayesian filtering and smoothing. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2013. 232 p.

Schnute J.T. A General Fishery Model for a Size-Structured Fish Population // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1987. V. 44. № 1980. P. 924–940.

Wan E.A., Van Der Merwe R. The unscented Kalman filter for nonlinear estimation // Proceedings of the IEEE 2000 Adaptive Systems for Signal Processing, Communications, and Control Symposium. Lake Louise: IEEE, 2000. P. 153–158.

Wood S.N. Thin plate regression splines // Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology). 2003. V. 65. № 1. P. 95–114.

Wood S.N. Stable and Efficient Multiple Smoothing Parameter Estimation for Generalized Additive Models // Journal of the American Statistical Association. 2004. V. 99. № 467. P. 673–686.

Wood S.N. Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models: Estimation of Semiparametric Generalized Linear Models // Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology). 2011. V. 73. № 1. P. 3–36.

Wood S.N. Generalized Additive Models: An Introduction with R.: Chapman and Hall/CRC, 2017. №. 2.

Краб волосатый четырехугольный - *Erimacrus isenbeckii*

61.06 - зона Японское море

61.06.1 - подзона Приморье

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

Анализ доступного информационного обеспечения. Анализ минимальных требований, предъявляемых Приказом Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г. к информационному обеспечению, указывает, что наблюдается лишь частичное соответствие 1 уровню. На возможность применения математической модели указывает только исторический ряд учетных съемок. Основные источники неопределенности: отсутствие длительного непрерывного ряда промысловой статистики. Накопленная к настоящему времени информация о скоплениях волосатого четырехугольного краба в подзоне Приморье (индексы запаса, промысловых усилий, вылова) позволяет проведение ограниченной аналитической оценки состояния запаса и ОДУ с использованием продукционных моделей, т.е. относится ко второму уровню информационного обеспечения (Приказ Росрыболовства №104 от 06.02.2015 г.).

Среднегодовая ошибка прогноза составляет 3%, максимальная – 61% (рис. 1). По сравнению с другими единицами запаса эти величины достаточно большие. Все оцененные значения располагаются выше прогнозируемых, то есть запас недооценивается (и соответственно ОДУ занижается), исключения составляют 2015-2016 и 2018-2020 гг. когда прогнозируемые значения были выше оцениваемых, что указывает на переоценку. В 2017 и 2021-2023 гг. оцененные значения оказались незначительно выше прогнозируемых, что несущественно отразилось в недооценке промыслового запаса.

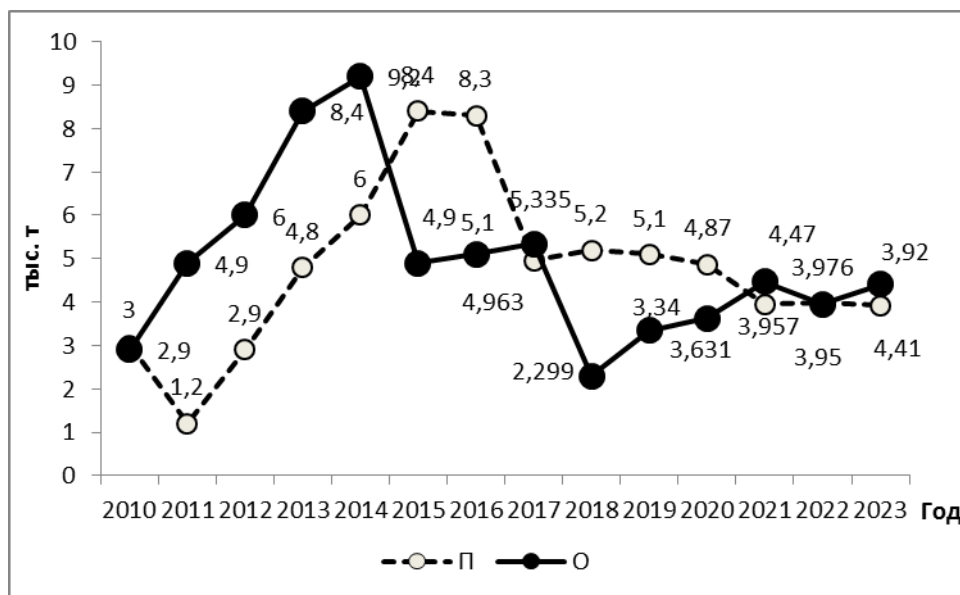


Рис 1. Динамика прогнозируемого (П) и оцененного (О; в год, на который был сделан прогноз) промышленного запаса волосатого четырехугольного краба в подзоне Приморье по результатам прогнозов «ТИНРО»

В 2023 г. донная траловая и ловушечная съемки не проводились. Основой прогноза послужили результаты учетной ловушечной съёмки на НИС «Зодиак» и комплексной донной траловой съёмки на НИСах «Владимир Сафонов» и «Дмитрий Песков», выполненных у побережья Приморского и Хабаровского краев в весенне-летний период 2022 г. (рис. 2,3, табл. 1).

Таблица 1

Объем работ и количество обработанного материала в 2022 г.

Год	2022	2022	2022
Тип, название судна	НИС «Зодиак»	НИС «Владимир Сафонов»	НИС «Дмитрий Песков»
Тип орудий лова	конусные ловушки	донный трал	донный трал
Количество учетных станций	170	46	61
Диапазон глубин, м	13-202	26-611	24-319
Период работ	апрель-июнь	апрель-май	апрель-июнь
Выполнено биоанализов	3124	0	286

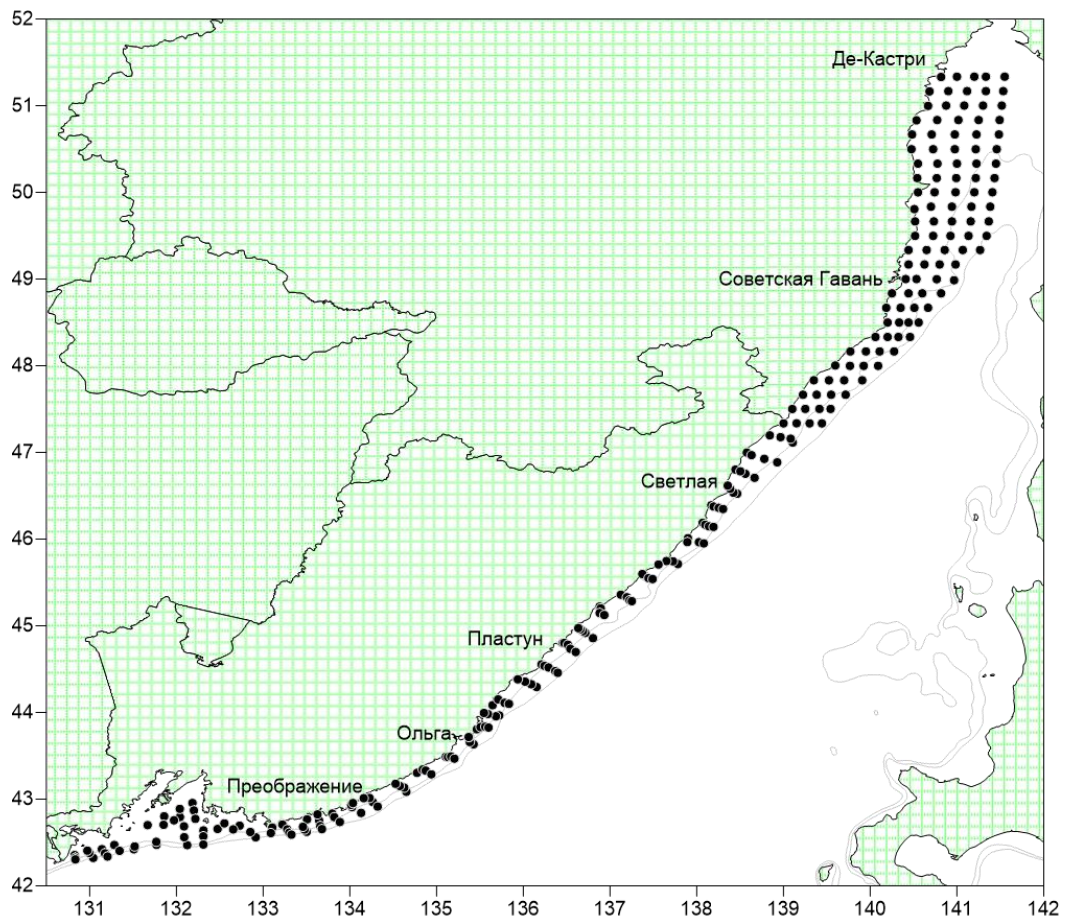


Рис. 2. Карта-схема станций ловушечной учётной съёмки 2022 г. в подзоне Приморье

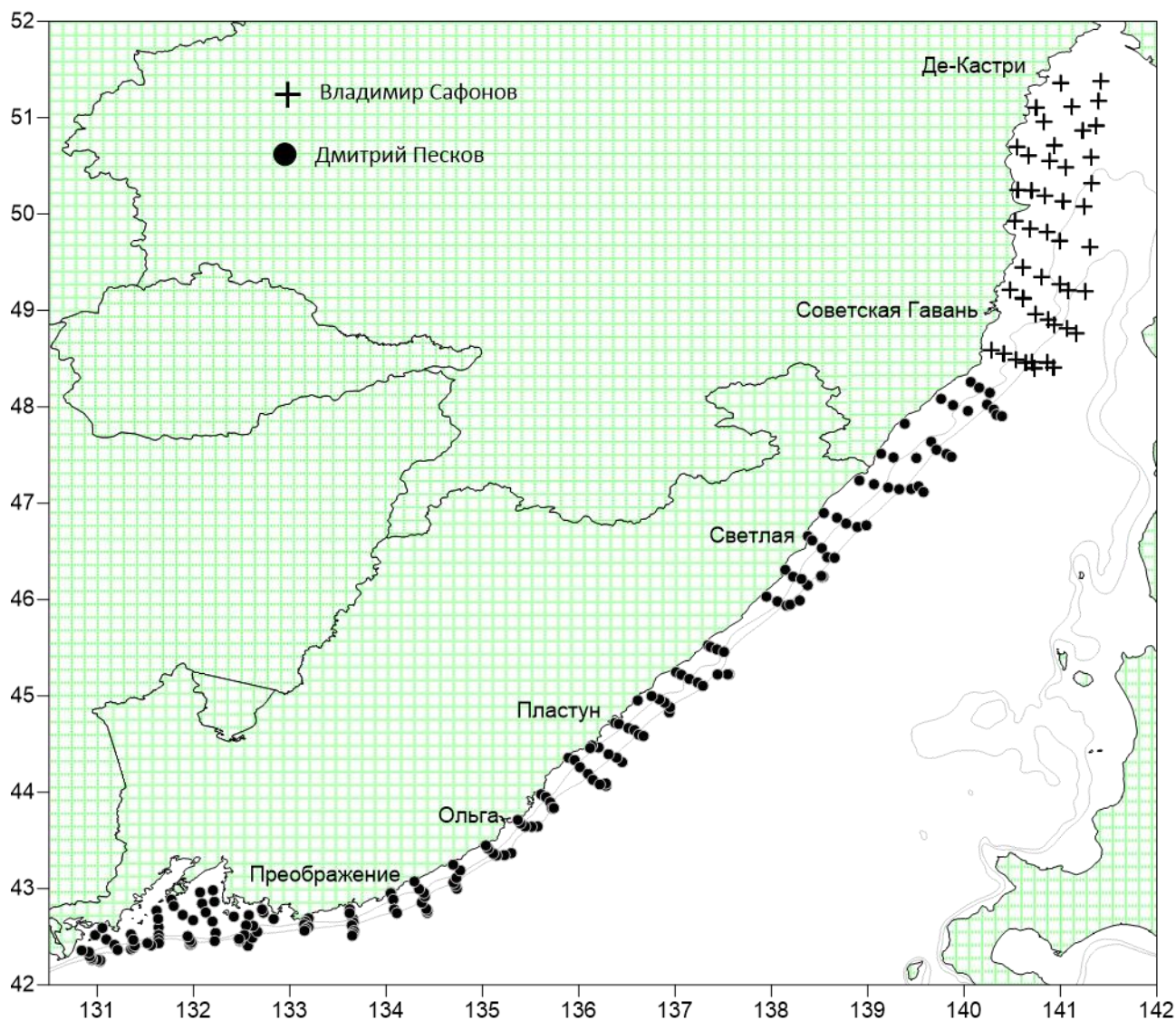


Рис. 3. Карта-схема станций траловых учётных съёмок 2022 г. в подзоне Приморье

При выполнении ловушечных съёмок использовались стандартные конусные ловушки японского образца (JS-0,7), соединённые в укороченные поисковые порядки (в среднем) по 30-40 ловушек на НИС. Разборка улова и обработка первичной информации осуществлялись по стандартным методикам [Руководство по изучению десятиногих ракообразных ..., 1979; Пособие по изучению промысловых ракообразных ДВ морей России, 2006].

В основном, информационную обеспеченность прогноза можно считать удовлетворительной и соответствующей II уровню обеспечения (приказ Росрыболовства №104 от 06.02.2015 г.).

Обоснование выбора методов оценки запаса. При оценке запасов, как и в предыдущие годы, коэффициент уловистости трала ДТ/ТВ – 27,1/24,4 принимался равным 0,75, горизонтальное раскрытие трала – 16 м, эффективная площадь облова одной ловушки составляла 3300 м² [Столяренко и др. 1988; Михайлов, Бандурин и др. 2003]. Оценку текущего запаса и построение карт распределения краба проводили в программной оболочке ГИС КартМастер 4.1 [Бизиков и др., 2006] методом сплайн-аппроксимации.

Для оценки промысловой биомассы и прогноза ОДУ использовали конечно-разностную модель с запаздыванием Деризо-Шнютэ [Deriso, 1980; Schnute, 1987].

В 2012-2023 гг. при промысле четырехугольного волосатого краба в подзоне Приморье наблюдалось различное размещение промысловых судов. Кроме того, широко

варьировали сроки промысла, промысел велся судами различных типов (рис. 4-8).

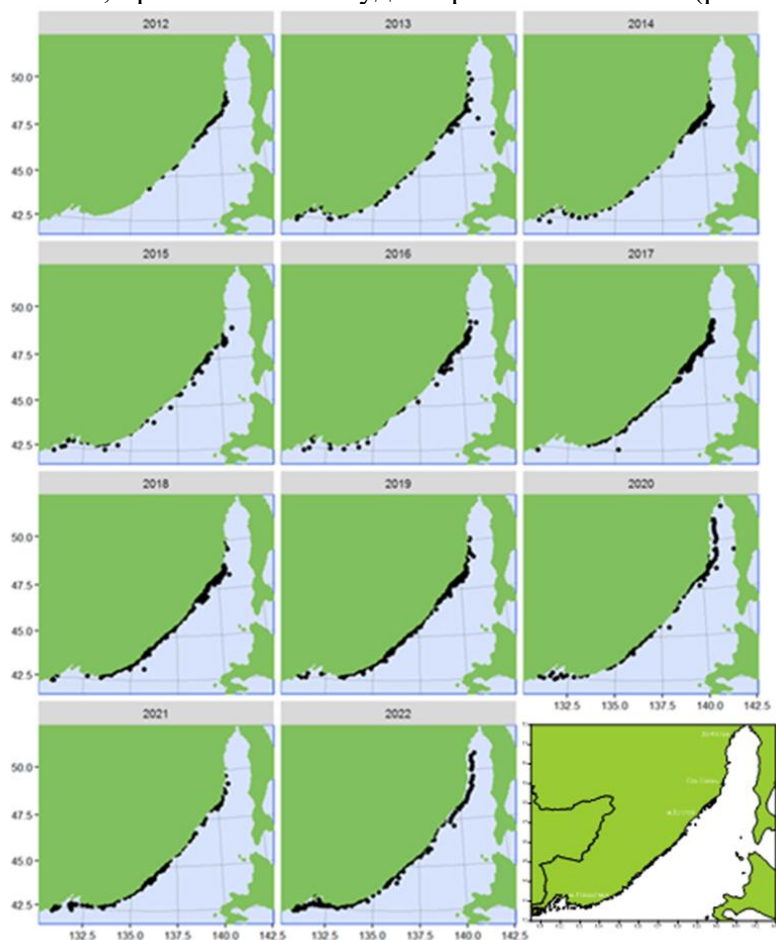


Рис. 4 Распределение судов на промысле четырехугольного волосатого краба в подзоне Приморье в 2012-2023 гг.

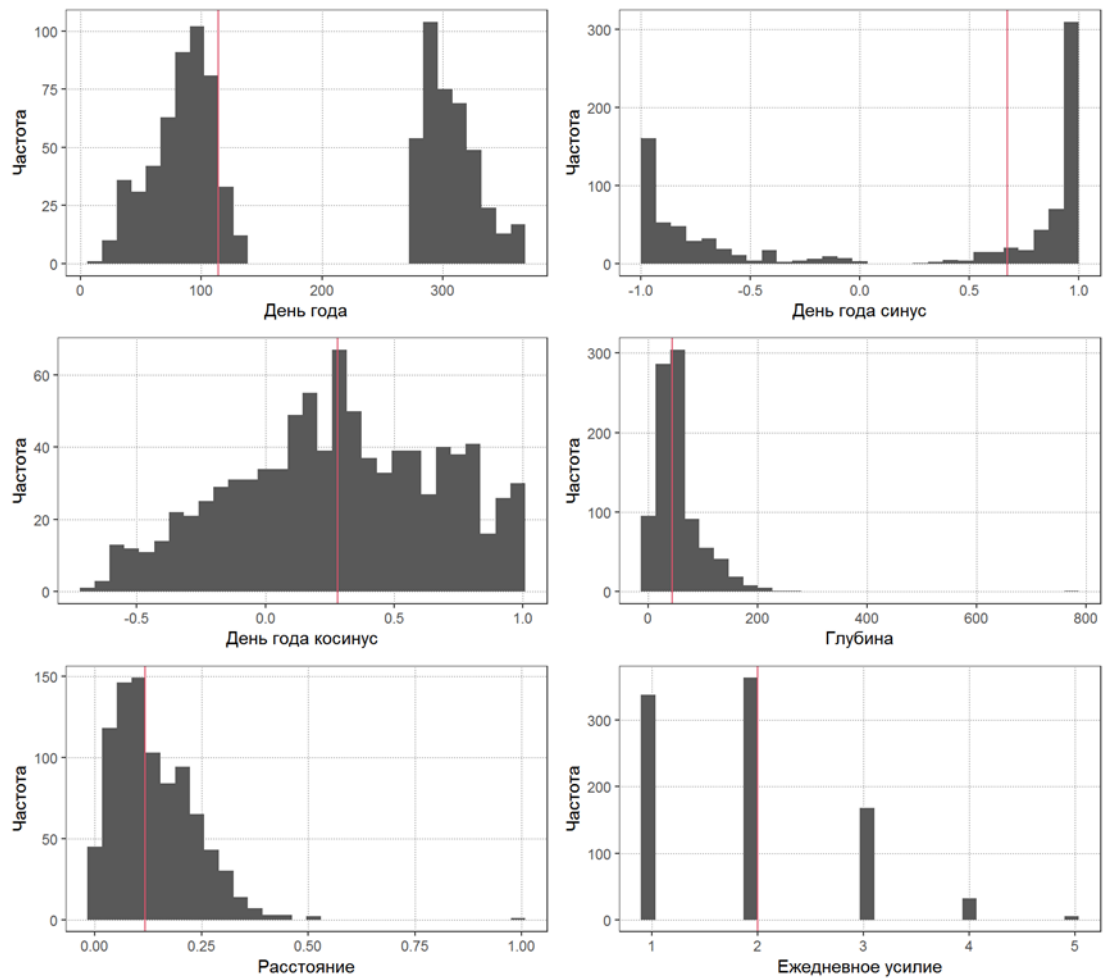


Рис. 5. Распределение количественных факторов южнее мыса Золотой в 2012-2023 гг.

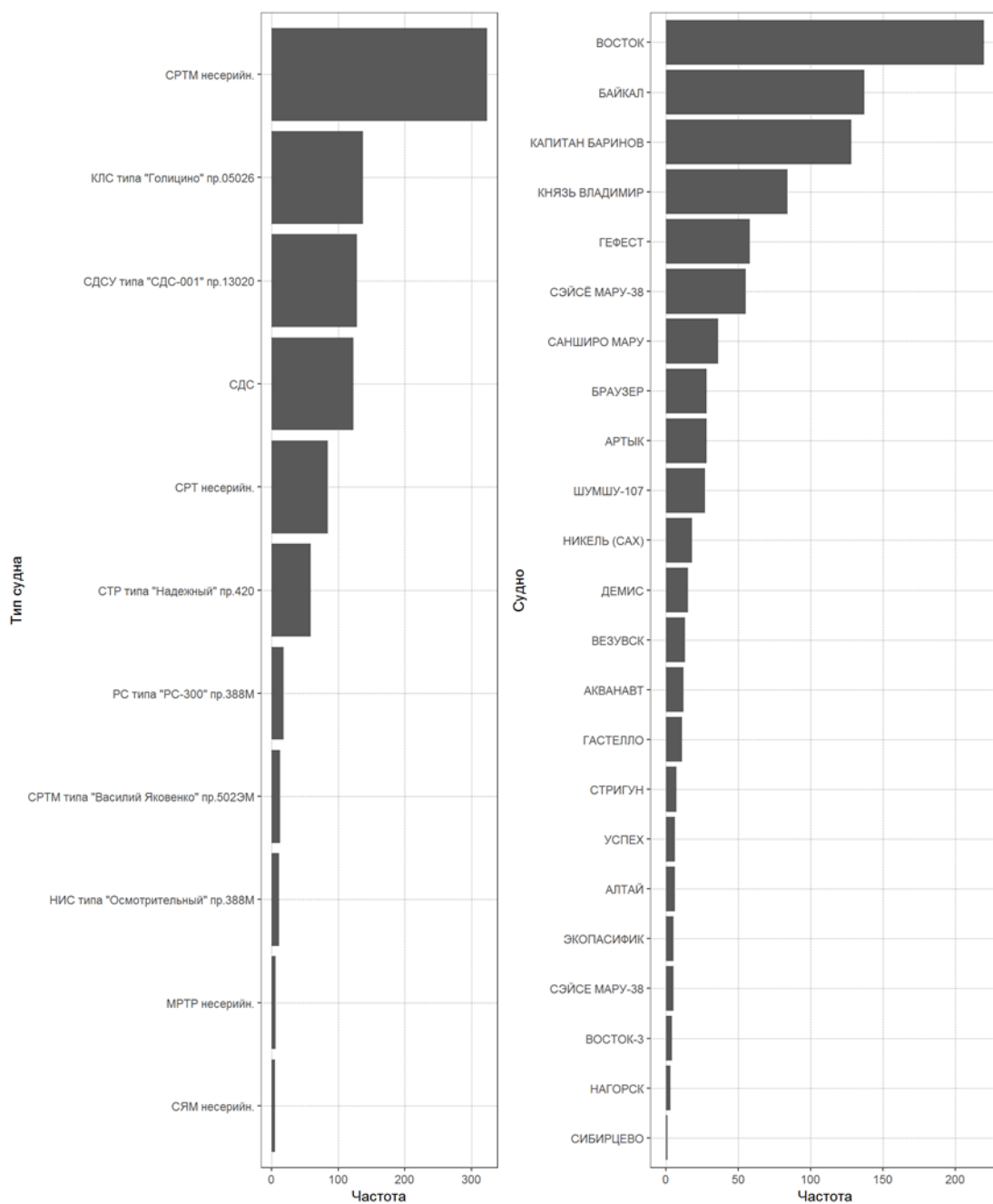


Рис. 6. Распределение категориальных факторов южнее мыса Золотой в 2012-2023 гг.

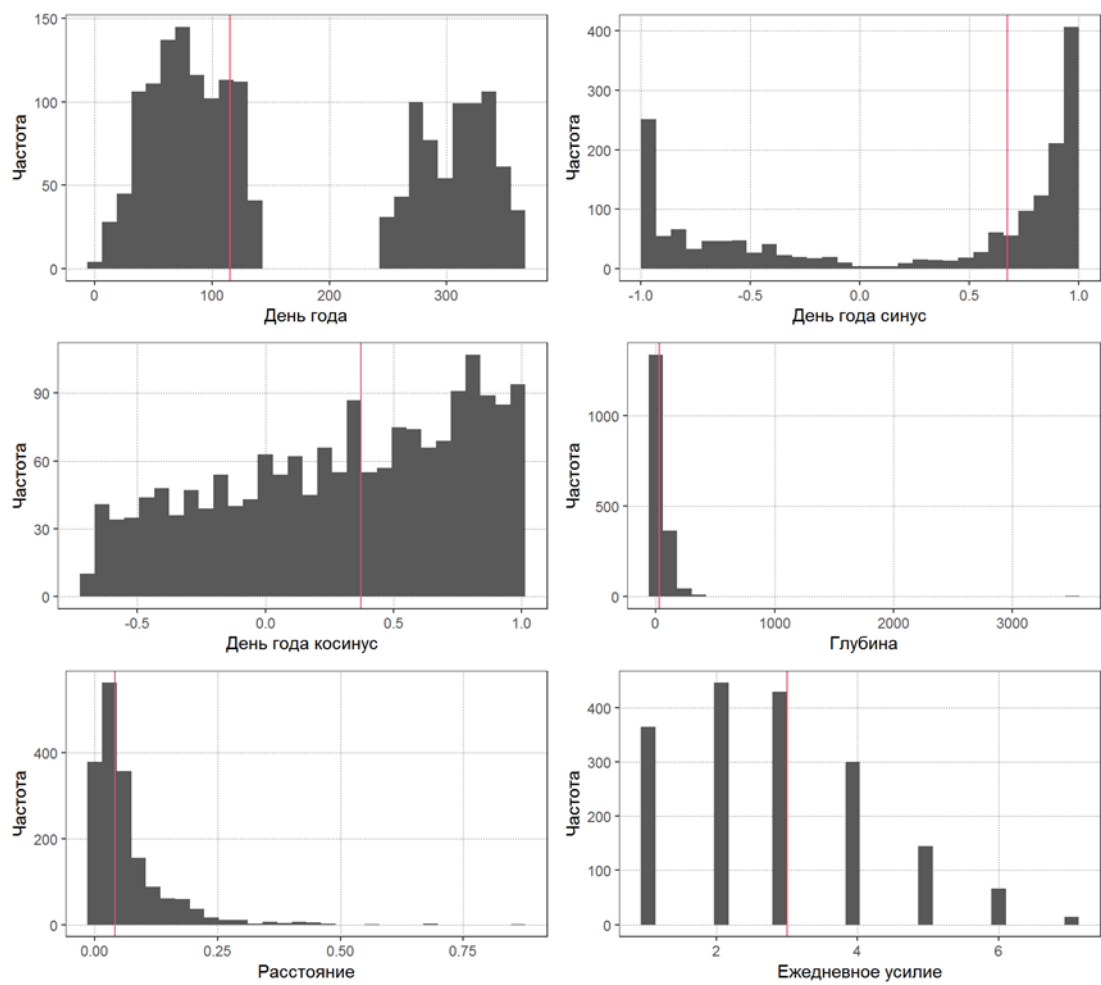


Рис. 7. Распределение количественных факторов севернее мыса Золотой в 2012-2023 гг.

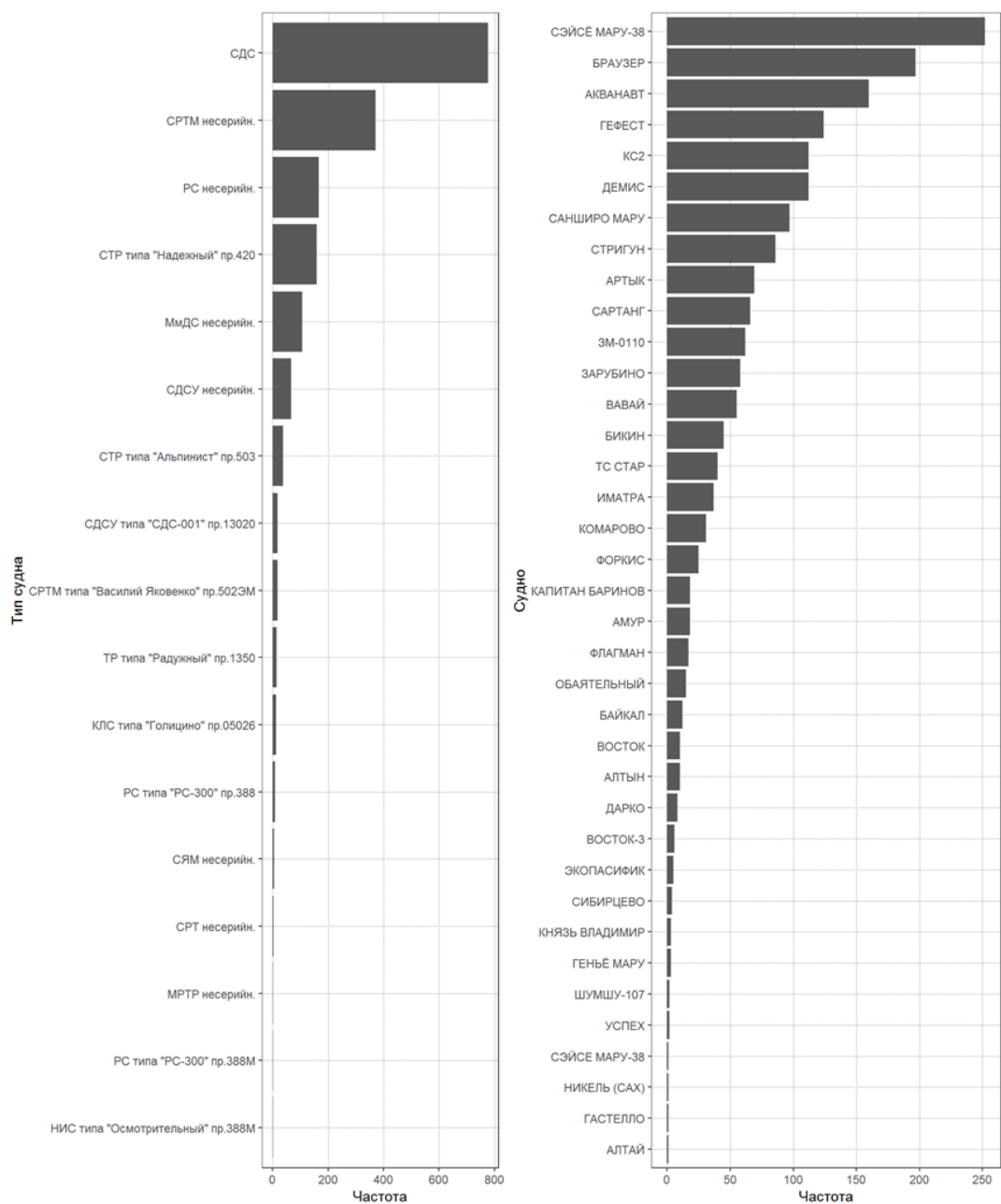


Рис. 8. Распределение категориальных факторов севернее мыса Золотой в 2012-2023 гг.

Такой разброс факторов вносит дополнительную вариабельность в индекс обилия, поэтому необходимо применять процедуру стандартизации промыслового усилия [Баканев, 2019; Буяновский, 2019; Кулик, Варкентин, Ильин, 2020; Черниенко, 2021]. В качестве индекса обилия запаса рассматривали интенсивность промысла landing per unit effort (LPUE), т. е. массу крабов, взятую на борт судна за сутки. Для набора данных формировали дополнительные переменные: день года, глубина, расстояние от берега, суточное усилие. В ряде случаев, при использовании переменных, связанных со временем, можно достичь лучших результатов используя циклическое преобразование дат [Müller, Guido, 2016]. Циклическое преобразование дат выполняли по формулам

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

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

где d_{sin} , d_{cos} – циклические компоненты, d – порядковый номер дня в году, N_Y – число дней в году Y (365 или 366). К таблице присоединяли данные о суточном промысловом усилии, т. е. о количестве судов, находившихся на промысле, что отражает нагрузку на запас. Описание предикторов представлено в таблице 2.

Таблица 2

Факторы, учтенные при стандартизации индекса обилия

Переменная	Обозначение	Единицы измерения
Год	Y	Категориальная переменная
Широта	φ	Градусы с десятичными долями
Долгота	λ	Градусы с десятичными долями
Порядковый номер дня в году	d	День
Циклическая компонента 1	d_{sin}	Радианы
Циклическая компонента 2	d_{cos}	Радианы
Расстояние от берега	L	Километры
Глубина	H	Метры
Суточное промысловое усилие	E	Судо-сутки
Тип судна	T	Категориальная переменная
Судно	V	Категориальная переменная

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

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:

$$\mu(LPUE) = Y + s(\varphi) + s(\lambda) + s(d) + T \quad (4)$$

$$\mu(LPUE) = Y + s(\varphi) + s(\lambda) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + T \quad (5)$$

$$\mu(LPUE) = Y + s(\varphi) + s(\lambda) + s(d) + s(H) + T \quad (6)$$

$$\mu(LPUE) = Y + s(\varphi) + s(\lambda) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + s(H) + T \quad (7)$$

$$\mu(LPUE) = Y + s(\varphi) + s(\lambda) + s(d) + s(H) + s(L) + T \quad (8)$$

$$\mu(LPUE) = Y + s(\varphi) + s(\lambda) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + s(H) + s(L) + T \quad (9)$$

$$\mu(LPUE) = Y + s(\varphi) + s(\lambda) + s(d) + s(H) + s(L) + s(E) + T \quad (10)$$

$$\mu(LPUE) = Y + s(\varphi) + s(\lambda) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + s(H) + s(L) + s(E) + T \quad (11)$$

$$\mu(LPUE) = Y + s(\varphi) + s(\lambda) + s(d) + s(H) + s(L) + s(E) + T + V \quad (12)$$

$$\mu(LPUE) = Y + s(\phi) + s(\lambda) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + s(H) + s(L) + s(E) + T + V \quad (13)$$

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

Для стандартизации интенсивности промысла вычисляли ее значения для каждого года, фиксируя категориальные признаки на наиболее часто встречающихся значениях, количественные – на медианных. Значения факторов, использованные для стандартизации приведены в таблицах 3-4.

Таблица 3

Значения факторов, использованные для стандартизации индексов южнее мыса Золотой

Фактор	Значение
ϕ	44,55
λ	136,23
d	115
d_{sin}	0,74
d_{cos}	0,28
L	5
H	48
E	3
T	СДС
V	«СЭЙСЁ МАРУ-38»

Таблица 4

Значения факторов, использованных для стандартизации индексов севернее мыса Золотой

Фактор	Значение
ϕ	48,07
λ	139,833
d	124
d_{sin}	0,69
d_{cos}	0,25
L	10
H	62
E	2
T	СРТМ несерийн
V	«ВОСТОК»

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

В качестве входных данных для модели использовали оценки запасов, выполненные методом площадей по результатам учетных ловушечных съемок, данные о среднем за промысловый сезон улове на судосутки и сведения о годовом изъятии, полученные из данных ИС «Рыболовство».

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.

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

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

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 сэмпирования, использовали приведенные величины [Meyer, Millar, 1998]: $P_t = \frac{B_t}{B_V}$, $\Gamma_t = \frac{R_t}{B_V}$, $k = \frac{1}{B_V}$.

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

Таким образом, используемая модель включает два уравнения процесса

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

;

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

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 использовали сигма-точечный фильтр Калмана [Särkkä, 2013; Wan, Van Der Merwe, 2000], параметры модели оптимизировали при помощи генетического алгоритма [Михеев, 2011]. Для расчетов использовали язык сценариев R с пакетами raster, maptools (работа с пространственными данными), rgeos (расчет расстояний от береговой линии), mgcv (GAM), ggplot2 (визуализация). Расстояния от берега рассчитывались с использованием пакета для языка сценариев R geosphere.

Расчет оптимального изъятия проводили с применением принципа

предосторожного подхода к управлению ресурсами [Бабаян, 2000].

При анализе распределения и определения биологических характеристик в прогнозе учитывалось разделение подзоны Приморье южнее мыса Золотого на следующие районы:

- зал. Петра Великого – акватория к востоку и северо-востоку от границ российской рыболовной зоны с КНДР до мыса Поворотного (133°00' в. д.).

- северное Приморье – к северо-востоку от мыса Поворотного до траверза мыса Золотого (47°20' с. ш.) и к северу от мыса Золотого (47°21'8 – 50°10'1 с.ш.) прибрежная 12-мильная зона, примыкающая к Хабаровскому краю.

В прогнозе рассматривается распределение промысловых (более 80 мм по ширине карапакса – ШК) особей четырехугольного волосатого краба, на основе которого и определялся его текущий промысловый запас и базируются расчеты прогнозируемого на 2025 г.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

В южной части подзоны Приморье четырехугольный волосатый краб традиционно являлся второстепенным и сравнительно немногочисленным промысловым видом. До начала 2000-х годов, в основном добывался как прилов при промысле камчатского краба, с которым образует совместные скопления в центральных и южных районах шельфа северного Приморья.

Это относительно мелководный вид, его наиболее плотные скопления отмечаются в прибрежной зоне на глубине до 100 м. В последние годы волосатый краб также стал отмечаться и в зал. Петра Великого.

Огромный спрос и практически неконтролируемый браконьерский лов в период 1990-х – начала 2000-х гг. способствовал всё нарастающему промысловому прессу на популяцию волосатого краба у берегов Приморья. Данные обстоятельства привели к резкому уменьшению его численности, плотности и площади скоплений, падению уловов на усилие. Устойчивое снижение величины промыслового запаса стало отмечаться с 1995 г., когда она снизилась с 1,10 до 0,14 тыс. т (2002-2003 гг.). Результатом этого стал запрет на промышленный лов этого краба, введенный в южном секторе подзоны Приморье с 2002 по 2013 г. Запрет на лов этого вида, так же, как и других шельфовых крабов, безусловно стал вынужденной и своевременной мерой, направленной на сохранение их ресурсов.

С середины 2000-х гг. стала отмечаться устойчивая тенденция роста промысловой биомассы краба, которая в 2011 г. достигла 4,9 тыс. т (рис. 9). В дальнейшем наблюдается значительное увеличение промыслового запаса этого краба по всей подзоне Приморье и в 2014 г. он достиг 9,2 тыс. т. С учётом отмечаемой стойкой тенденции естественного восстановления промысловой биомассы четырехугольного волосатого краба в южном секторе подзоны Приморье (к югу от мыса Золотого) в 2010-2014 гг., пройдя этап роста, стабилизировался, дойдя до исторического максимума за весь период регулярных исследований, проводимых ТИНРО с 1976 г., что позволило уверенно утверждать о росте его промысловой численности и стабильном благополучном состоянии и привело к возобновлению промышленного лова после 15-летнего перерыва. Проведение в 2018 г. в апреле-июне траловой и сентябре-октябре ловушечной съемок, показало кратное сокращение промысловых ресурсов основных видов крабов по сравнению с данными 2015 и 2016 гг. – в том числе четырехугольного волосатого краба почти в 2 раза. Наблюдающееся снижение численности промысловых особей в 2015-2017 гг. связано, скорее всего, с естественными причинами – элиминацией крабов старших возрастных групп. Среди самцов волосатого краба последние годы преобладали крупноразмерные особи предельных размеров, вероятно, достигшие последней в жизни линьки. По нашему мнению, не исключая фактора снижения промысловой численности волосатого четырехугольного краба, является наличие браконьерского промысла.

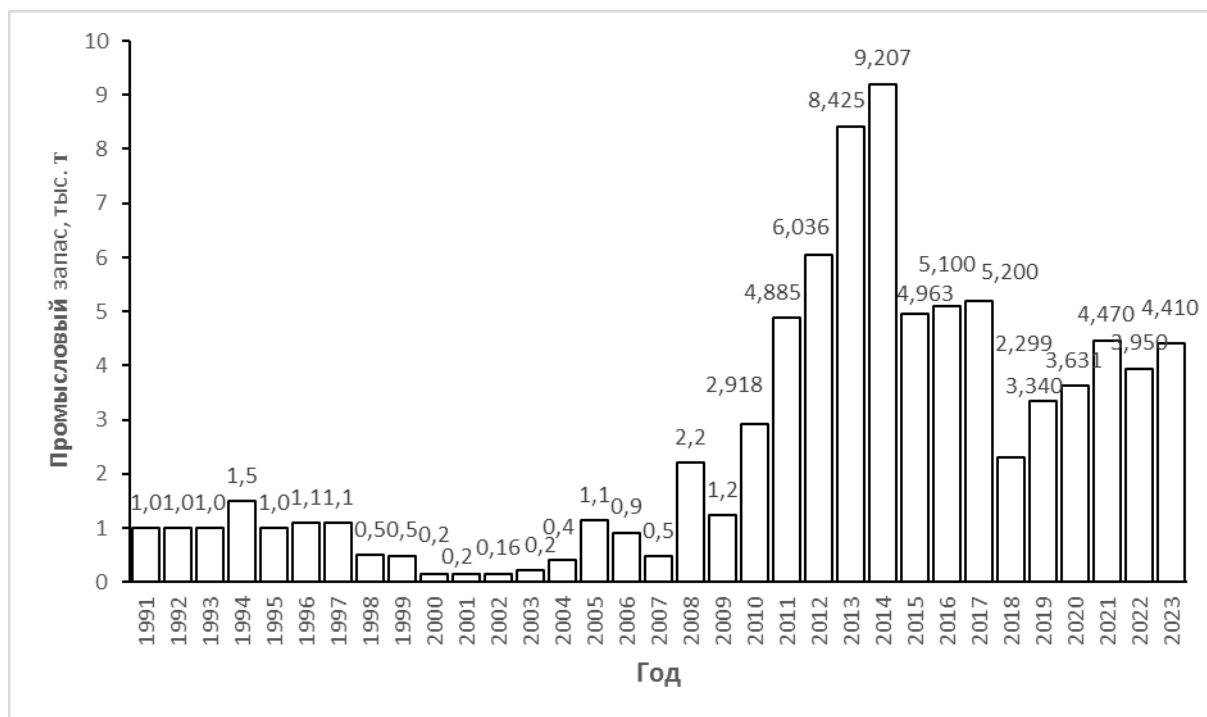


Рис. 9. Динамика промыслового запаса волосатого четырехугольного краба в подзоне Приморье в 1991-2023 гг.

По данным ловушечных съемок 2019-2020 и 2022 гг. была отмечена многочисленная группировка четырехугольного волосатого краба. Довольно крупные скопления этого вида традиционно приходились на район к югу от мыса Золотого, на юго-западную часть зал. Петра Великого (район Посьета) и в северо-западной части Татарского пролива. Выполненный анализ позволил подтвердить результаты, полученные в предыдущие годы, что в районах подзоны Приморье волосатый краб создаёт протяженные и плотные скопления, как правило, приуроченные к зонам малых глубин 13-55 м, а среди самцов волосатого краба последние годы преобладали крупноразмерные особи.

По итогам траловой съемки в 2020 г. севернее мыса Золотой краб встречался в уловах повсеместно (от 47°30' до 51°37' с.ш.), на глубинах 19-92 м, его относительно плотные скопления отмечались южнее Советской Гавани. В 2022 г. были отмечены немногочисленные группировки, приуроченные к прибрежным районам, к зонам малых глубин 15-50 м к югу от мыса Золотого, на юго-западную часть зал. Петра Великого (район Посьета) и в меньшей степени в северо-западной части Татарского пролива.

По данным траловых съёмок 2014-2022 гг. и ловушечных съёмок 2013-2022 гг. доля самцов промыслового размера была максимальной и достигала 77-92 и 91-99% соответственно. Средний размер промысловых самцов (96,4 и 100,8 мм) практически не изменился. Наиболее часто в уловах встречались крупноразмерные самцы (85-110 мм по ширине карапакса – 58-81%), вместе с тем на пререкрутов (70-79 мм по ширине карапакса) приходилось только не более 5% общего улова. В целом, каких-либо существенных изменений в размерной структуре самцов волосатого краба не выявлено, в последние годы соотношение размерных групп в ловушечных уловах относительно стабильно.

Согласно судовых суточных донесений (ССД), отражаемых в ОСМ (отраслевая система мониторинга) «Рыболовство», промышленный лов волосатого краба в подзоне Приморье с 1 января по 28 декабря 2023 г. осуществлялся 9 судами (рис. 10).

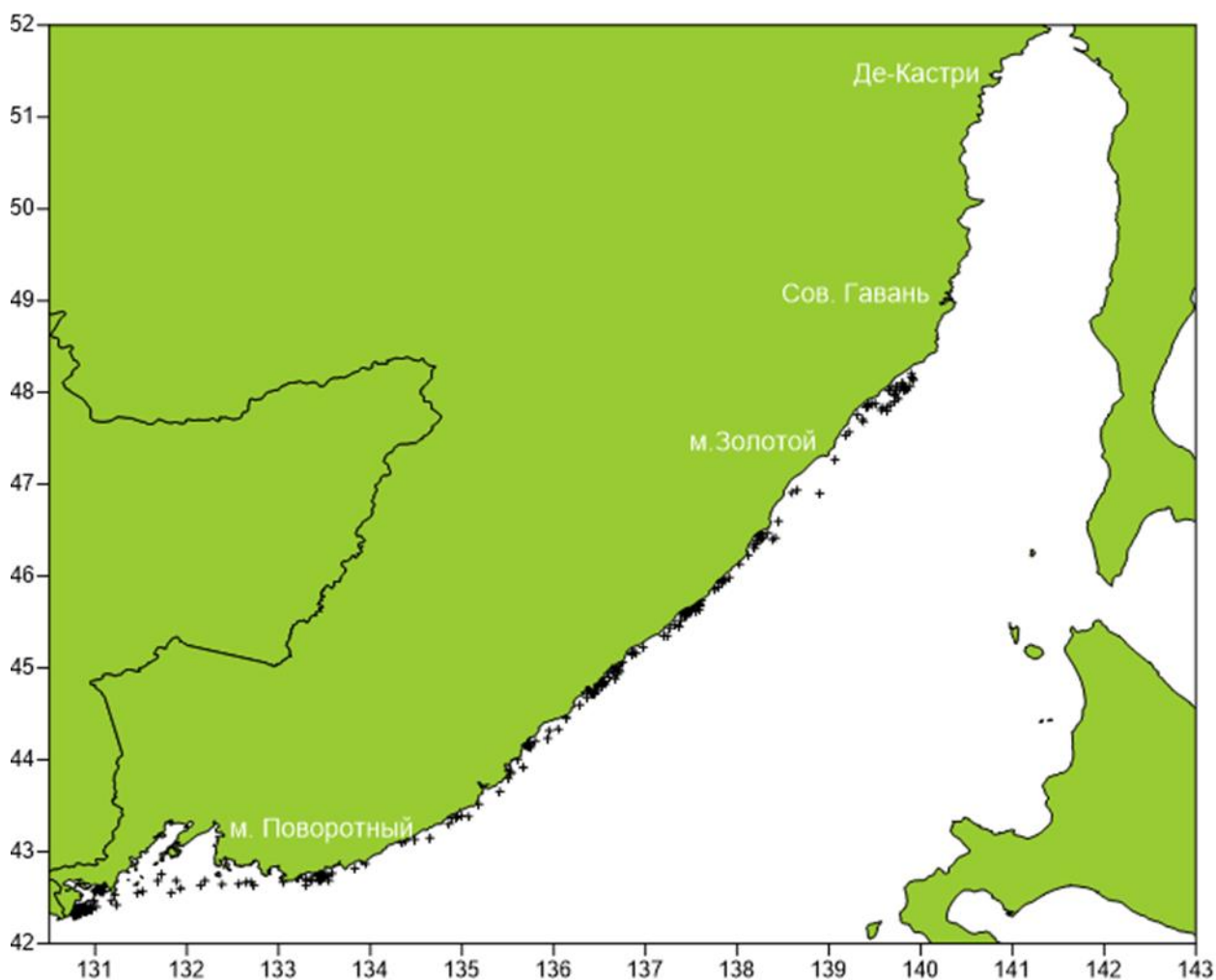


Рис. 10. Распределение промысловых усилий четырехугольного волосатого краба в подзоне Приморье с 1 января по 28 декабря 2023 г.

В результате анализа данных установлено, что промысел в подавляющем большинстве был сосредоточен в районах, прилегающих с северо-востока к мысу Поворотному, а также с запада и юго-запада от мыса Золотого и в зал. Петра Великого, от границ российской рыболовной зоны с КНДР, и незначительная часть судов вела промысел севернее мыса Золотого.

Наиболее активная фаза промысла четырехугольного волосатого краба южнее мыса Золотого приходилась на третью декаду февраля, на вторую и третью декаду марта, на первую декаду мая и на вторую и третью декаду сентября до конца ноября 2023 г. Средний суточный улов составлял 0,790 т, у трех судов: «Стригун» и «Сартанг» при максимальном – 3,1 т.

Согласно судовых суточных донесений (ССД), отражаемых в ОСМ (отраслевая система мониторинга) «Рыболовство» севернее мыса Золотого, на 7 декабря 2023 г. промысел вели пятью промысловыми судами (рис. 10), вылов составил 57,69 т. В целом, средний суточный улов для всей подзоны составляет 1,480 т. Лов велся с января по апрель и с октября по декабрь.

Специализированный лов волосатого краба к северу от мыса Золотого не проводится. До 2003 г. изъятие происходило исключительно в виде прилова к камчатскому крабу, резкое снижение запаса которого привело к уменьшению привлекательности района для крабового промысла в целом, соответственно количество добывающих судов сократилось больше чем на половину, в том числе и ведущих незаконный промысел. В итоге пресс промысла на группировку волосатого четырехугольного краба уменьшился. В 2011 г. промысел данного вида крабов был

возобновлен, в среднем за 2011-2023 гг. промышленностью осваивается 29,3% выделенного ресурса (рис. 11).

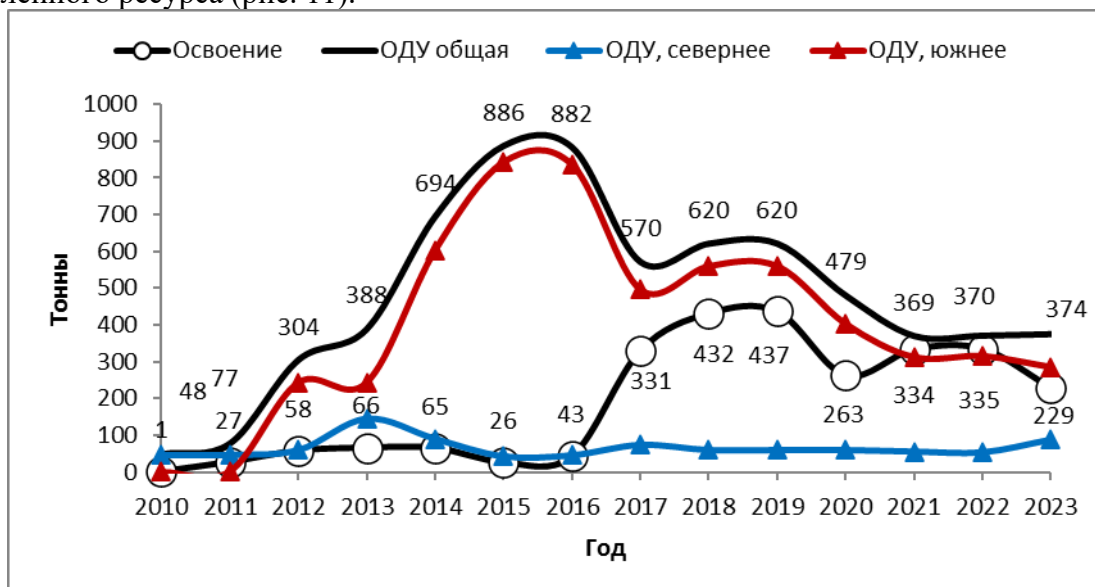


Рис. 11. Динамика ОДУ и статистика вылова волосатого четырехугольного краба в подзоне Приморье к югу и северу от мыса Золотого (47°20 с.ш.) в 2010-2023 гг.

Ранее, с 2002 по 2012 гг., промышленный лов был закрыт в связи с неудовлетворительным состоянием запасов. В 2013 г. ученые ФГБНУ «Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр» (ТИНРО-Центр) рекомендовали возобновить лов камчатского, синего и волосатого четырехугольного крабов. Но, по организационным причинам, промысел до 2017 г. не велся. Вылов крабов в данном районе возобновился после 15-летнего перерыва и в 2017-2023 гг. составил 331, 432,7, 437, 263, 333,9, 334,8 и 229,4 т (28 декабря 2023 г.), соответственно (табл. 5).

Таблица 5

Динамика ОДУ и официального вылова (тыс. т) волосатого четырехугольного краба в подзоне Приморье за период 2004-2022 гг.

Год	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
ОДУ южнее мыса Золотого	0,002	0,023	0,04	0,07	0,091	0,042	0,001	0,03
ОДУ севернее мыса Золотого	0,002	0,052	0,03	0,06	0,075	0,008	0,047	0,047
Суммарный ОДУ в подзоне	0,004	0,075	0,07	0,13	0,166	0,05	0,048	0,077
Суммарный вылов	0,002	0,001	0,029	0,063	0,12	0,006	0,001	0,027
Год	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ОДУ южнее мыса Золотого	0,244	0,244	0,604	0,843	0,836	0,496	0,56	0,56
ОДУ севернее мыса Золотого	0,06	0,144	0,09	0,043	0,046	0,074	0,06	0,06
Суммарный ОДУ в подзоне	0,304	0,388	0,694	0,886	0,882	0,57	0,62	0,62
Суммарный вылов	0,058	0,066	0,065	0,026	0,043	0,331	0,432	0,437
Год	2020	2021	2022	2023				
ОДУ южнее мыса Золотого	0,403	0,313	0,316	0,286				
ОДУ севернее мыса Золотого	0,076	0,056	0,054	0,088				
Суммарный ОДУ в подзоне	0,479	0,369	0,370	0,374				
Суммарный вылов	0,263	0,334	0,335	0,229				

Ретроспективный обзор промысла показывает, что в 2013-2014 гг. промысловый запас был стабилен (промысел не велся, но ожидался после проведения аукционов) и находился на уровне, близком к исторически максимальному. В 2015-2016 гг. траловые съёмки (по всей подзоне Приморье) показали снижение промыслового запаса. К

сожалению, в 2016 г. ловушечную съёмку, по которой тоже определялся промысловый запас, не проводили и ряд прибрежных мелководных станций зал. Петра Великого и северного Приморья остались не охваченными. В 2017 г. по организационным причинам траловая и ловушечная съёмки не состоялись. По данным траловой и ловушечных съёмок в 2018 г. произошло резкое снижение промыслового запаса, почти в 2 раза. По данным траловой и ловушечной съёмок в 2019 г., как и в предыдущие годы, основные скопления промысловых особей и самок отмечались в центральной и южной частях северного Приморья, а также приходились на юго-западную часть зал. Петра Великого (рис. 18, 19). Результаты исследований показали среднюю плотность поселений краба по всему побережью Приморья и Хабаровского края, от мыса Сысоева до мыса Сосунова (Светлая), достигавшую от 200 до 900 экз./км² (максимум 1700 экз./км²), в северной части Приморья она была значительно ниже – 200 экз./км² (максимум 800 экз./км²). В 2020 г. ловушечная и траловая съёмки проходили в заливе Петра Великого и севернее мыса Золотой, а также в северо-западной части Татарского пролива, соответственно. Промысловые самцы четырехугольного волосатого краба встречались повсеместно, наиболее крупные и плотные скопления образовывали от м. Крестовоздвиженский (Гроссевици) до м. Красный Партизан на глубинах 19-31 м. Севернее м. Красный Партизан до м. То (центральная и северная части исследуемого района) каких-либо значимых концентраций отмечено не было. Основу всех уловов (92%) составляли промысловые самцы. Промысловый ресурс этого краба в Татарском проливе оценивается почти в 2,5 тыс. т, из них 440 т в подзоне Приморье, в 4 раза меньше, чем оценка 2018 г. (на уровне 2015 г) и 2 тыс. т в Западно-Сахалинской подзоне. В 2021 г. работы проводились в северо-западной части Японского моря от мыса Поворотный до мыса Егорова с некоторым изменением и сокращением сетки ловушечных станций, что предопределило об уменьшении обследованной площади в сравнении с предыдущими годами, в связи с чем, ряд таблиц с оценкой запаса показал снижение. Траловая съёмка по организационным причинам не состоялась.

Изучения промысловых видов крабов 2022 г. в районах наиболее интенсивной эксплуатации этих видов, выполнялись траловой съёмкой в конце апреля до середины мая и проходили на акватории подзоны Приморье в северо-западной части Татарского пролива на НИС «Владимир Сафонов» и в подзоне Приморье от м. Песчаный Хабаровского края до района устья р. Туманная Приморского края на НИС «Дмитрий Песков». На втором этапе работ с апреля по июнь на глубинах 13-204 м выполнена ловушечная съёмка на шельфе и верхних горизонтах материкового склона в северо-западной части Японского моря, от р. Туманная (42°18' с.ш.) до м. Накатова (51°20' с.ш.), как в пределах 12 мильной зоны, так и в ИЭЗ РФ. По итогам траловой съёмки 2022 г. в северной части подзоны Приморье волосатый четырехугольный краб встречался лишь на южном краю исследованного района. Распределение волосатого четырехугольного краба ограничивалось 48° 30' с.ш. и глубинами 38-100 м (рис. 12). Максимальное обилие крабов (5400 экз./км²) было отмечено севернее б. Соколовской (Преображение) на глубине 47 м. Отмечено увеличение в 2 раза численности и биомассы промысловых особей волосатого четырехугольного краба – с 0,88 до 1,80 млн. экз. и 0,71 до 1,4 тыс. т соответственно (рис. 13). По данным ловушечной съёмки по-прежнему в этом районе была отмечена многочисленная группировка четырехугольного волосатого краба. Довольно крупные скопления этого вида традиционно приходились к югу от м. Золотой, юго-западной части залива Петра Великого и незначительные поселения были отмечены к северу от м. Золотой (рис. 14).

Волосатый четырехугольный краб показывает стабильное состояние ресурсов в северной части Японского моря. При этом в северной части подзоны Приморье произошло увеличение численности и биомассы, а в западно-Сахалинской подзоне – снижение. Основу траловых уловов волосатого четырехугольного краба составляют промысловые самцы с ШК более 80 мм (рис 12).

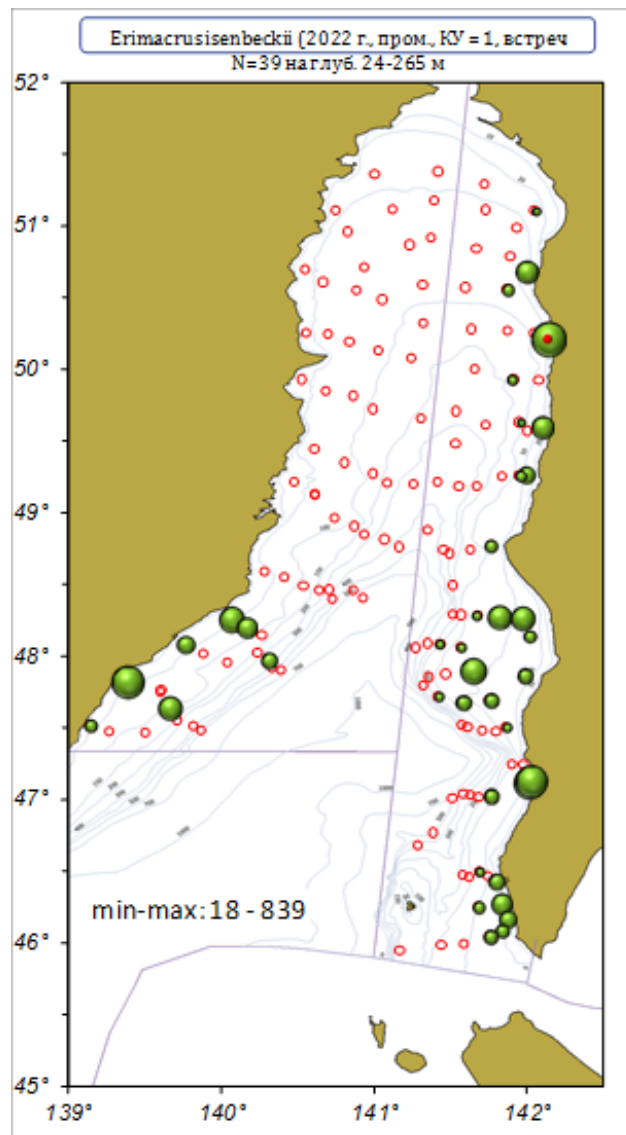


Рис. 12. Распределение промысловых самцов (экз./км²) четырехугольного волосатого краба в подзоне Приморье к северу от мыса Золотого (47°20 с. ш.) по данным траловой съемки

НИС «Владимир Сафонов» в апреле-мае 2022 г.

Максимальное обилие крабов (5400 экз./км²) было отмечено севернее б. Соколовской (Преображение) на глубине 47 м. Площадь скоплений с удельной плотностью более 411 экз./км² составила около 1,52 тыс. км². Наибольшее обилие крабов по всей исследованной подзоне отмечено от 20 до 60 м. Максимальные уловы промысловых самцов вида (ШК от 80 мм) (1643 экз./км²), непромысловых самцов (2817 экз./км²) и самок (939 экз./км²) были отмечены одним и тем же районе – севернее б. Соколовской (рис.13).

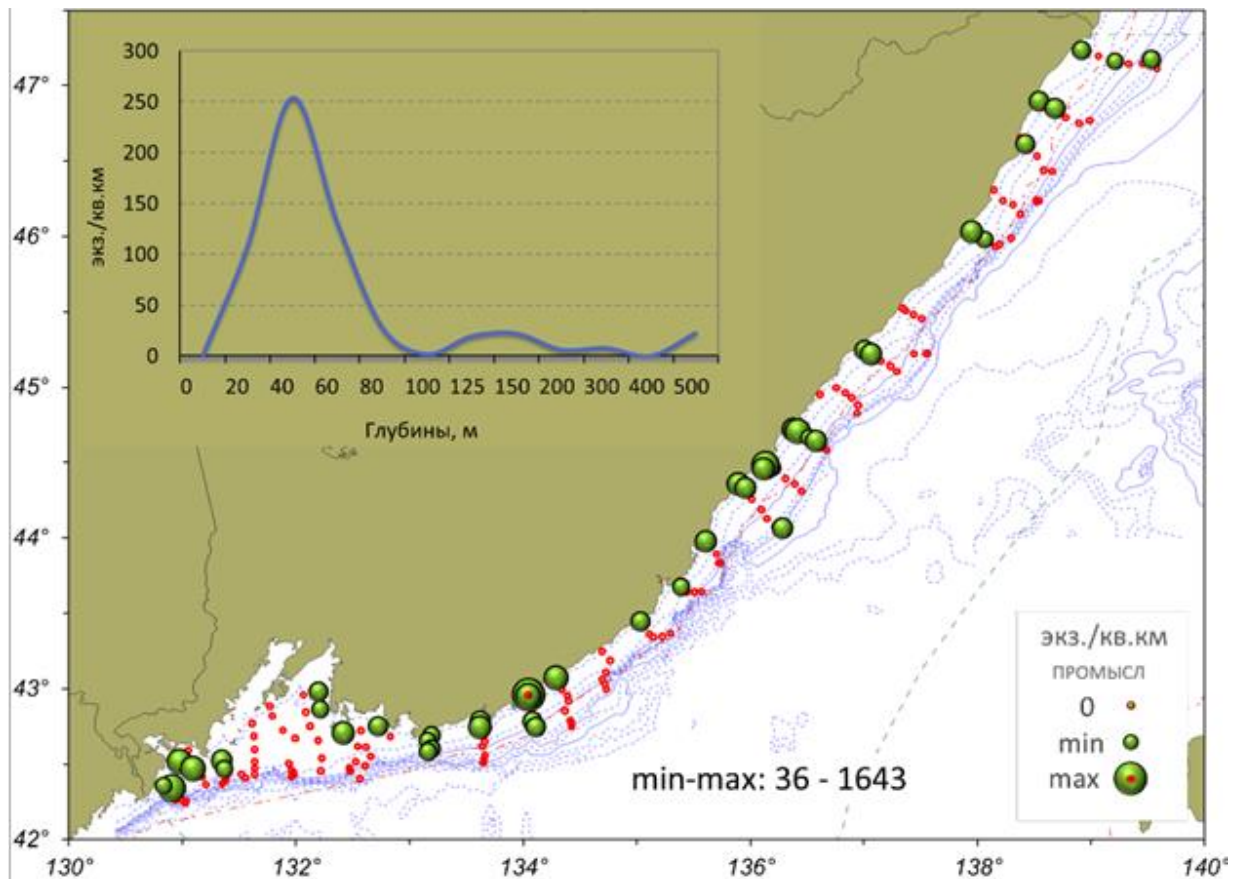


Рис. 13. Распределение промысловых самцов (экз./км²) четырехугольного волосатого краба в подзоне Приморье к югу от мыса Золотого (47°20 с. ш.) по данным траловой съемки

НИС «Дмитрий Песков» в мае-июне 2022 г.

По-прежнему в этом районе была отмечена многочисленная группировка четырехугольного волосатого краба. Довольно крупные скопления этого вида традиционно отмечались к югу от м. Золотой, а также приходились к северу от м. Золотой и незначительные поселения были отмечены в юго-западной части залива Петра Великого. Краб образовывал многочисленные локальные группировки, приуроченные к зонам малых глубин 13-55 м. Среди самцов волосатого краба последние годы преобладали крупноразмерные особи предельных размеров, в свою очередь, уловы непромысловых самцов и самок были относительно редки.

Максимальные уловы промысловых самцов (>80 мм по ШК) пришлось к северу от м. Золотой. Они располагались на участке с координатами 47°30'–49°00' с.ш. на глубинах 18-25 м. Уловы на усилии составляли до 10 экз./лов., плотность промысловых самцов на скоплении достигала 3000 экз./ км². Повышенная концентрация промысловых самцов наблюдалась к югу от мыса Золотой на глубинах 18-45 м. Максимальные уловы составляли до 5 экз./лов., плотность промысловых самцов на скоплении достигала 1400 экз./ км². Относительно небольшие скопления наблюдались в юго-западной части зал. Петра Великого на глубинах 25-40 м. Максимальная плотность поселений там составила 500 экз./км² (рис. 14).

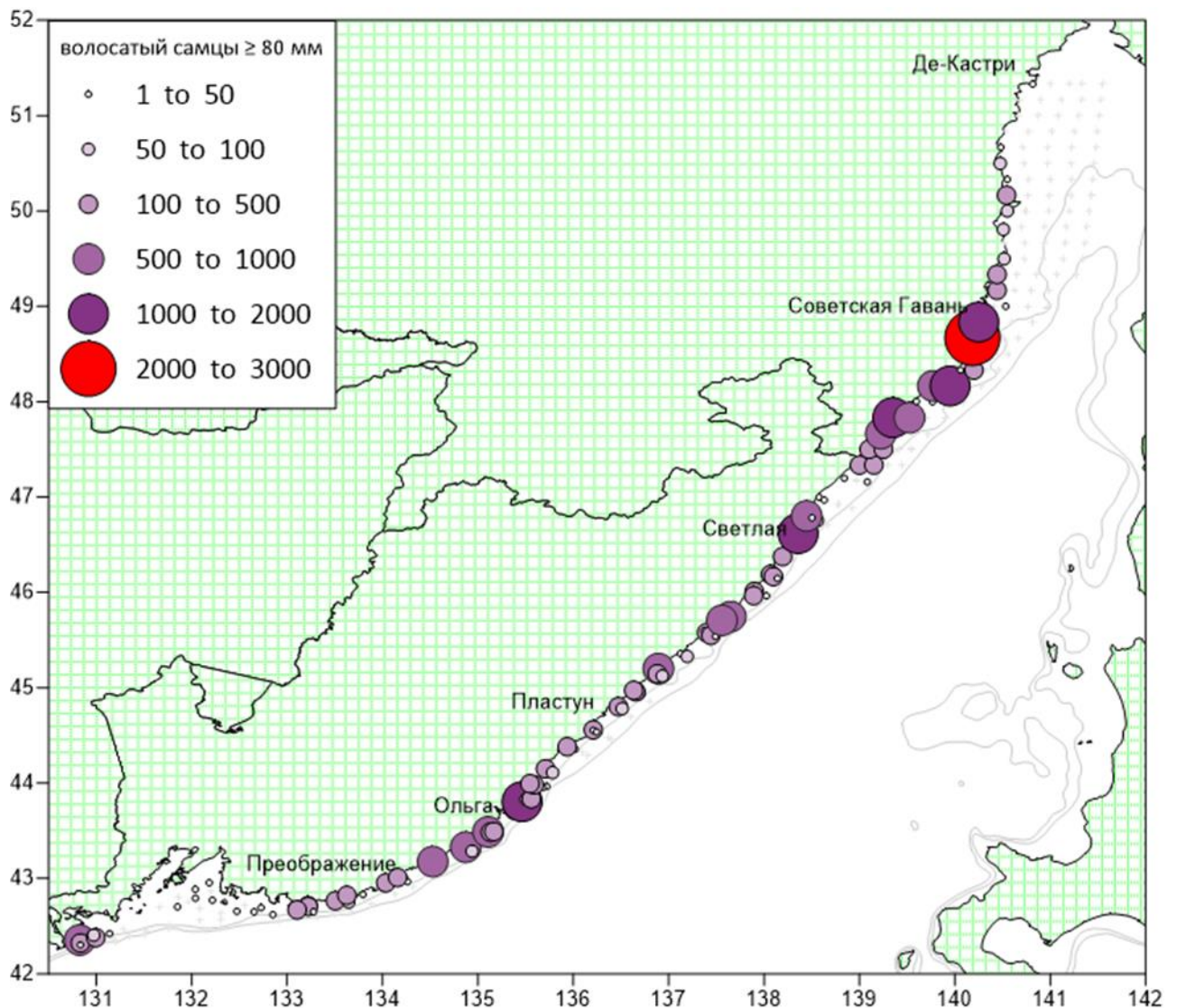


Рис. 14. Распределение промысловых самцов (экз./км²) четырехугольного волосатого краба в подзоне Приморье по данным ловушечной съемки НИС «Зодиак» в апреле-июне 2022 г.

Волосатый краб встречается в уловах в узком диапазоне глубин – от 15 до 50 м и наиболее плотные скопления образывал на изобатах 15-40 м, где средние уловы промысловых, непромысловых самцов и самок достигали максимума к югу от мыса Золотого – до 455, 15 и 5 экз./км² и к северу от мыса Золотого – до 1180, 13 и 13 экз./км², соответственно (рис. 15, 16). Большая часть улова приходилась на промысловых самцов (93-99%). Отмечено, что непромысловые самцы и самки волосатого краба группировались совместно, придерживаясь одних районов и глубин. В свою очередь промысловые особи в большинстве держались обособленно.

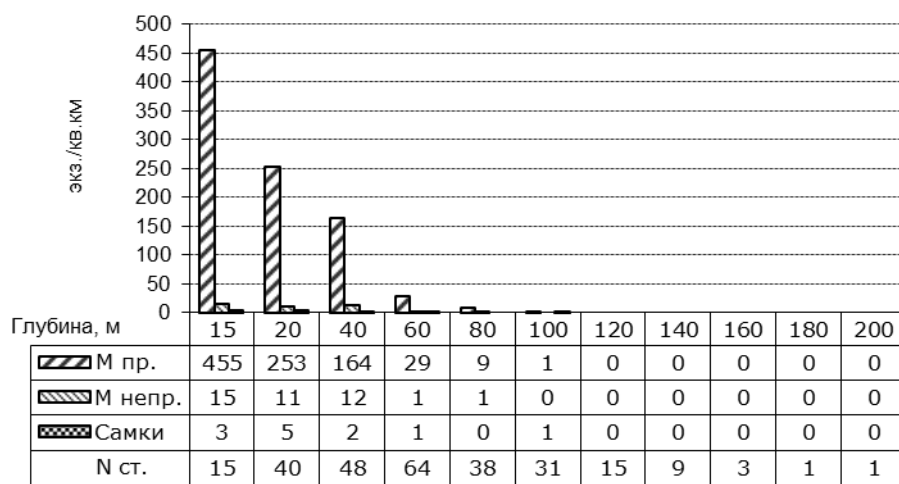


Рисунок 15 – Батиметрическое распределение волосатого краба в подзоне Приморье к югу от мыса Золотого (47°20 с. ш.) в весенне-летний период 2022 г.

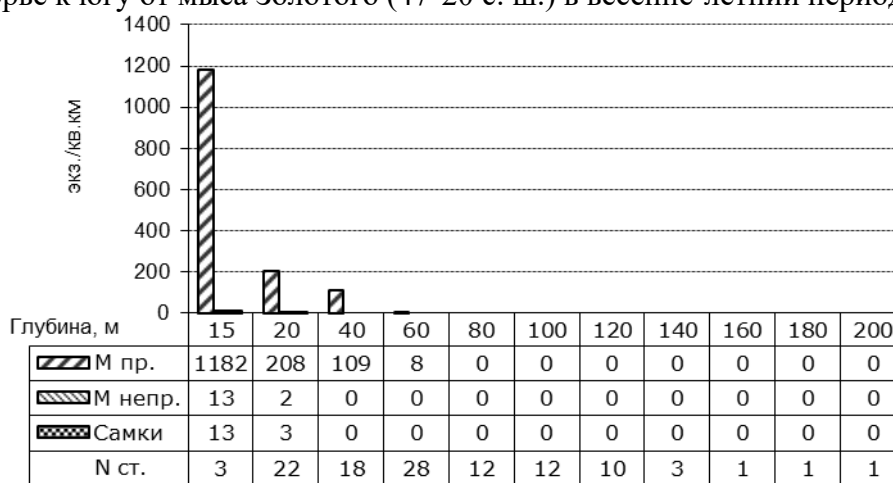


Рисунок 16 – Батиметрическое распределение волосатого краба в подзоне Приморье к северу от мыса Золотого (47°20 с. ш.) в весенне-летний период 2022 г.

В юго-западной части зал. Петра Великого максимальные уловы промысловых самцов (3 экз./лов.), по сравнению с 2015 гг., остались без изменений. В уловах преобладали самцы промыслового размера (95%), также как в 2015 г. (92%). Средняя ширина карапакса промысловых самцов (100,3 мм), по сравнению с 2015 г. (101,3 мм), осталась без изменений. Среди самцов преобладали особи с шириной карапакса 90-110 мм, их доля составляла 70%. По сравнению с 2015 г. (76%), произошло некоторое уменьшение группы крупноразмерных особей. Наблюдающееся снижение численности промысловых особей за последние годы (2011-2015 и 2020-2022) связано, скорее всего, с естественными причинами – элиминацией крабов старших возрастных групп. Среди самцов волосатого краба последние годы преобладали крупноразмерные особи предельных размеров, вероятно, достигшие последней в жизни линьки. По данным ловушечных съемок 2011-2022 гг. доля самцов промыслового размера была максимальной и достигала 91-99%. Средний размер промысловых самцов за период с 2011 по 2022 гг. остался без изменений. В целом состояние популяции волосатого краба в этом районе можно оценить как, удовлетворительное (см. рис. 13,14).

В уловах краба северо-западной части Татарского пролива доминировали самцы промыслового размера 92,5%. Промысловые самцы встречались повсеместно, наиболее крупные и плотные скопления образовывали от мыса Крестовоздвиженский (Гроссевичи) до мыса Красный Партизан на глубинах 13-52 м. Севернее м. Красный Партизан до м. Накатова (центральная и северная части исследуемого района) каких-либо значимых концентраций отмечено не было. Основу уловов самцов волосатого краба (около 98,2%)

составили особи с шириной карапакса 90-110 мм. В целом, каких-либо существенных изменений в размерной структуре самцов волосатого краба не выявлено, в последние годы соотношение размерных групп в ловушечных уловах относительно стабильно. Отмечаем некоторое увеличение данного показателя по сравнению с 2015, 2018 и 2020 гг. В целом, за последние пять лет, каких-либо серьезных изменений, как в размерно-весовых характеристиках, так и в составе уловов четырехугольного волосатого краба, обитающего в северо-западной части Татарского пролива не отмечено. Состояние группировки можно охарактеризовать как стабильное.

По-прежнему в этом районе была отмечена многочисленная группировка четырехугольного волосатого краба. Довольно крупные скопления этого вида традиционно приходились к югу от м. Золотой. Максимальные уловы промысловых самцов (6 экз./лов.) по сравнению с 2019-2020 гг. (10 экз./лов.) уменьшились в 1,5 раза. В уловах преобладали самцы промыслового размера (95%), также как в 2019-2020 гг. (96%). Средняя ширина карапакса промысловых самцов (99,9 мм) по сравнению с 2019-2020 гг. (98,3 мм) осталась практически без изменений, доля самцов с шириной карапакса 85-105 мм (80 и 83%) несколько снизилась.

В результате анализа размерного состава, как из траловых, так и из ловушечных уловов, повсеместно отмечалось преобладание промысловых самцов над непромысловыми особями – так же, как в 2019-2020 гг., отмечается дефицит пререкрутов (ширина карапакса 70-79 мм), так как батиметрический диапазон обитания маломерных самцов значительно мельче (менее 10 м) того, который был охвачен донной траловой и ловушечной съёмками.

Так, по материалам траловой съёмки 2022 г., 75% самцов являлись промысловыми (в 2013-2016, 2018, 2019 и 2020 гг. – 81, 85, 82, 77, 76, 90,7 и 92,9% соответственно).

В 2013-2016, 2018, 2019, 2020 и 2022 гг. доминирующими размерными группами у пререкрутов были особи с размером 65-79, 70-79, 50-80, 60-79, 70-79, 70-79 и 70-75 мм у промысловых самцов – 90-105, 85-110, 90-110, 85-115, 85-100, 85-100 и 85-105 мм, соответственно (рис. 17).

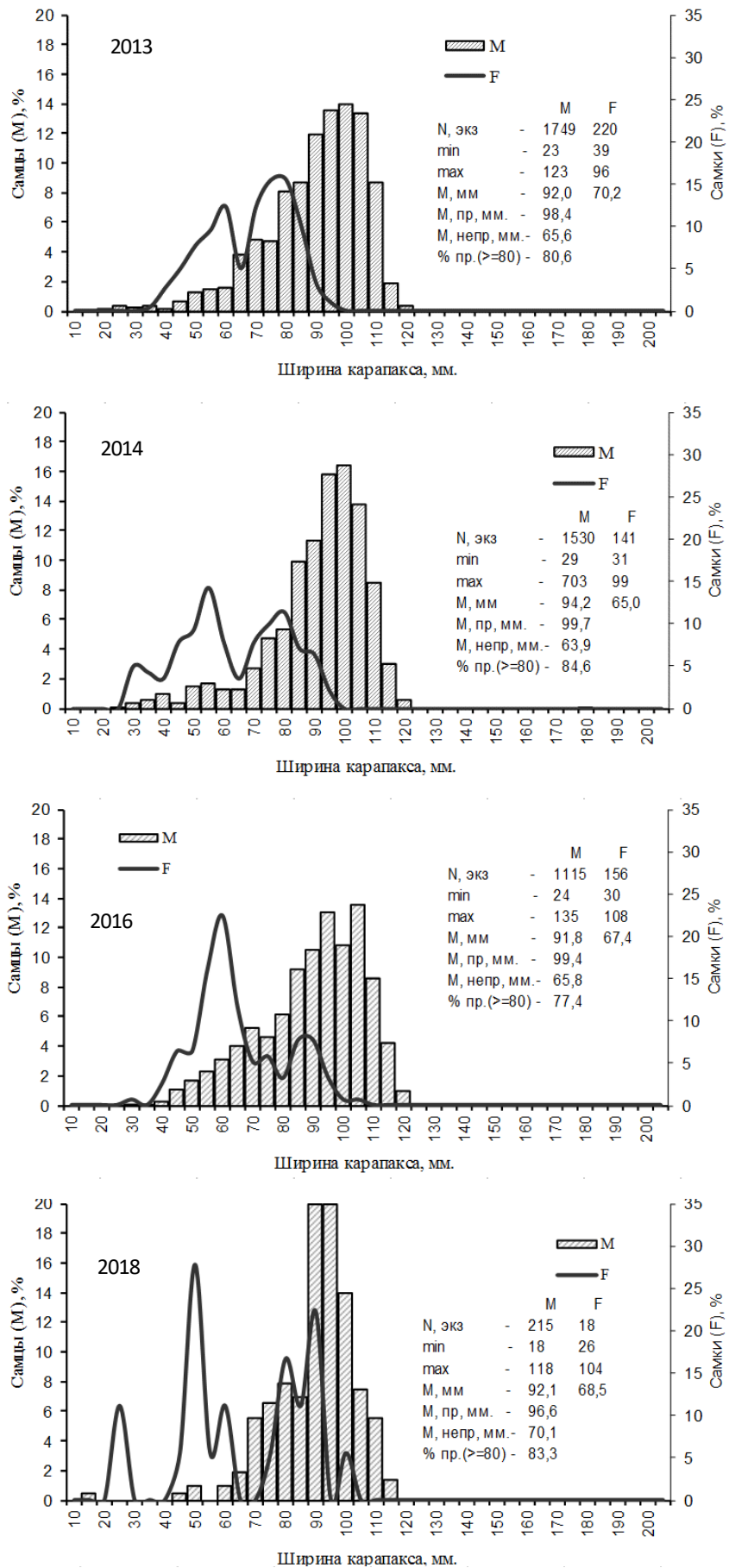
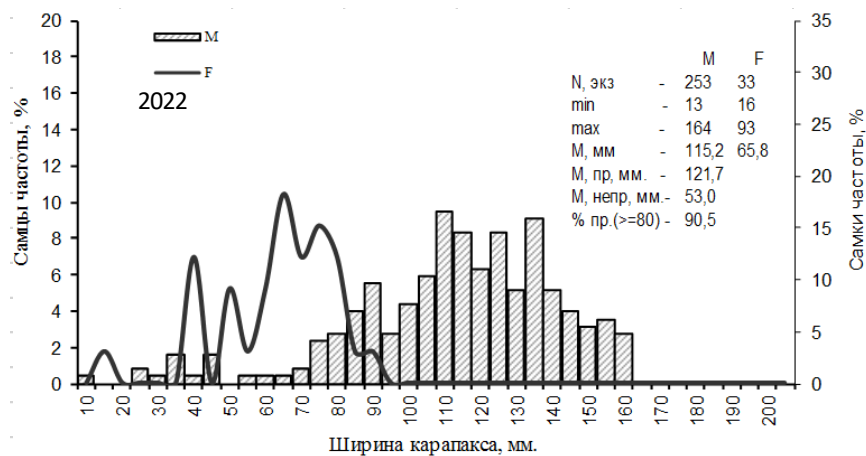
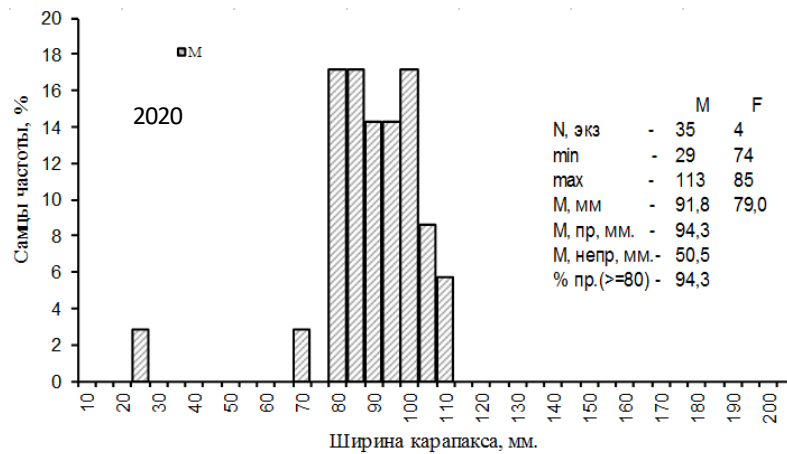
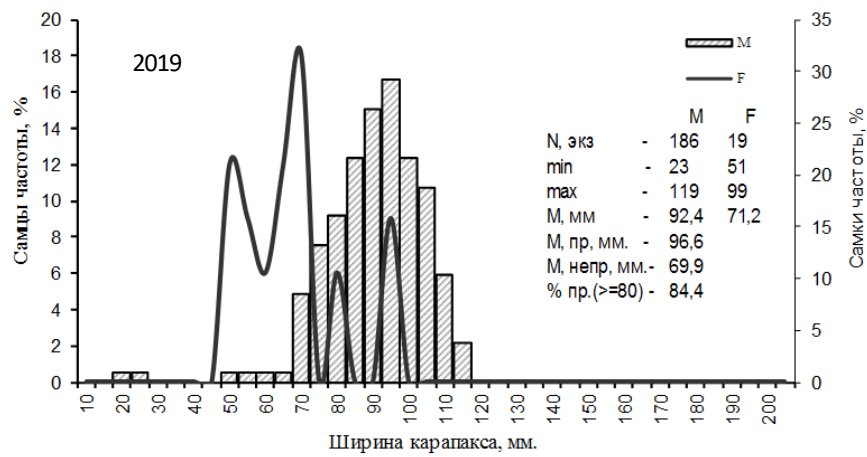


Рис. 17 Размерный состав волосатого краба в подзоне Приморье по материалам траловых сборов в 2013-2022 гг. (M – самцы, F – самки)



Окончание рис. 17

В ловушечных съёмках, выполненных в 2013 и 2014 гг. в северном Приморье, в 2015 г. от мыса Поворотного до мыса Туманного, в 2017 г. в зал. Петра Великого (от Уссурийского залива до мыса Поворотного) и от мыса Поворотного до мыса Островного, в 2018 г. от мыса Елагина до мыса Золотого, в 2019 г. от мыса Поворотного до мыса Крестовоздвиженского, в 2020 г. в заливе Петра Великого и севернее мыса Золотой, в 2021 г. от мыса Поворотного до мыса Егорова и 2022 г. в северо-западной части Японского моря, от р. Туманная (42°18' с.ш.) до м. Накатова (51°20' с.ш.), у всех групп краба не произошло каких-либо значительных смещений основных линейных параметров (рис. 18).

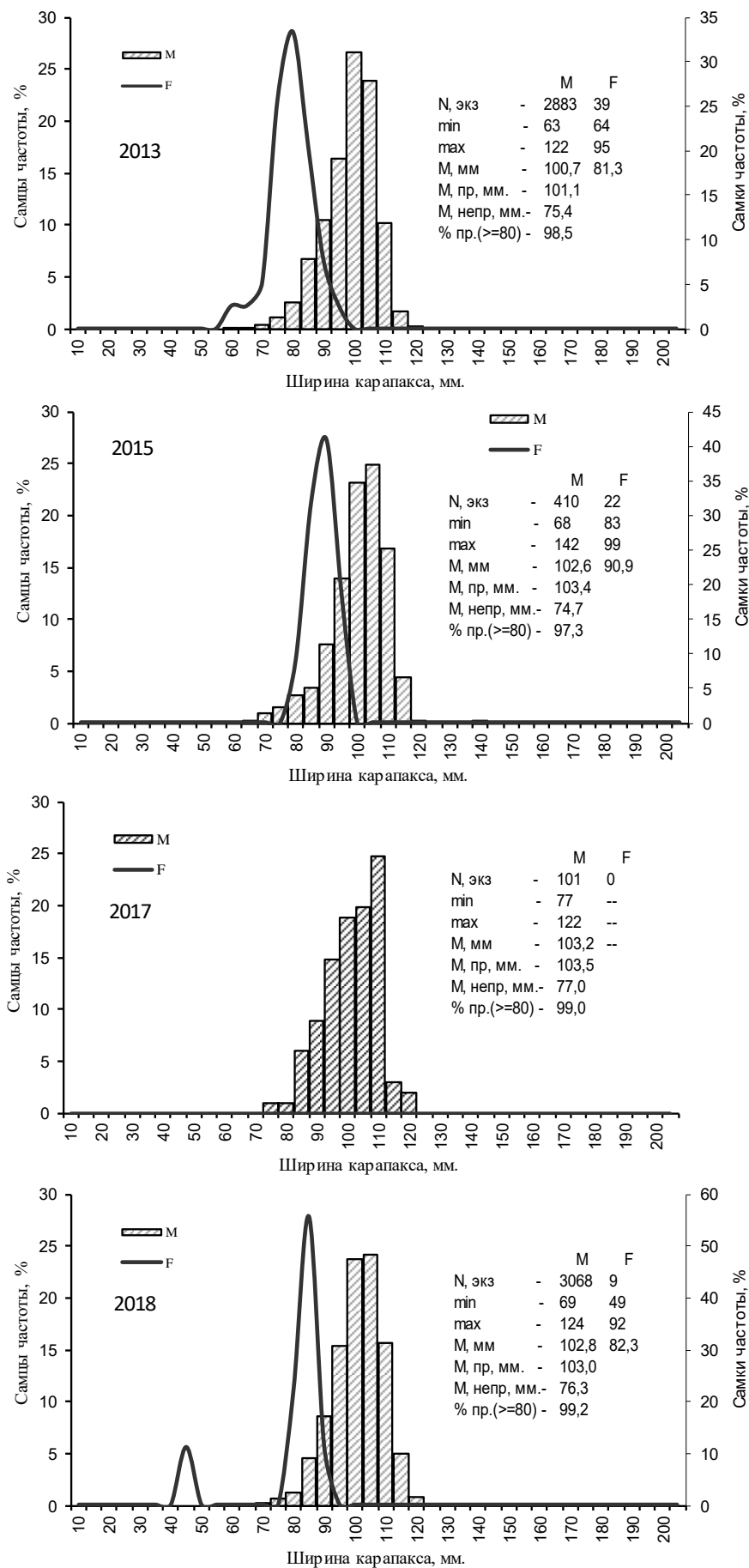
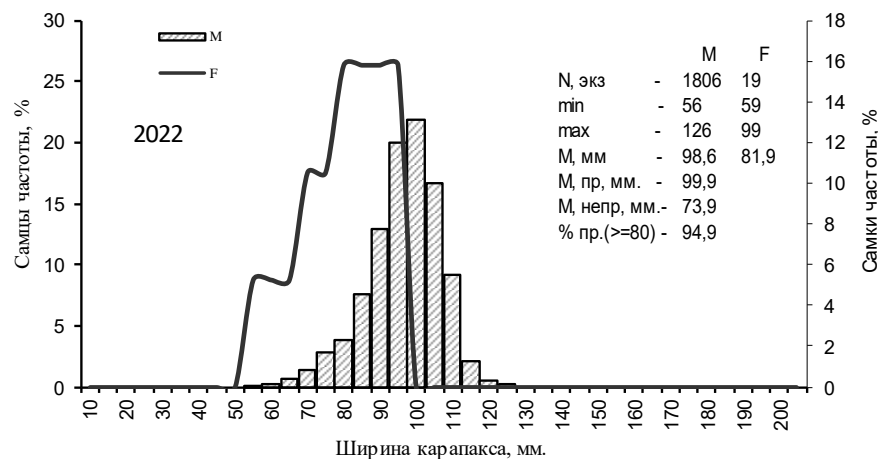
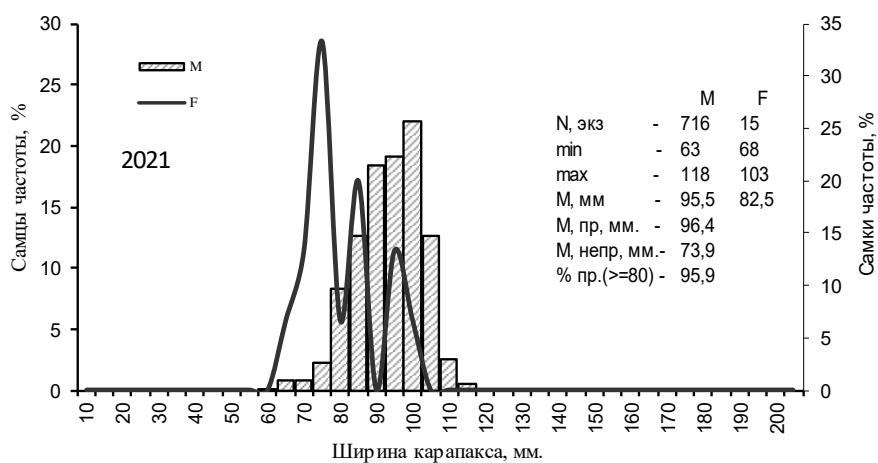
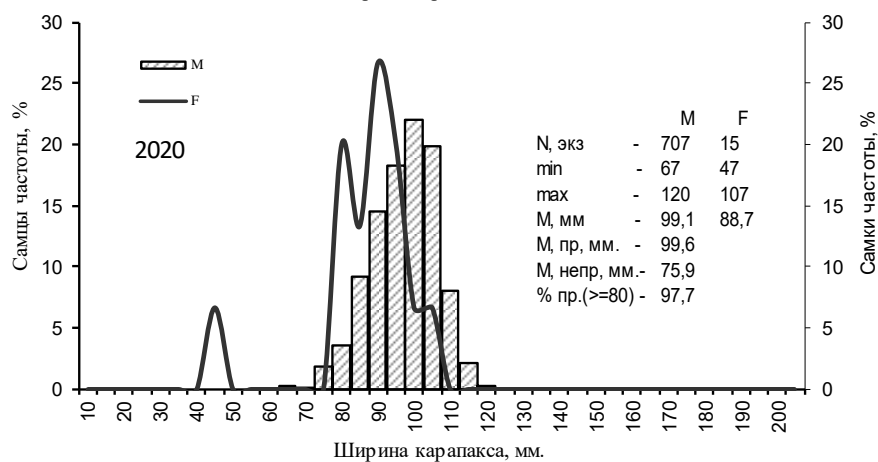
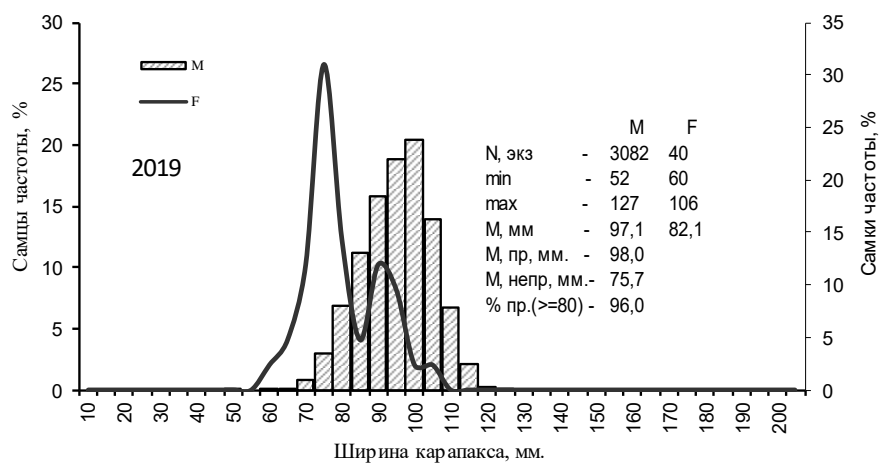


Рис. 18. Размерный состав четырехугольного волосатого краба в подзоне Приморье по материалам ловушечных сборов 2013-2015, 2017-2022 гг. (М – самцы, F – самки)



Окончание рис. 18

В результате сопоставления размерной структуры волосатого краба за 2009-2022 гг. отмечен рост всех основных линейных характеристик у самцов в южном секторе подзоны Приморье (табл. 7). Так, средние размеры самцов из траловых сборов увеличились с 88 (2009 г.) до 95,3 мм (2019 г.), а из ловушечных – с 98 (2009 г.) до 103,1 мм (2018 г.) и только в 2019 г. отмечено некоторое уменьшение до 97,1 мм, также и в 2020-2021 гг. – до 99,1 и 95,5 мм, соответственно.

Средние размеры промысловых самцов по данным траловых и ловушечных съёмок также увеличились с 93,4 (2009 г.) до 97,7 мм (2018 г.) и с 98,9 (2009 г.) до 103,2 мм (2018 г.) и только в 2019 г. отмечено некоторое уменьшение до 97,6 и 98,0 мм, соответственно, также и в 2020 г. – до 95,3 и 99,6 мм, соответственно (табл. 7), в 2021 г. – снизились до 96,4 мм, а в 2022 г. – практически не изменились.

Таблица 7

Размерные характеристики самцов четырехугольного волосатого краба по данным траловых и ловушечных съёмок 2009-2022 гг.

Годы	Орудие лова	Количество пойманных самцов, экз.	Ср. размер самцов, мм	Ср. размер промысловых самцов, мм	Ср. размер непром. самцов, мм	Доля самцов >80 мм в уловах, %	Доля самцов <80 мм в уловах, %
2009	трал лов.	610	88	93,4	71,2	76	24
		1408	98	98,9	73,6	98	2
2010	трал лов.	855	95,4	99,1	69,3	87,7	12,3
		2473	97,2	97,9	74,4	97	3
2011	трал лов. *	1335	87,8	96,4	64,2	73,3	26,7
		3310	98,2	98,8	75,9	97,1	2,9
2012	трал лов. *	2123	91,3	96,8	69,7	79,7	20,3
		2358	102,7	103,1	76	98,5	1,5
2013	трал лов. *	2009	92,4	98,3	68,8	82,6	17,4
		2883	100,7	101,1	75,4	98,5	1,5
2014	трал лов. *	1530	93,7	99,1	64,0	84,5	15,5
		2844	102,5	102,6	76,8	99,4	0,6
2015	трал лов. **	1270	92,8	99,6	62,7	79,6	20,4
		214	100,1	101,3	75,4	95,3	4,7
2016	трал лов.	1115	91,8	99,4	65,8	77,4	22,6
2017	лов.	103	103,3	103,6	77,0	99,0	1,0
2018	трал лов. *	110	97,7	97,7	70,2	76,4	23,6
		2790	103,1	103,2	76,8	99,4	0,6
2019	трал лов. *	206	94,96	97,6	68,7	90,6	9,3
		3082	97,1	98,0	75,7	96,0	4,0
2020	трал*** лов. ***	217	92,1	95,3	50,5	92,3	7,07
		707	99,1	99,6	75,9	97,7	2,3
2021	лов. ****	716	95,5	96,4	73,9	95,9	4,1
2022	трал*** лов. ***	228	95,7	96,6	71,9	75,1	24,9
		1806	98,6	99,9	73,9	94,9	5,1

* съёмка в районах северного Приморья

** съёмка от мыса Поворотного до мыса Туманного

*** съёмка в северо-западной части Татарского пролива

**** съёмка от мыса Поворотного до мыса Егорова

Биологическое состояние животных в весенний период указывало, что около 62% обследованных самцов волосатого краба имели панцирь 3-ей межлиночной стадии. Доля

крабов, находившихся в предлиночном состоянии в 3,5 - линочных стадиях, составляла – 14%. Вместе с этим встречались и недавно отлинявшие (2,0-2,5 –24%) особи, т.е. линька в этот период еще продолжалась.

У самок в целом преобладали крабы Зранней (19%) и 3 (81%) линочных стадий. Наряду с еще не отлинявшими животными (стадия ЛВ – личинки выпущены – 69%) – линочная категория 3 встречались особи с внутренним оплодотворением (виден секрет скорлуповой железы), их доля достигала 27%, что свидетельствовало о продолжающем нересте и откладки икры в апреле-мае. Остальная часть самок была представлена ювенильными особями (юв), их доля достигала – 4%.

Наблюдаемая в период действующего с 2002 г. запрета устойчивая тенденция естественного восстановления промысловой численности четырехугольного волосатого краба, достижение им максимального уровня численности за весь период регулярных исследований, проводимых ТИНРО с 1976 г., позволяют уверенно утверждать о росте его промысловой численности и стабильном и благополучном состоянии, в котором находится популяция волосатого краба в районах южного сектора подзоны Приморье. В 2018 г., наблюдается снижение численности промысловых особей, даже на фоне роста всех основных линейных характеристик, с преобладанием крупноразмерных особей и максимальной долей самцов промыслового размера. Другое мнение, время проведения траловой съемки увеличилось и охватило многие биологические процессы, протекающие внутри популяции, и поэтому не удалось полностью обловить самцов промысловых размеров. Наблюдающееся снижение численности промысловых особей за последние годы (2015-2022 гг.), связано, скорее всего, с естественными причинами – элиминацией крабов старших возрастных групп. Среди самцов волосатого краба в последние годы преобладали крупноразмерные особи предельных размеров, вероятно, достигшие последней в жизни линьки. Как и у других долгоживущих видов, сбалансированный состав разных размерно-функциональных групп, присутствие в популяции волосатого краба особей предельных размеров, достигших возраста естественной элиминации, пререкрутов (70-79 мм по ширине карапакса), а также половозрелых самок свидетельствуют о её более или менее благополучном состоянии. В целом состояние популяции волосатого краба в этом районе можно оценить, как, удовлетворительное.

Оценка текущей величины запаса.

Наилучшей для обоих районов оказалась модель №12 (табл. 8). На рис. 19-20 представлены номинальные и стандартизованные значения индексов.

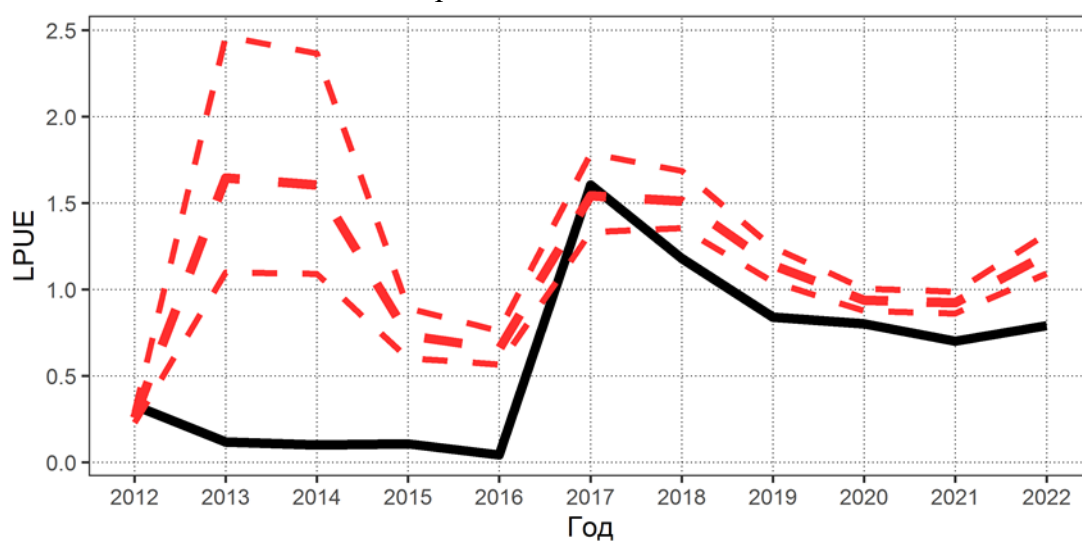


Рис. 19. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов с доверительными интервалами (красный пунктир) для района южнее мыса Золотой

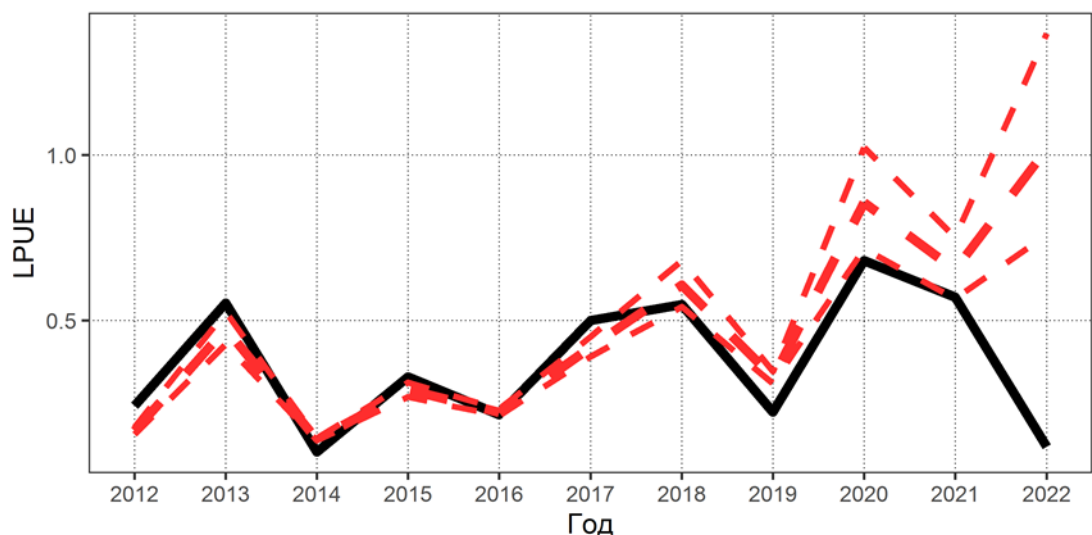


Рис.20. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов с доверительными интервалами (красный пунктир) для района севернее мыса Золотой

Таблица 8

Информационные критерии и объясненная дисперсия для рассмотренных моделей

Модель	AIC	BIC	Объясненная дисперсия
1	2543,09	2834,43	0,39
2	2531,54	2842,31	0,40
3	2538,11	2868,14	0,40
4	2526,22	2876,44	0,40
5	2540,45	2836,96	0,39
6	2528,32	2842,94	0,40
7	2521,53	2840,78	0,40
8	2537,06	2841,65	0,40
9	1714,79	2182,37	0,59
10	1706,49	2218,51	0,59
11	1621,64	2158,00	0,61
12	1552,81	2154,33	0,63

Оценка запаса четырехугольного волосатого краба подзоны Приморье южнее м. Золотой в 2023 г., полученная по результатам моделирования, находится в 95% доверительном интервале 0,76-4,74 тыс. т (0,83-5,20 млн экз.), в среднем – 2,75 тыс. т (3,02 млн экз.). Оценка ожидаемой в 2025 г. величины запаса находится в 95% доверительном интервале 0,09-6,16 тыс. т (0,10-6,76 млн экз.), в среднем 3,00 тыс. т (3,30 млн экз.) (рис. 21).

К изъятию в 2025 году в южной части подзоны Приморье рекомендуется 0,30 тыс. т. (0,33 млн экз.).

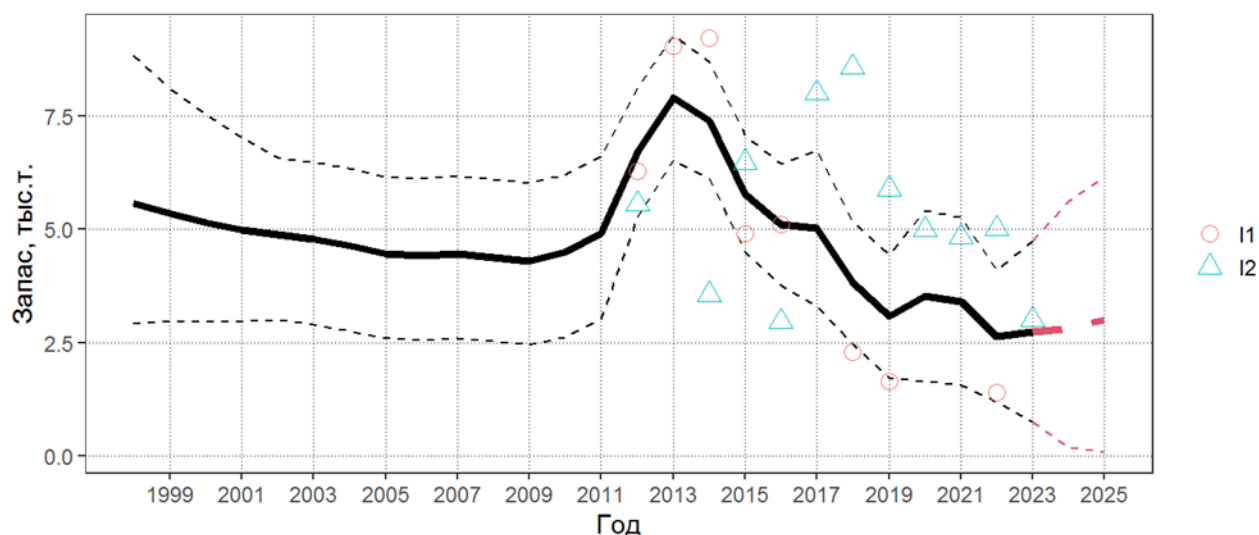


Рис. 21. Динамика биомассы запаса четырехугольного волосатого краба в подзоне Приморье южнее мыса Золотой

Оценка запаса четырехугольного волосатого краба подзоны Приморье севернее м. Золотой в 2023 г., полученная по результатам моделирования, находится в 95% доверительном интервале 1,14-1,88 тыс. т (1,26-2,06 млн экз.), в среднем – 1,51 тыс. т (1,66 млн экз.). Оценка ожидаемой в 2025 г. величина запаса находится в 95% доверительном интервале 0,85-1,97 тыс. т (0,93-2,17 млн экз.), в среднем 1,41 тыс. т (1,55 млн экз.) (рис. 22).

К изъятию в 2025 году в северной части подзоны Приморье рекомендуется 0,14 тыс. т. (0,16 млн экз.).

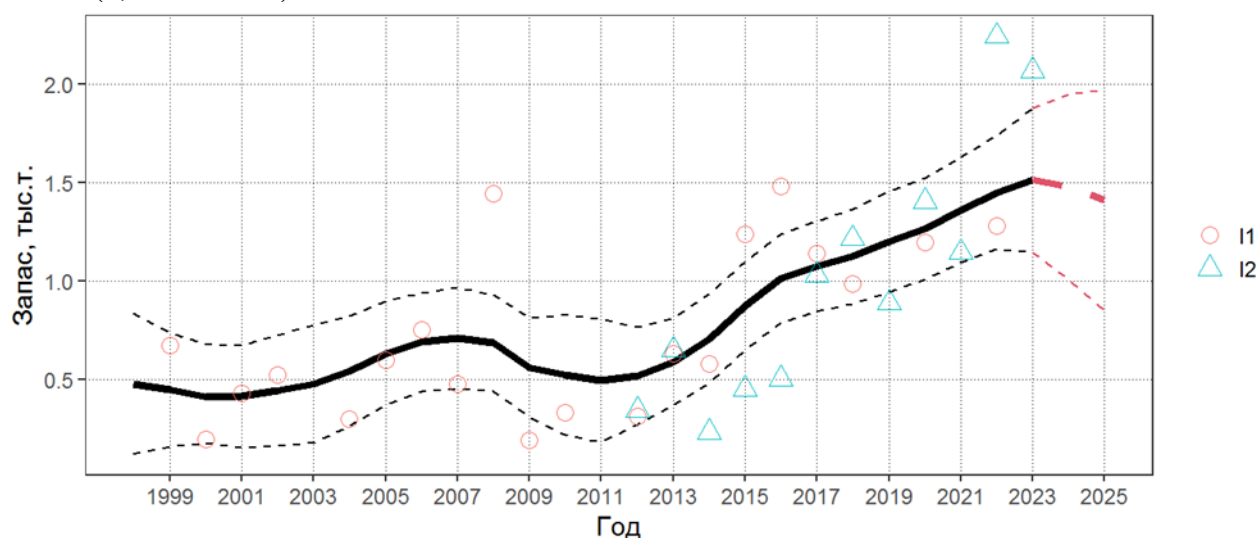


Рис. 22. Динамика биомассы запаса четырехугольного волосатого краба в подзоне Приморье севернее мыса Золотой

Всего к изъятию в подзоне Приморье рекомендуется 0,44 тыс. т. (0,49 млн экз.) четырехугольного волосатого краба.

Определение биологических ориентиров.

Биологические ориентиры оценивали на основе результатов моделирования динамики биомассы запаса конечно-разностной моделью с запаздыванием. Граничным ориентиром по биомассе B_{lim} служила величина, равная 20% от величины биомассы, соответствующей максимальной численности пополнения. Граничный ориентир по промысловому изъятию u_0 определялся исходя из объемов, необходимых для проведения НИР [Бабаян, 2000], как отношение этих объемов (10 т) к граничному ориентиру по

биомассе. В качестве целевого ориентира по промысловому изъятию u_{tr} выбрали математическое ожидание оценки максимального устойчивого вылова (MSY). MSY оценивали по результатам имитационного моделирования при различных долях изъятия. Соответственно в качестве целевого ориентира по биомассе выбирали математическое ожидание биомассы, соответствующей MSY ($B_{tr} = B_{MSY}$). Биологические ориентиры для четырехугольного волосатого краба подзоны Приморье приведены в табл. 9.

Таблица 9

Биологические ориентиры для четырехугольного волосатого краба подзоны Приморье
(биомасса в тыс. т)

ref	B_{lim}	B_{tr}	u_0	u_{tr}	u_{lim}	nir_tt
юг	1,1	2,367	0,1%	10%	20%	0,001364
север	0,1	1,3	1,5	10%	20%	0,015

Обоснование правил регулирования промысла. При использовании ориентиров, можно утверждать, что запас, пройдя этап роста, стабилизировался, дойдя до исторического максимума даже не смотря на падение численности в последние годы (рис. 23А). Поскольку прогнозируемая биомасса запаса находится выше целевого ориентира, можно заключить, что запас находится в стабильном состоянии.

Рост запаса в последние годы во многом связан с увеличением обследованной площади, с преобладанием крупноразмерных особей и максимальной долей самцов промыслового размера (рис. 23Б, Г). Плотность при этом также увеличивалась вплоть до 2014 г. (рис. 23В), но в последние годы она снизилась в разы до 340 экз./км².

Индикаторы состояния запаса:

1. Численность промыслового запаса – 2013-2014 гг. максимально высокая, в 2015 г. – резкое снижение, в 2016 г. – наблюдается некоторый подъем, в 2017 г. съемка не состоялась, в 2018 г. – резкое снижение, в 2019 г. – наблюдается некоторый подъем – оценка нейтральная; в 2020 г. – на уровне 2015 г., для северной группировки отмечаем некоторое увеличение, в 2021 г. – снижение, в связи сокращением сетки ловушечных станций, что предопределило об уменьшении обследованной площади в сравнении с предыдущими годами – оценка отрицательная, в 2022 г. – снижение, для северной группировки отмечаем некоторое увеличение – оценка нейтральная, в 2023 г. съемка не состоялась – оценка отрицательная;

2. Ежегодное пополнение – увеличение до 2017 г., повышение расчетное в 2018 и 2019 гг., в 2020 г. падение численности; в 2021 г. повышение расчетное – оценка нейтральная; 2022 г. повышение расчетное – оценка нейтральная; 2023 г. повышение расчетное – оценка нейтральная; 2024 г. некоторое снижение – оценка отрицательная, 2025 г. повышение расчетное – оценка нейтральная;

3. Соотношение самки/самцы – данных недостаточно, оценка нейтральная;

4. Средний размер промысловых самцов – стабильный, оценка положительная;

5. Доля промысловых самцов – стабильная, оценка положительная;

6. Доля яловых самок в популяции – практически отсутствует, оценка положительная;

7. Признаки превышения оптимальной численности – нет;

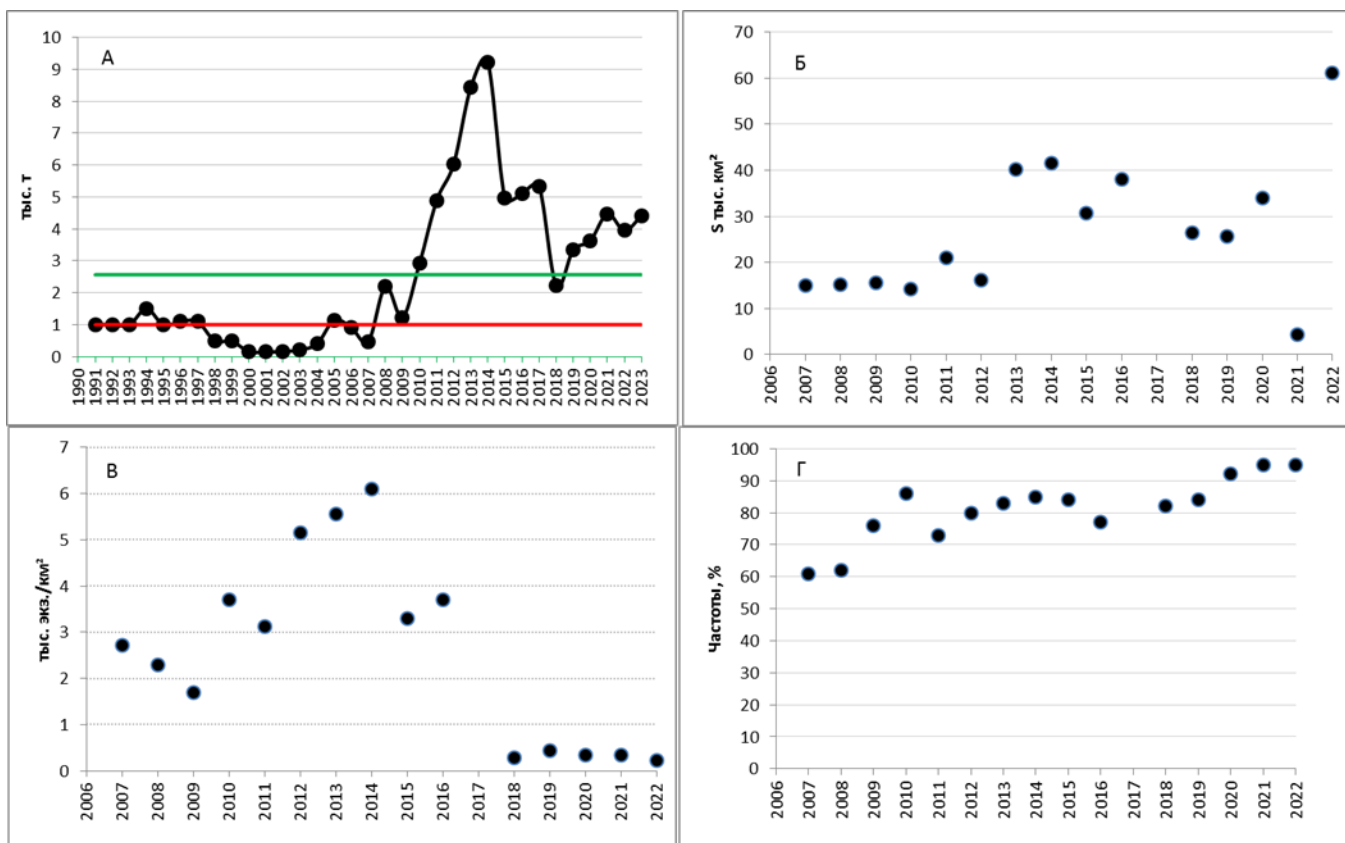


Рис. 23. Динамика численности волосатого краба в подзоне Приморье

А – численность промысловых самцов; горизонтальные линии – ориентиры управления; линия тренда построена для значений, по которым определяли среднегодовой прирост; Б – обследованная площадь; В – средняя промысловая плотность; Г – доли самцов промыслового размера

Общая оценка. Из 6 индикаторов: 3 оценки положительные, 2 – нейтральные, 1 – отрицательная. Сопоставление всех этих данных указывает, что в южной части подзоны Приморье запас после бурного роста в 2008-2014 гг. стабилизировался выше исторического максимума. Ежегодно отмечаемая стабильность состояния запаса свидетельствует о том, что количество пререкрутов достаточно для восполнения естественной и промысловой убыли. Но, поскольку произошло падение численности в 2018 г., количество пререкрутов должно быть больше, чем рекрутов (80-89 мм). Из этого следует, что численность маломерных крабов находится на достаточно низком уровне, или при этом стандартными орудиями лова (ловушки, трал) не облавливаются.

Наблюдающееся снижение численности промысловых особей за последние годы (2015-2022 гг.), связано, скорее всего, с естественными причинами – элиминацией крабов старших возрастных групп. Среди самцов волосатого краба в последние годы преобладали крупноразмерные особи.

В связи с падением промысловой численности четырехугольного волосатого краба существенных увеличений в величине запаса в пределах обследованных акваторий не предвидится.

Цель и план эксплуатации. С учетом средней численности и недостатка информационного обеспечения, связанного с недавним открытием промысла, цель эксплуатации на данном этапе должна заключаться в поддержании постоянного вылова на уровне, когда промысел можно считать безопасным. Изменение ОДУ после ввода в промысел допустимо только в пределах уровней, установленных для стабильного запаса.

Предельные уровни изменения ОДУ. Для установления границ изменения ОДУ при стабильном запase можно использовать данные 2010-2023 гг., располагающиеся выше

целевого ориентира. Среднее значение составляет 5,055 тыс. т, ширина 95% доверительного интервала 1,531 тыс. т, или 30% от среднего. На эту величину в течение ближайших 2 лет допускается как увеличение ОДУ, так и его уменьшение. В пределах этих значений регулировка выполняется согласно ПРП.

Прогнозирование состояния запаса. По результатам предшествующих исследований, промысловый запас этого краба в 2010 г. был оценен в 3007 т (3789 тыс. экз.), в 2011 г. – в 4800 т (5747 тыс. экз.), в 2012 г. – в 6280 т (6542 тыс. экз.), в 2013 г. – в 9029 т (9706 тыс. экз.), в 2014 г. – в 9207 т (10744 тыс. экз.), 2015 г. – в 4963 т (5640 тыс. экз.), 2016 г. – 5103 т (5866 тыс. экз.), 2017 г. – на уровне 2016 г., 2018 г. – 2299 т (2574 тыс. экз.), 2019 г. – 3340 т (3906 тыс. экз.), 2020 г. – 3976 т, 2021 г. – 4470 т, 2022 г. – 3950 т.

Оценка запаса южнее м. Золотой в 2023 г. находится в 95% доверительном интервале 0,76-4,74 тыс. т (0,83-5,20 млн экз.), в среднем – 2,75 тыс. т (3,02 млн экз.). Ожидаемая в 2025 г. величина запаса находится в 95% доверительном интервале 0,09-6,16 тыс. т (0,10-6,76 млн экз.), в среднем 3,00 тыс. т (3,30 млн экз.) (см. рис. 16).

Оценка запаса севернее м. Золотой в 2023 г. находится в 95% доверительном интервале 1,14-1,88 тыс. т (1,26-2,06 млн экз.), в среднем – 1,51 тыс. т (1,66 млн экз.). Ожидаемая в 2025 г. величина запаса находится в 95% доверительном интервале 0,85-1,97 тыс. т (0,93-2,17 млн экз.), в среднем 1,41 тыс. т (1,55 млн экз.) (см. рис. 17).

Суммарная величина запаса в подзоне Приморье в 2023 г. оценена величиной 4,260 тыс. т (4,68 млн экз.), ожидаемая в 2025 г. 4,410 тыс. т (4,85 млн экз.).

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Согласно построенному ПРП, доля промыслового изъятия в 2025 г. южнее м. Золотой может составить 10% или 0,300 тыс. т (0,33 млн экз.), севернее – 0,140 тыс. т (0,160 млн экз.) (рис. 24, 25).

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ краба волосатого четырехугольного в подзоне Приморье на 2025 г. в объеме 0,440 тыс. т.**

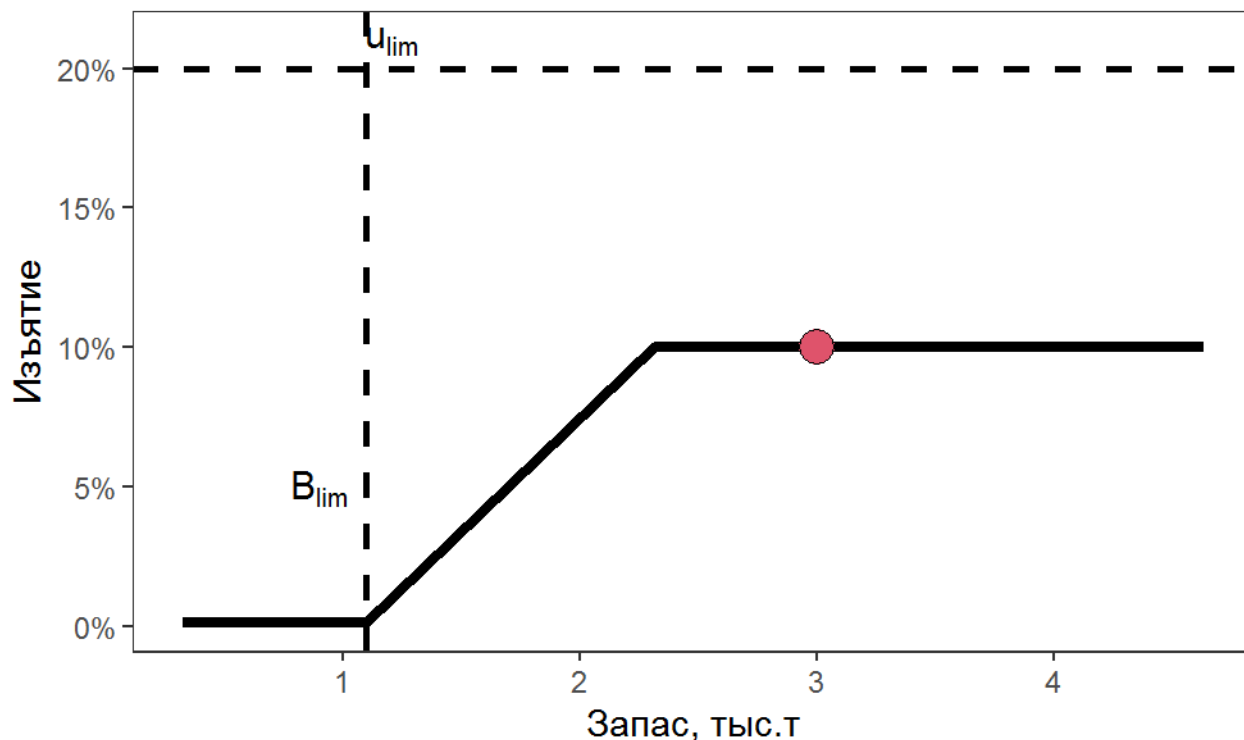


Рис. 24. Графическое представление ПРП для четырехугольного волосатого краба в подзоне Приморье южнее мыса Золотой (биомасса в тыс. т)

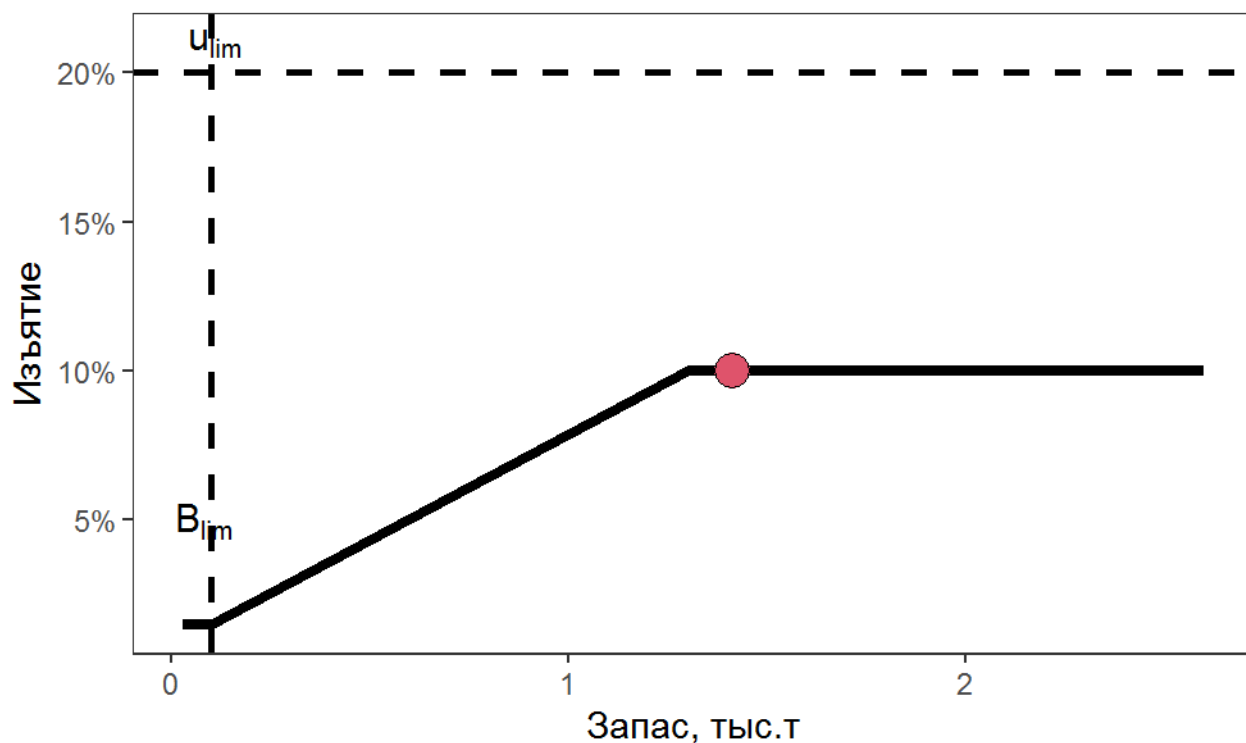


Рис. 25. Графическое представление ПРП для четырехугольного волосатого краба в подзоне Приморье севернее мыса Золотой (биомасса в тыс. т)

Список цитируемой литературы

Пособие по изучению промысловых ракообразных ДВ морей России. 2006. / Низяев С.А., Букин С.Д., Клитин А.К. Первеева Е.Р., Абрамова Е.В., Крутченко А.А. Южно-Сахалинск: СахНИРО. 114 с.

Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей. 1979. / Родин В.Е., Слизкин А.Г., Мясоедов В.И., Барсуков В.Н., Мирошников В.В., Згуровский К.А., Канарская О.А., Федосеев В.Я. Владивосток: ТИНРО. 59 с.

Столяренко Д.А., Иванов Б.Г. 1988. Метод сплайн-аппроксимации плотности для оценки запасов по результатам траловых донных съемок на примере креветки *Pandalus borealis* у Шпицбергена//В сб.: Морские промысловые беспозвоночные. М.: ВНИРО. С. 45-70.

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.

Бизиков В.А., Поляков А.В. 2004. Географическая информационная система «КартМастер»: новые возможности и перспективы для рыбохозяйственных исследований //Тезисы докладов: Математическое моделирование и информационные технологии в исследованиях биоресурсов мирового океана. Владивосток: ТИНРО-Центр. С 89-91.

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.

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.

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

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

Кулик В. В., Варкентин А. И., Ильин О. И. Стандартизация уловов на усилие

минтая в северной части Охотского моря с учетом некоторых факторов среды // Известия ТИНРО. 2020. Т. 200. № 4. С. 819–836.

Черниенко И. С. Стандартизация производительности промысла краба-стригуна опилию западной части Берингова моря с использованием аддитивных линейных моделей // Известия ТИНРО. 2021. Т. 201. № 2. С. 359–370.

Müller A. C., Guido S. Introduction to machine learning with Python: a guide for data scientists. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc, 2016. 376 p.

Jorgensen B. The Theory of Dispersion Models. London; New York: Chapman and Hall/CRC, 1997. 1st edition. 256 p.

Hastie T., Tibshirani R. Generalized Additive Models // Statist. Sci. 1986. V. 1. № 3.

Wood S. N. Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models: Estimation of Semiparametric Generalized Linear Models // Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology). 2011. V. 73. № 1. P. 3–36.

Wood S. N. Generalized Additive Models: An Introduction with R.: Chapman and Hall/CRC, 2017. №. 2.

Wood S. N. Thin plate regression splines // Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology). 2003. V. 65. № 1. P. 95–114.

Wood S. N. Stable and Efficient Multiple Smoothing Parameter Estimation for Generalized Additive Models // Journal of the American Statistical Association. 2004. V. 99. № 467. P. 673–686.

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.

Särkkä S. 2013. Bayesian filtering and smoothing. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 232 p.

Wan E. A., Van Der Merwe R. The unscented Kalman filter for nonlinear estimation // Proceedings of the IEEE 2000 Adaptive Systems for Signal Processing, Communications, and Control Symposium. Lake Louise: IEEE, 2000. P. 153–158.

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.

Бабаян В. К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). Москва: ВНИРО, 2000. 98 с.

Креветка гребенчатая - *Pandalus hypsinotus*

61.06 – зона Японское море

61.06.1 – подзона Приморье

61.06.2 – подзона Западно-Сахалинская

Исполнители: И.А. Корнейчук, И.С. Черниенко («ТИНРО»); Г.В. Жуковская («СахНИРО»), Д.Н. Юрьев («ХабаровскНИРО»)

По современным представлениям в Японском море, в водах Российской Федерации, обитает две самостоятельные группировки гребенчатой креветки – одна – в подзоне Приморье, к югу от мыса Золотой вплоть до зал. Петра Великого, вторая населяет северную часть Татарского пролива (участок южнее мыса Золотой). Во втором случае ареал группировки захватывает два рыбопромысловых района – подзоны Приморье и Западно-Сахалинскую.

Участок южнее м. Золотой (47°20 с.ш.)

Анализ информационного обеспечения. В основу прогноза ОДУ гребенчатой креветке на 2025 г. положены материалы донных траловых съемок, проведенных в подзоне Приморье в 2007-2023 гг. и данные промысла за эти годы.

В марте-апреле 2023 г., в Японском море была поведена донная траловая съемка (рис. 1.1) по изучению состояния ресурсов промысловых глубоководных креветок в подзонах Приморье и Западно-Сахалинской.

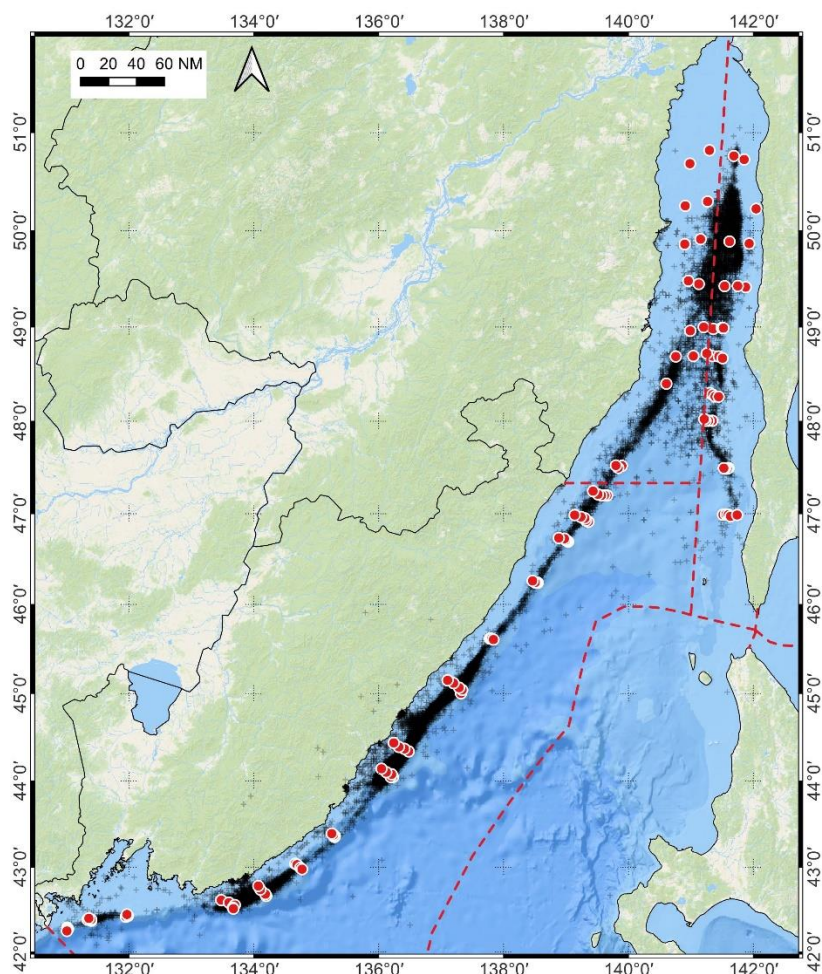


Рис. 1.1 - Карта-схема района работ и точек отбора материалов, выполненных в Японском море на НИС «Дмитрий Песков» в период с 11 марта по 14 апреля 2023 г. Пунктирной линией обозначены границы подзон и районов, темными точками обозначены судо-сутки на промысле гребенчатой креветки с 2008 г.

Исследованием был охвачен весь диапазон глубин, где могли быть обнаружены скопления креветок и возможен их промысел. Всего было выполнено 114 станций учета и биоанализа, обследована площадь в 44 тыс. кв. км. в координатах 42°14'-50°49' с. ш. и 131°00'-142°03' в. д. на глубинах от 75 до 600 м (табл. 1.1, 1.2).

Скорость тралений в среднем составила – 2,4 узла, средняя продолжительность тралений - 23 минуты. Траления выполняли донным тралом типа ДТ-27,1/24,4 с 10 мм вставкой в кутке. Вертикальное раскрытие трала составляло – 2-3 м, расчетное значение горизонтального раскрытия - 16 м, нижняя подбора была оснащена мягким цепным грунтропом.

Табл. 1.1 – Характеристика учетных работ, выполненных в Японском море на НИС «Дмитрий Песков» в период с 11 марта по 14 апреля 2023 г.

Показатель	Всего	п/з Приморье, южная часть	п/з Приморье, северная часть	п/з Зап.-Сахалин.
Период	с 11.03 по 14.04.23	с 11.03 по 28.03.23	с 08.04 по 14.04.23	с 29.03 по 08.04.23

Станций	114	66	17	31
Глубины, м (мин.-макс.)	75-600	125-600	76-472	75-575
Скорость, уз. (мин.-макс./ср.)	2,1-3,5/2,4	2,1-3/2,3	2,2-3,5/2,4	2,1-2,6/2,4
Траления, мин (мин.-макс./ср.)	6-42/23	6-30/26	6-30/17	7-42/22
Траления, кв. км	3,08	1,98	0,3	0,79
Обследовано, тыс. кв. км	43,89	13,15	16,58	4,16

Таблица 1.2 – Количество станций учета и биоанализа по промысловым районам и диапазонам глубин

Диапазон глубин, м	Всего	п/з Приморье, южная часть	п/з Приморье, северная часть	п/з Зап.-Сахалин.
50-99	7	0	4	3
100-149	8	3	3	2
150-199	23	13	4	6
200-249	12	9	0	3
250-299	13	7	2	4
300-349	9	7	1	1
350-399	15	9	1	5
400-449	6	4	1	1
450-499	12	8	1	3
500-549	2	2	0	0
550-600	7	4	0	3
Всего	114	66	17	31

Анализ промысла креветок проводили по данным информационной системы ИС «Рыболовство». В качестве исходных данных использовали координаты местоположения судна на промысле и его вылова за отчетные судо-сутки.

Результаты исследований прошлых лет позволяют выделить промысловые и биологические ориентиры для формирования ПРП на основе «принципа предосторожности».

Информационную обеспеченность прогноза (требования согласно Приказа Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.) можно считать удовлетворительной, соответствующей 2-му уровню.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Как и в прошлые годы, расчет плотности распределения и биомассы креветок осуществляли методом сплайн-аппроксимации [Столяренко, Иванов, 1988а; Столяренко, Иванов, 1988б] в программе ГИС «КартМастер», ver. 4.1 [Бизиков и др., 2007]. Величину горизонтального раскрытия трала принимали равной 60% длины верхней подборы [Родин и др., 1979; Низяев и др., 2006], коэффициент уловистости донного трала для гребенчатой креветки принят равным 0,2 [Мирошников, 1988].

При исследовании возрастной структуры и темпа роста креветки использовали компьютерную версию метода Бхаттахарья [Bhattacharya, 1967] и программу NORMSEP [Hasselblad, 1966; Tomlinson, 1971], входящие в пакет программ FiSAT II (FAO-ICLARM Fish Stock Assessment Tools) [Gayanillo et al., 1997].

Для описания популяционного роста креветок использовали уравнение Берталанфи [Bertalanffy, 1957]: $L(t) = L_{inf} * [1 - \exp(-K * (t - t_0))]$,

где L_{inf} - асимптотический (максимальный) размер; t_0 - гипотетический возраст при размере L_0 ; K - коэффициент роста.

Для описания размерно-весовой зависимости и расчета величины промыслового запаса использовали уравнение регрессии степенного типа:

$Y = 0,0112 * X^{3,1327}$ ($R^2 = 0,989$), где Y – вес особи (г), X – длина тела (см), R^2 – коэффициент корреляции.

Накопленная информация к настоящему времени (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 использовали конечно-разностную модель с запаздыванием Деризо-Шнютэ [Deriso, 1980; Schnute, 1987].

Фрагментарность данных о размерном составе затрудняет использование когортных методов, однако информации об уловах на промысловое усилие и материалов учетных траловых съемок достаточно для использования конечно-разностной модели с запаздыванием, которая является компромиссом между когортными и продукционными моделями [Schnute, 1987].

В качестве входных данных для модели использовали средний улов на судо-сутки за промысловый сезон и сведения о годовом изъятии на скоплении, полученные из данных промысловой статистики.

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 Брудди в уравнении Форда-Уолфорда.

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

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

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, использовали приведенные величины [Meyer, Millar, 1998]: $P_t = \frac{B_t}{B_V}$, $r_t = \frac{R_t}{B_V}$, $k = \frac{1}{B_V}$.

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

Таким образом, используемая модель включает два уравнения процесса

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

;

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

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, полученные методом площадей, уловы на усилие.

Для представления пространства состояний использовали сигма-точечный фильтр Калмана [Särkkä, 2013; Wan, Van Der Merwe, 2000], параметры модели оптимизировали при помощи генетического алгоритма [Михеев, 2011]. Расчеты выполняли в среде R [R Core Team, 2018].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. В южной части подзоны Приморье гребенчатая креветка встречается в интервале глубин 25-600 м, облавливаясь совместно с северной и равнолапой креветками. В уловах этих креветок на глубинах менее 250 м, как правило, является доминирующим видом.

До конца прошлого столетия у побережья Приморья промысел глубоководных креветок (северной и гребенчатой) традиционно велся ловушками и был ориентирован, главным образом, на гребенчатую креветку.

С начала 1990-х годов, на фоне активного развития креветочного тралового промысла, промысловые запасы глубоководных креветок (в первую очередь наиболее ценной гребенчатой) в южной части подзоны Приморье стали интенсивно сокращаться. К концу 90-х годов промысловый запас гребенчатой креветки оценивался всего в 0,4 тыс. т.

С целью сохранения ресурсов промысловых глубоководных креветок в ТИНРО–Центре, в качестве вынужденной меры, был предложен запрет на их промышленный лов в южной части подзоны Приморье до восстановления их запасов, начавший действовать с 2002 г. Основанием для возобновления промышленного лова глубоководных креветок послужило некоторое восстановление к 2007 г. запасов двух основных промысловых видов - северной и гребенчатой [Кобликов, Корнейчук, 2010]. В период действия запрета объёмы ОДУ этих креветок использовались только при проведении научно-исследовательских работ в ходе мониторинга состояния их запасов. Снятие с 2007 г. запрета на промышленный лов распространялось на район подзоны, ограниченный с севера параллелью 47°20' с.ш. и м. Поворотный - на юге. В районе к западу от м. Поворотный (район свала глубин залива Петра Великого) промышленный лов этих видов креветок был возобновлён в 2014 г. В подзонах Приморье и Западно-Сахалинской, начиная с 2015 г., промысел гребенчатой креветки (после проведения специальных исследований и разработки соответствующего биообоснования) разрешен только ловушками.

По данным информационной системы ИС «Рыболовство» в Российской части Японского моря, в 2023 г. промысел гребенчатой креветки вели 9 судов. Вылов на оно судно составил от 80 до 206 т. Как и в прошлые годы, большинство промысловых усилий (судо-сутки промысла) было сосредоточено южнее 47°20' с.ш. (табл. 1.3, рис. 1.2).

Табл. 1.3 - Результаты работы судов на промысле гребенчатой креветки в северо-западной части Японского моря в 2023 г. Примечание.

Показатель	Приморье юж. часть	Приморье сев. часть	Приморье	Зап.-Сахалинская	Всего
ОДУ 2023 г.	894	206	1100	366	1466
Вылов, т	673	175	848	339	1187
Освоение ОДУ, %	75	85	77	93	81
Судо-сутки	1077	510	1587	589	2 176
Среднее, т/сут.	0,62	0,34	0,53	0,58	0,55

Показатель	Приморье юж. часть	Приморье сев. часть	Приморье	Зап.-Сахалинская	Всего
Судов	8	5	9	7	9

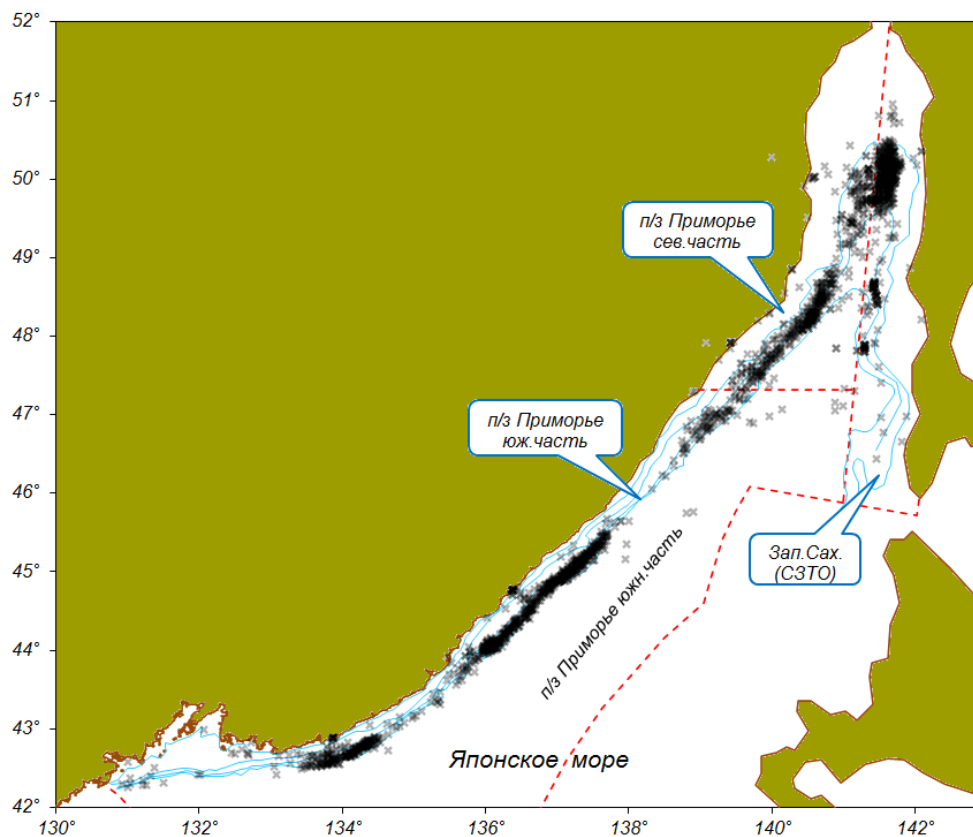


Рис. 1.2 - Карта-схема района и позиций судов на промысле гребенчатой креветки в северо-западной части Японского моря в 2023 г. Примечание: точки отображают судосутки на промысле.

В 2020-2023 гг. наблюдается довольно значительное снижение среднегодовых значений улова на усилие (т/сс) во всех районах Японского моря (рис. 1.3).

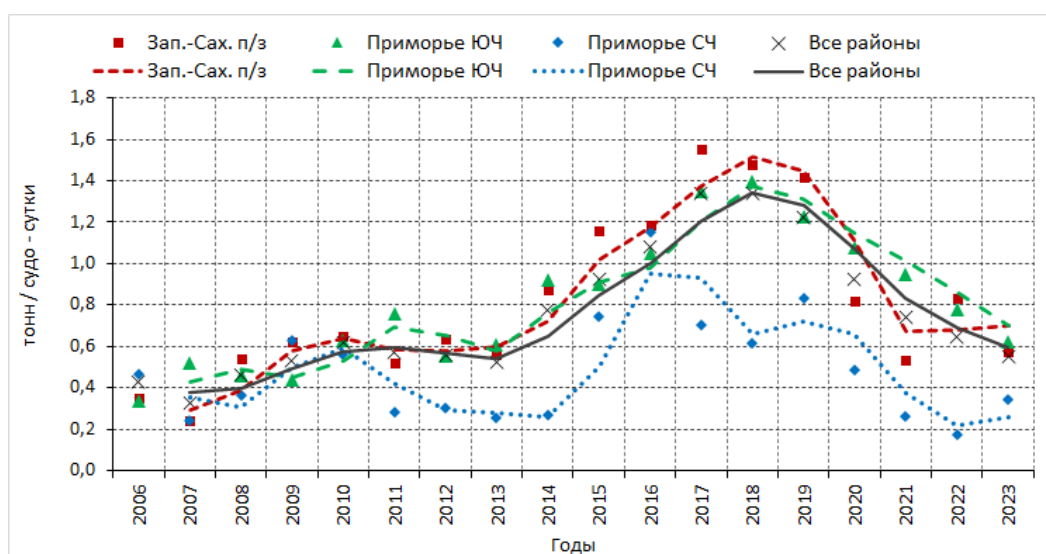


Рис. 1.3 - Динамика улова на усилие (ловушки, т на судосутки) гребенчатой креветки в северо-западной части Японского моря. Примечание: здесь и далее Зап.-Сах. п/з - Западно-Сахалинская подзона; Приморье СЧ – часть подзоны Приморье к северу от м.

Золотой (47°20' с.ш.); Приморье ЮЧ – часть подзоны Приморье к югу от м. Золотой (47°20' с.ш.)

Самые низкие показатели наблюдались в северной части подзоны Приморье, в 2023 г. средний улов на усилие в этом районе составил 0,34 т/сс. В южной части подзоны Приморье улов за сутки промысла также снизился, но менее заметно – с 1,4 т/сс в 2018 г. до 0,62 т/сс в 2023 г. Рекомендуемый ОДУ этой креветки для подзоны Приморье в последние годы осваивается не полностью (табл. 1.4).

Табл. 1.4 - Динамика ОДУ, вылова и уловов на усилие гребенчатой креветки в подзоне Приморье.

Год	ОДУ, тыс.т	Вылов, тыс.т	Вылов, % ОДУ	т/сс	Южная часть		Северная часть	
					Вылов, тыс.т	т/сс	Вылов, тыс.т	т/сс
2007	0,333	0,302	90,8	0,00	0,258	0,52	0,045	0,24
2008	0,412	0,402	97,5	0,41	0,361	0,46	0,041	0,36
2009	0,603	0,516	85,6	0,36	0,441	0,44	0,075	0,63
2010	0,554	0,544	98,2	0,44	0,466	0,63	0,078	0,56
2011	0,380	0,349	91,9	0,47	0,300	0,76	0,049	0,28
2012	0,360	0,314	87,2	0,37	0,265	0,55	0,049	0,30
2013	0,370	0,358	96,9	0,43	0,294	0,61	0,065	0,25
2014	0,840	0,622	74,0	0,75	0,563	0,92	0,059	0,27
2015	1,225	1,076	87,8	0,89	0,993	0,90	0,083	0,74
2016	1,440	1,391	96,6	1,06	1,292	1,05	0,099	1,16
2017	1,340	1,305	97,4	1,27	1,220	1,35	0,085	0,70
2018	1,295	1,288	99,5	1,28	1,196	1,40	0,092	0,61
2019	1,600	1,541	96,3	1,15	1,336	1,22	0,205	0,83
2020	1,627	1,356	83,4	0,97	1,228	1,08	0,128	0,48
2021	1,600	1,296	81,0	0,80	1,206	0,95	0,091	0,26
2022	1,557	1,036	66,6	0,61	0,955	0,78	0,081	0,17
2023	1,100	0,848	77,0	0,53	0,673	0,62	0,175	0,34

В 2023 г. гребенчатая креветка была отмечена на 90 (79%) станциях по всему району исследований, на акватории площадью 37 тыс. кв. км, в широком диапазоне глубин (76 - 592 м), с придонной температурой от -0,2 до 2,2°С. Наиболее плотные концентрации (2-5 т/кв. км) этой креветки были сосредоточены южной части п/з Приморье (южнее 44° с.ш.), на глубинах 150-450 м (рис. 1.4, табл. 1.5). Общая площадь скоплений (более 1 т/кв. км) составила около 2,2 тыс. кв. км. Максимальный улов (4,98 т/кв.км) был отмечен на глубине 180 м (42°18' с.ш., 131°01' в.д.) при температуре воды у дна 0,6°С, максимум промысловых особей (от 130 мм; 47,3%) составил 2,46 т/кв.км. В Татарском проливе, промысловые скопления этой креветки в период исследований практически отсутствовали (рис. 1.5).

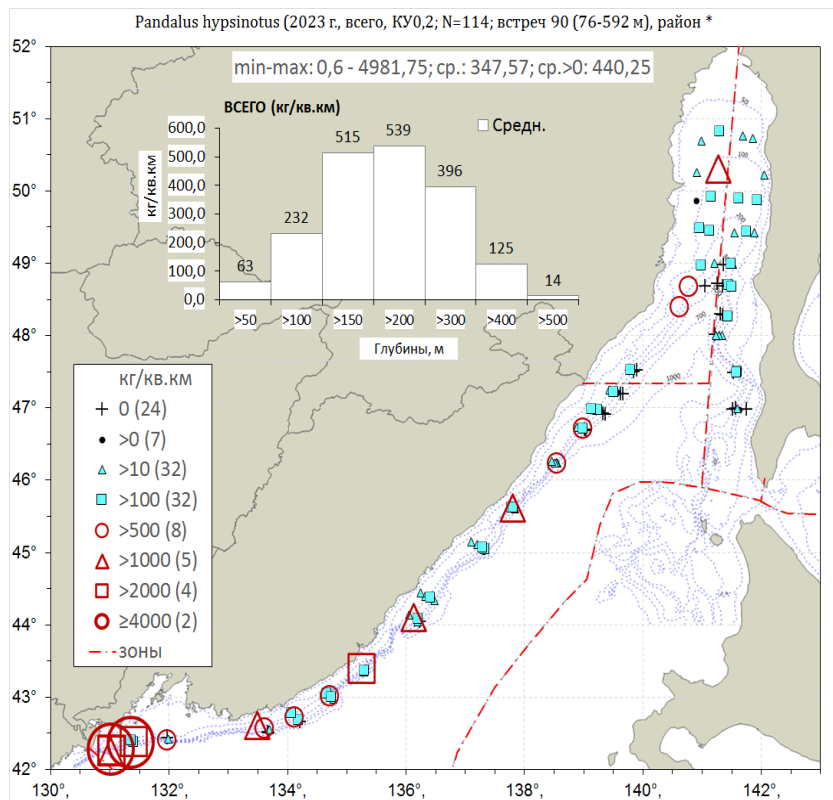


Рис. 1.4 - Пространственное распределение биомассы (кг/кв. км, КУ=0,2) гребенчатой креветки в северо-западной части Японского моря по данным донной траловой съемки на НИС «Дмитрий Песков» в марте-апреле 2023 г. Пунктирной линией обозначены границы подзон и районов

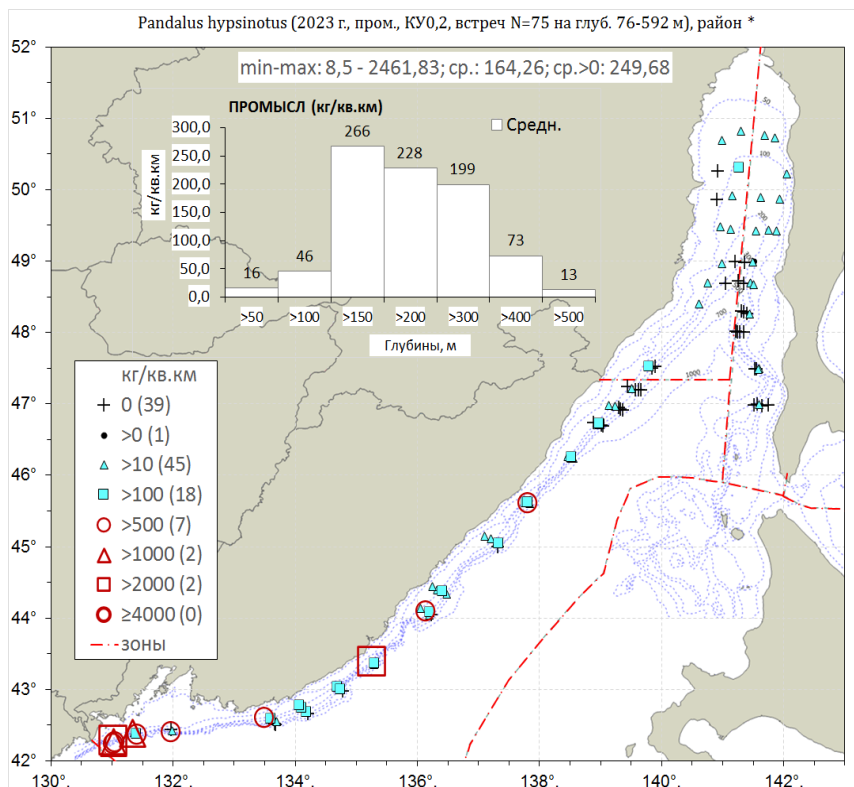


Рис. 1.5 – Пространственное распределение промысловой биомассы (кг/кв. км, КУ=0,2) гребенчатой креветки в северо-западной части Японского моря по данным донной траловой съемки на НИС «Дмитрий Песков» в марте-апреле 2023 г. Пунктирной линией обозначены границы подзон и районов

Табл. 1.5 - Батиметрическое распределение (кг/кв.км, КУ=0,2) гребенчатой креветки в промысловых районах Японского моря по данным донной траловой съемки на НИС «Дмитрий Песков» в марте-апреле 2023 г. Примечание: ЧВ - частота встреч

Глуб., м	Стан- ций	ЧВ, N	ЧВ, %	Все особи			Промысловые					
				Средн.	Мин.	Макс.	ЧВ,N	ЧВ,%	Средн.	Мин.	Макс.	
Подзона Приморье южнее м. Золотой (промысловые 52%)												
>50	0	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
>100	2	2	100	12	10	14	2	100	12	10	14	2462
>150	14	13	93	709	20	4982	11	79	430	16	1843	
>200	15	15	100	799	28	4500	15	100	346	19	1753	
>300	17	17	100	572	5	2935	15	88	291	16	1753	
>400	12	6	50	187	5	1406	4	33	110	38	816	
>500	6	2	33	21	36	88	2	33	20	36	83	
125-592	66	55	83	515	5	4982	49	74	267	10	2462	
Подзона Приморье севернее м. Золотой (промысловые 15%)												
>50	4	4	100	57	5	141	2	50	14	15	40	
>100	3	3	100	487	108	1207	3	100	70	15	160	
>150	4	4	100	471	135	799	4	100	46	24	76	
>200	2	2	100	172	38	307	1	50	60	121	121	
>300	2	0	0	~	0	0	0	0	~	~	~	
>400	2	0	0	~	0	0	0	0	~	~	~	
>500	0	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	
76-472	17	13	77	231	5	1207	10	59	33	15	160	

Во всех промысловых районах северо-западной части Японского моря, на протяжении ряда лет прослеживается тренд на снижение доли промысловых особей, что связано с уменьшением количества старше-возрастных крупноразмерных самок (рис. 1.6). В подзоне Приморье южнее м. Золотой весовая доля промысловых особей снизилась с 66% в 2018 г. до 51% в 2023 г. Всего за период исследований в 2023 г. был проведен биологический анализ 3478 (из них 2716 южнее м. Золотой) особей гребенчатой креветки.

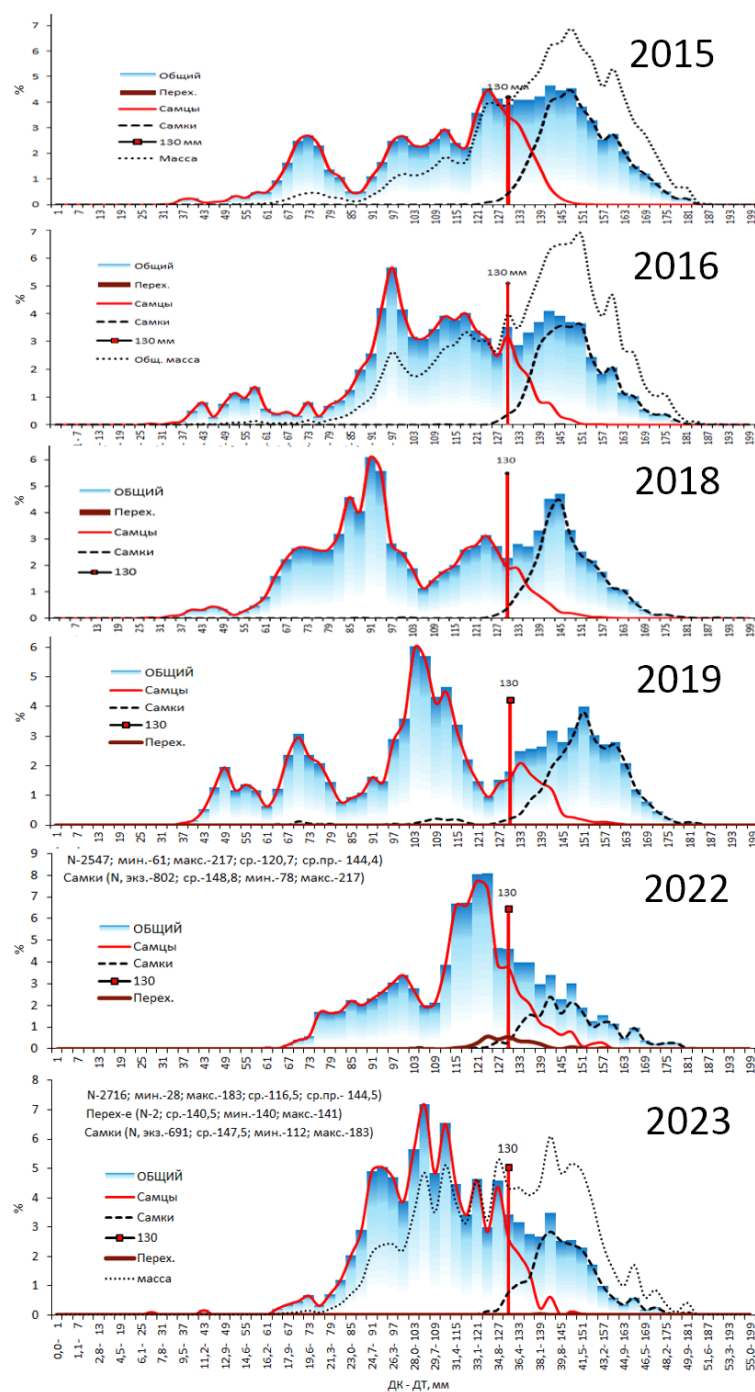


Рис. 1.6 – Динамика размерного состава гребенчатой креветки в южной части подзоны Приморье. Вертикальная прямая линия – промысловая мера 130 мм.

Размеры креветок по длине тела (ДТ) варьировали в пределах 28-183 мм и 7-50,5 мм по длине карапакса (ДК), средний размер по ДТ составил 116,48 мм (ДК-31,8 мм).

Особи, достигшие промыслового размера (от 130 мм по ДТ и от 35,6 мм по ДК), составили 27,9% по численности и 51% по биомассе.

Индивидуальная масса особей варьировала в пределах 0,4-102,4 г, составив в среднем 27,4 г, у промысловых особей 33-103 г, составив в среднем 50,1 г.

Размерно-весовые показатели гребенчатой креветки в подзоне Приморье южнее м. Золотой приведены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 - Размерные и весовые характеристики гребенчатой креветки в подзоне Приморье по данным донной траловой съемки на НИС «Дмитрий Песков» в марте-апреле 2023 г. (Пром. - промысловые, Перех. – переходные особи)

Показатель	Длина тела (ДТ), мм					Длина карапакса (ДК), мм		Масса, г	
	Всего	Пром.	Самцы	Перех.	Самки	Всего	Пром.	Всего	Пром.
Подзона Приморье южнее м. Золотой									
Промер	2716	851	2023	2	691	2716	851	2716	851
Сумма	28509	7947	22533	9	5967	28509	7947	781	398
%	100,00	27,88	79,04	0,03	20,93	100,00	27,88	100,00	51,01
Мин.	28,0	130,0	28,0	140,0	112,0	7,0	35,6	0,4	33,7
Макс.	183,0	183,0	154,0	141,0	183,0	50,5	50,5	102,4	102,4
Средн.	116,48	144,46	108,26	140,50	147,48	31,80	39,70	27,38	50,11
Ош.(±)	0,42	0,36	0,35	0,37	0,39	0,12	0,59	0,10	0,43
Подзона Приморье севернее м. Золотой									
Промер	434	27	378	3	53	434	27	434	27
Сумма	37999	2660	33111	854	4034	37999	2660	736	114
%	100,00	7,00	87,14	2,25	10,62	100,00	7,00	100,00	15,44
Мин.	59,0	130,0	59,0	112,0	114,0	15,7	35,6	3,1	37,1
Макс.	154,0	154,0	128,0	132,0	154,0	42,3	42,3	61,4	61,4
Средн.	105,89	136,65	102,34	123,19	131,40	28,80	37,50	19,36	42,71
Ош.(±)	0,74	1,19	0,66	4,51	1,19	0,21	1,56	0,72	1,26

Определение биологических ориентиров. Несмотря на некоторый дефицит информации, определение ОДУ на основе имеющегося запаса, может быть выполнено в рамках «предосторожного подхода» в упрощенном его варианте [Бабаян, 2000]. Оценка граничных и целевых ориентиров основывается на непосредственных оценках запаса методом прямого учета. В качестве граничного ориентира по биомассе B_{lim} приняли минимальное значение запаса за весь период наблюдений - 0,4 тыс. т.

В качестве целевого ориентира B_{tr} принята величина среднегодовалой учетной промысловой биомассы - 4 тыс. т. В качестве буферного ориентира B_{buf} (значение биомассы, при которой реальный запас с высокой долей вероятности не опускается до уровня B_{lim}) принята 50% величина от B_{tr} - 2 тыс. т.

На протяжении всего периода исследований гребенчатой креветки в подзоне Приморье, применялась 10-процентная доля допустимого изъятия от величины промыслового запаса. Многолетнее применение этого коэффициента показало его удовлетворительный характер. Таким образом, в качестве целевого ориентира по промысловой смертности F_{tr} приняли величину равную 0,1. Более низкий уровень эксплуатации, выбранный нами, соответствует целям регулирования рыболовства при существующем дефиците информации.

Обоснование правила регулирования промысла. В 2013-2019 годы уровень промыслового запаса гребенчатой креветки достиг максимума (8-10 тыс. т), и он более чем в два раза превышал выбранный целевой ориентир ($B_{tr} = 4$ тыс. т), с 2020 г. наблюдается постоянное снижение уровня запаса, который по данным донной траловой съемки 2023 г. опустился ниже целевого ориентира (2,16 тыс. т).

При снижении запаса гребенчатой креветки ниже уровня B_{tr} возможно снижение промысловой смертности до 5% ($F=0,05$). В случае падения запаса до уровня B_{lim} (0,4

тыс. т) и ниже, изъятие возможно только для научно-исследовательских целей на уровне промысловой смертности F_0 не более 0,5% запаса.

Схема регулирования промысла гребенчатой креветки на основе выбранных ориентиров управления для предосторожного подхода представлена на рисунке 1.7.

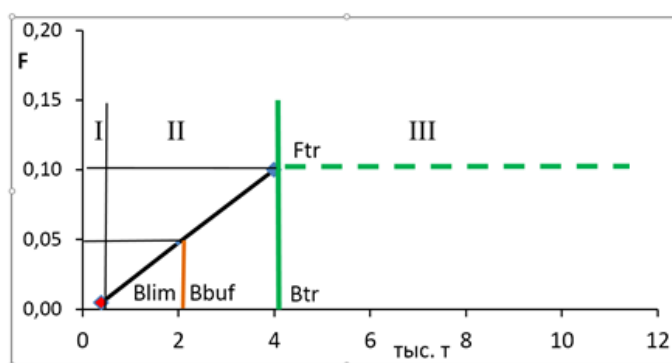


Рис. 1.7 - PRП гребенчатой креветки в подзоне Приморье южнее м. Золотой в рамках предосторожного подхода. Режимы регулирования: I – режим полного запрета на промысел, II – режим восстановления запаса, III – режим постоянной интенсивности промысла.

С 2015 г. Правилами рыболовства запрещается применять в подзоне Приморье тралы для добычи (вылова) гребенчатой креветки (п.18.16), что существенно снижает смертность непромысловую часть популяции.

Прогнозирование состояния запаса. Оценка запаса гребенчатой креветки в южной части подзоны приморье в 2023 г. находится в 95% доверительном интервале 3,99-7,23 тыс. т, в среднем – 5,61 тыс. т. Ожидаемый в 2024 году запас гребенчатой креветки в южной части подзоны Приморье находится в 95% доверительном интервале 1,89-8,22 тыс. т, в среднем – 5,06 тыс. т (рис. 1.8).

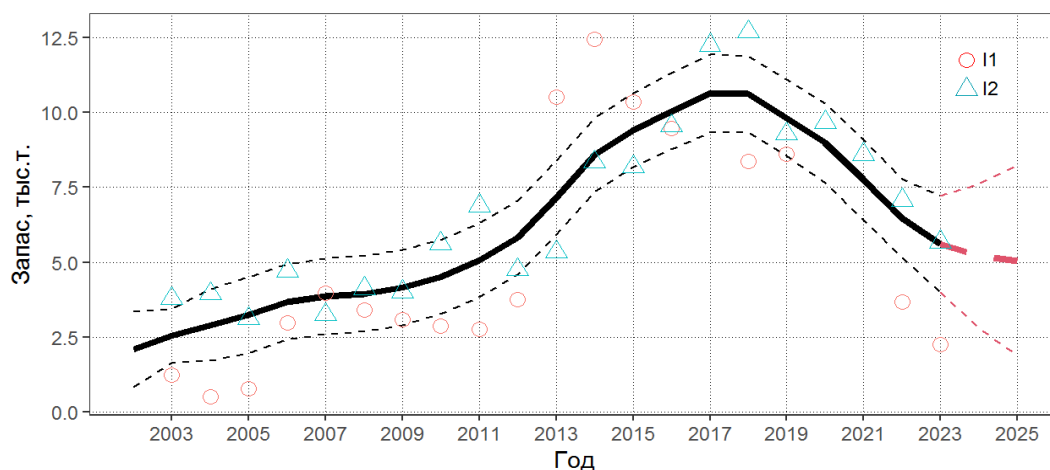


Рис. 1.8 - Динамика биомассы промыслового запаса группировки гребенчатой креветки подзоны Приморье южнее 47°20' по данным моделирования. I1 – оценки запаса по результатам траловых съемок, I2 – индекс (уловы на судо-сутки) интенсивности промысла по данным промысла

Согласно построенного PRП, оптимальная доля изъятия гребенчатой креветки в подзоне Приморье составит 10%. Таким образом, в 2025 г. в южной части подзоны Приморье может быть рекомендовано к изъятию **0,506 тыс. т**, что на 174 т меньше изъятия рекомендованного на 2024 г. (0,68 тыс. т).

Участок к северу от м. Золотой (47°20 с.ш.) и Западно-Сахалинская подзона

Анализ информационного обеспечения. Для подготовки прогноза ОДУ по гребенчатой креветке Татарского пролива были использованы данные, полученные в ходе комплексных траловых съемок на НИС «Дмитрий Песков», «Профессор Пробатов», РК МРТ «Бухоро» и НИС «Владимир Сафонов» в 1981, 1983, 1993, 1995–1996 гг., 1998, 2001–2013 гг., 2015–2017 гг., 2018 г. (163 станции), 2020 г. (197 станций) и 2022 г. (128 станций) – (рис. 1). Также использованы данные, собранные в ходе промышленного лова гребенчатой креветки (в 2023 г. выполнено – 697 постановок креветочных порядков, промерено 10172 экз. гребенчатой креветки) и анализ промысловой статистики из базы ОСМ «Росрыболовства».

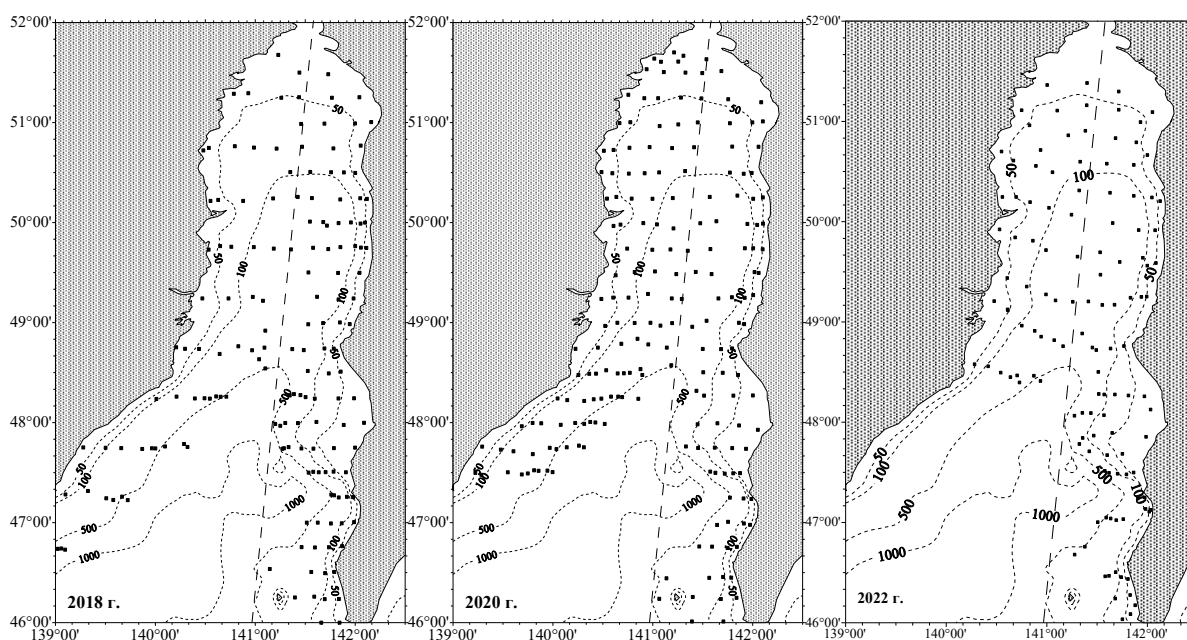


Рис. 1. Карта-схема учетных тралений НИС в Татарском проливе в 2018, 2020 и 2022 гг.

В целом, информационную обеспеченность прогноза можно признать достаточной. Согласно приказу Федерального агентства по рыболовству от 06.02.2015 г. № 104, по характеру имеющийся первичной информации прогноз ОДУ для гребенчатой креветки в Татарском проливе можно отнести ко II уровню информационной обеспеченности.

Обоснование метода выбора оценки запаса. Проведение учетных траловых съемок позволяет оценить численность и биомассу запаса гребенчатой креветки в Татарском проливе. По данным научных траловых съемок, с помощью метода геостатистической интерполяции (*Kriging*) [Keckler, 1994; Wackernagel, 1995], был рассчитан запас традиционным методом страт (с выделением зон равновеликих уловов) [Аксютина, 1968], коэффициент уловистости трала 0,2 [Мирошников и др., 1985; Мирошников, 1988]. Имеющиеся многолетние данные по величине биомассы, объему годового промышленного вылова и биологическому состоянию запаса позволяют производить оценку запасов с помощью продукционных моделей. По результатам исследований были определены промысловые ориентиры для формирования ПРП на основе «принципа предосторожности» [Бабаян, 2000].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. За все время существования промысла креветок в Татарском проливе промышленностью осваивались, главным образом, два вида креветок – северная и гребенчатая. По причине сложных для тралений грунтов на значительной части акватории, занимаемой промысловыми скоплениями гребенчатой креветки, ее добыча в Татарском проливе ведется, главным образом, ловушками.

С 1979 по 1984 г. креветку в Татарском проливе добывали в основном японцы. С 1984 г. по настоящее время промысел ведется отечественным флотом и лишь в 1994 и 1995 гг. вновь был разрешен промысел японскому флоту.

Отмечено, что в 1990–1992 гг., когда вылов креветок был максимален и достигал 2,3–2,5 тыс. т, доля гребенчатой креветки в уловах составляла 96,5–99,4%. При этом вылавливались только крупные особи. Средние уловы в проливе превышали 30 кг/100 ловушек. Очевидно, что в 1990-е гг., вследствие чрезмерного изъятия, и были подорваны запасы гребенчатой креветки в Татарском проливе, что в первую очередь отразилось на величине уловов на усилии.

За все годы промысла японская сторона выставляла ежегодно до 7–11 судов. С российской стороны до 1989 г., когда промысел, в основном, вели суда НБТФ, работало 4–6 судов. С 1990 г. количество судов на промысле увеличивалось – до 35 единиц в 1994 г. и до 62 единиц в 1995 г.

В 2003–2005 гг., после некоторого увеличения численности креветки в начале 2000-х годов, на всей акватории Татарского пролива наблюдалось новое, еще более сильное, чем ранее, падение уловов на усилии гребенчатой креветки. В эти годы они достигли минимальных за всю 30-тилетнюю историю промысла величин (в среднем менее 5 кг/100 ловушек), при которых промысел перестал быть рентабельным. В результате, число судов, задействованных на промысле гребенчатой креветки, значительно снизилось. Так, в 2000–2004 гг. работало 7–14 ловушечных судов, в 2005–2007 гг. – четыре-пять, в 2008–2017 гг. – два судна.

С 2006 г. при минимальном промысловом прессе, наблюдалось увеличение средних уловов на усилии, свидетельствующее о восстановлении запаса гребенчатой креветки в Татарском проливе. Несмотря на небольшое снижение уловов в 2011 г., в целом, тренд на увеличение очевиден. Максимальные величины уловов в последнее время также росли. Так, в ряду 2012–2019 гг. они составляли 58,8, 62,4, 66,7, 70, 62,6, 105,5, 92 и 74 кг/100 лов. соответственно (рис. 2).

Весной 2020 г. отмечалась отрицательная температурная аномалия воды, сменившаяся резким перепадом на положительную температурную аномалию температуры воды в летне-осенний период. Это привело к изменению времени и течения миграций гребенчатой креветки, а также к снижению плотности промысловых скоплений. Промысловые показатели 2020 г. были значительно ниже предыдущих лет. Так средний улов на усилии в Западно-Сахалинской подзоне составил – 19,7 кг/100 ловушек, в подзоне Приморье на участке севернее м. Золотой – 10,9 кг/100 ловушек. Максимальные уловы снизились практически в два раза по сравнению с прошлым годом и составили около 40 кг/100 ловушек.

В 2021–2022 гг. негативные тенденции, отмечаемые в 2020 г., продолжились, положительные тепловые аномалии сказались на состоянии запаса, и, как следствие, произошло снижение промысловых показателей. Так, средний улов на усилии в Западно-Сахалинской подзоне в 2021 г. составил – 14,3 кг/100 ловушек, в подзоне Приморье на участке севернее м. Золотой – 9,5 кг/100 ловушек, в целом по Татарскому проливу – 11,9 кг/100 ловушек. В 2022 г. средний улов на усилии в Западно-Сахалинской подзоне составил – 8,7 кг/100 ловушек, в подзоне Приморье на участке севернее м. Золотой – 7,7 кг/100 ловушек, в целом по Татарскому проливу – 6,6 кг/100 ловушек.

Анализ промысла 2023 г. свидетельствует о стабилизации состояния запаса гребенчатой креветки, так средний улов на усилии в весенний период в Западно-Сахалинской подзоне составил – 13,0 кг/100 ловушек, в подзоне Приморье на участке севернее м. Золотой – 6,3 кг/100 ловушек, в целом по Татарскому проливу – 10,5 кг/100 ловушек (рис. 2).

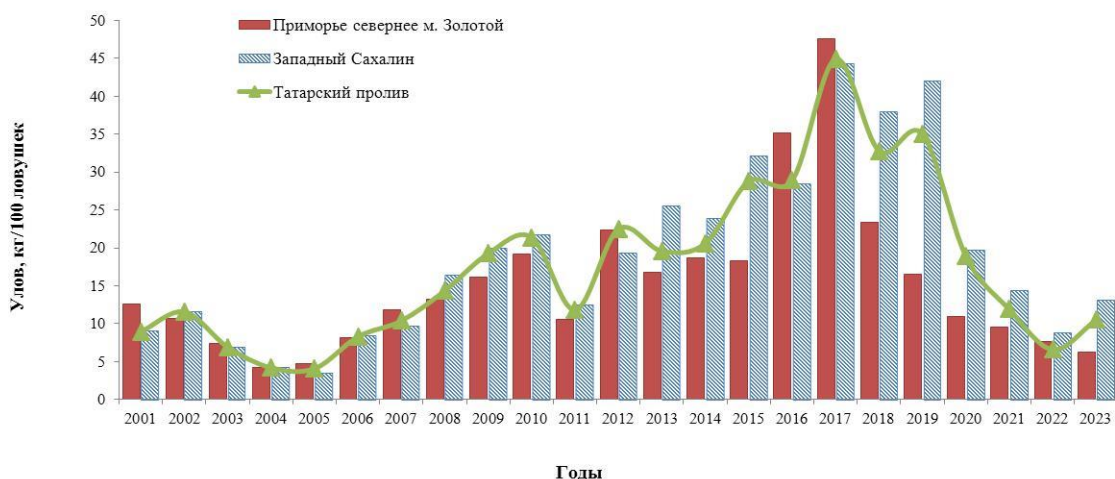


Рис. 2. Среднегодовые уловы на усилие креветки гребенчатой в Татарском проливе в 2001–2023 гг.

С 2010 по 2023 гг. вылов гребенчатой креветки в Западно-Сахалинской подзоне колебался от 107 до 696 тонн, в подзоне Приморье на участке севернее м. Золотой он варьировал от 53 до 206 тонн (рис. 3).

В 2020 г. в Западно-Сахалинской подзоне вылов составил 492,7 т, или 70% от ОДУ, в подзоне Приморье севернее мыса Золотой – 128,8 т или 30% от ОДУ. Недоосвоение выделенных лимитов в Западно-Сахалинской подзоне и подзоне Приморье севернее мыса Золотой связано с организационными причинами и специфическими гидрологическими условиями. В 2021 г. из-за резкого падения численности, скопления гребенчатой креветки были значительно разрежены, что привело к снижению уловов. Объем вылова гребенчатой креветки у Западного-Сахалина составил 237,9 т, или 33% от ОДУ, в подзоне Приморье севернее мыса Золотой – 91,2 т, или 21% от ОДУ.

В 2022 г. промысел гребенчатой креветки в Татарском проливе в первой половине года во многом совпадал с предыдущим. Отсутствие плотных промысловых скоплений особенно в первой половине года не позволяли вести результативный промысел как в предыдущие урожайные годы. Наиболее продуктивным оказался промысел второй половины года, в целом годовой вылов гребенчатой креветки в Западно-Сахалинской подзоне составил 260,5 т, что составляет 69% от ОДУ, в подзоне Приморье севернее мыса Золотой – 86 т, или 22% от ОДУ.

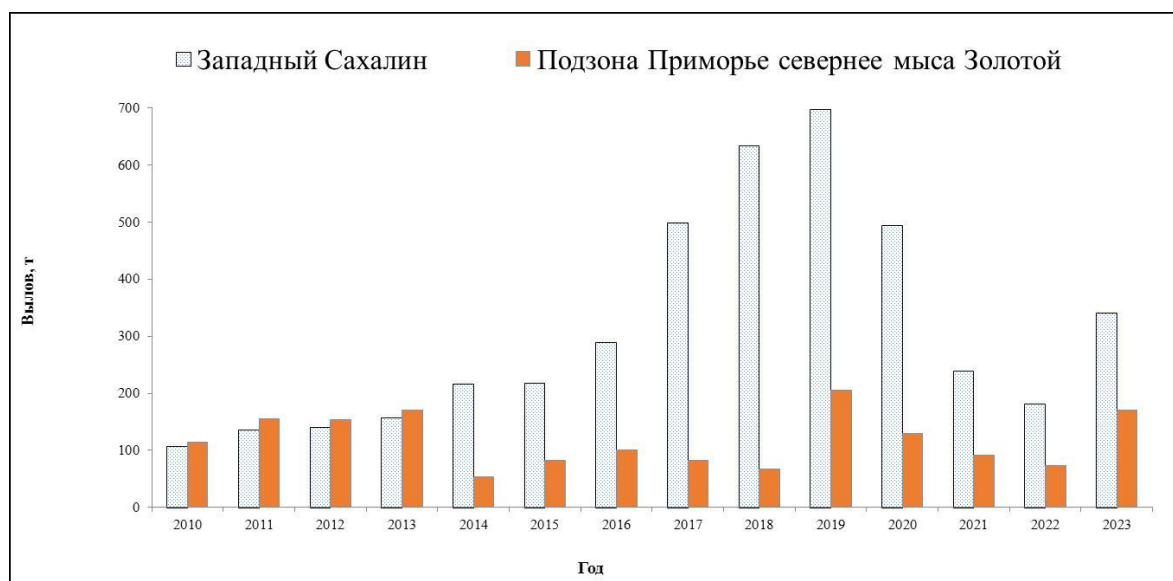


Рис. 3. Динамика годового вылова креветки гребенчатой в Западно-Сахалинской подзоне и подзоне Приморье на участке севернее мыса Золотой в 2010–2023 гг.

В 2023 г. промысел активно велся по всему Татарскому проливу. В I квартале 2023 г. максимальный улов в Западно-Сахалинской подзоне достигал 410,7 кг/порядок при среднем значении 84,2 кг/порядок, в подзоне Приморье севернее м. Золотой – 74,7 кг/порядок при среднем значении 36,2 кг/порядок. Во II квартале в Западно-Сахалинской подзоне максимальный улов достигал 734,2 кг/порядок при среднем значении 92,5 кг/порядок, в Приморской подзоне средний улов составлял 72,3 кг, максимальный – 224,0 кг/порядок (рис. 4).

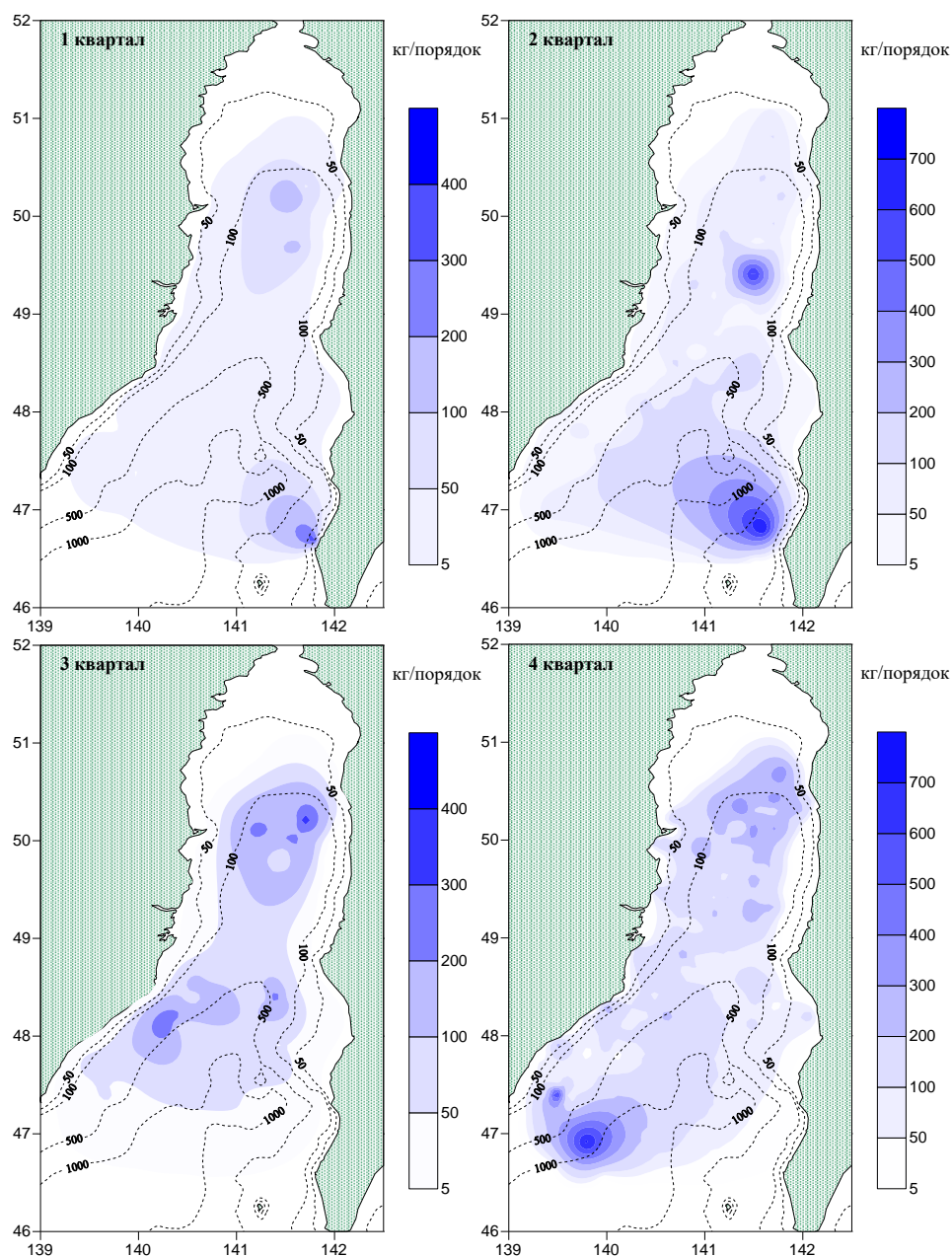


Рис. 4. Поквартальное осредненное распределение промысловых уловов креветки гребенчатой в Татарском проливе (кг/порядок) в 2023 г.

В III квартале в водах Западно-Сахалинской подзоны максимальный улов достигал 808,9 кг/порядок, при среднем значении 178,4 кг/порядок, в подзоне Приморье севернее м. Золотой – 267,5 кг/порядок, при среднем значении 71,3 кг/порядок. В IV квартале средние

уловы составили в Западно-Сахалинской подзоне – 213,3 кг/порядок, в подзоне Приморье севернее м. Золотой – 137,6 кг/порядок.

Анализ промысла 2023 г. показал наличие устойчивых промысловых скоплений гребенчатой креветки в Татарском проливе в течение всего года, что позволило эффективно вести промысел. Годовой промышленный вылов в Западно-Сахалинской подзоне составил 340,1 т, что составляет 93% от годового ОДУ, в подзоне Приморье севернее мыса Золотой – 174, т, или 85% от ОДУ.

Гребенчатая креветка в промысловых количествах отмечается по всему Татарскому проливу на глубинах от 100 до 300 м. В северной части пролива, в координатах примерно от 49°15' до 50°10' с. ш. находится самое крупное ядро концентрированных скоплений с максимальными уловами, большей своей частью расположенное в Западно-Сахалинской подзоне, меньшей – в Приморской (рис. 5). По данным учетных траловых съемок, охватывавших весь Татарский пролив, можно видеть, что за период с 2000 г. наиболее плотная часть этого ядра заметно сместилась в направлении от приморского берега к сахалинскому, а за последние годы, кроме того, еще и на север. В последние годы наиболее плотные скопления гребенчатой креветки отмечаются в районе 50° с. ш., где в настоящее время и сосредоточился основной промысел.

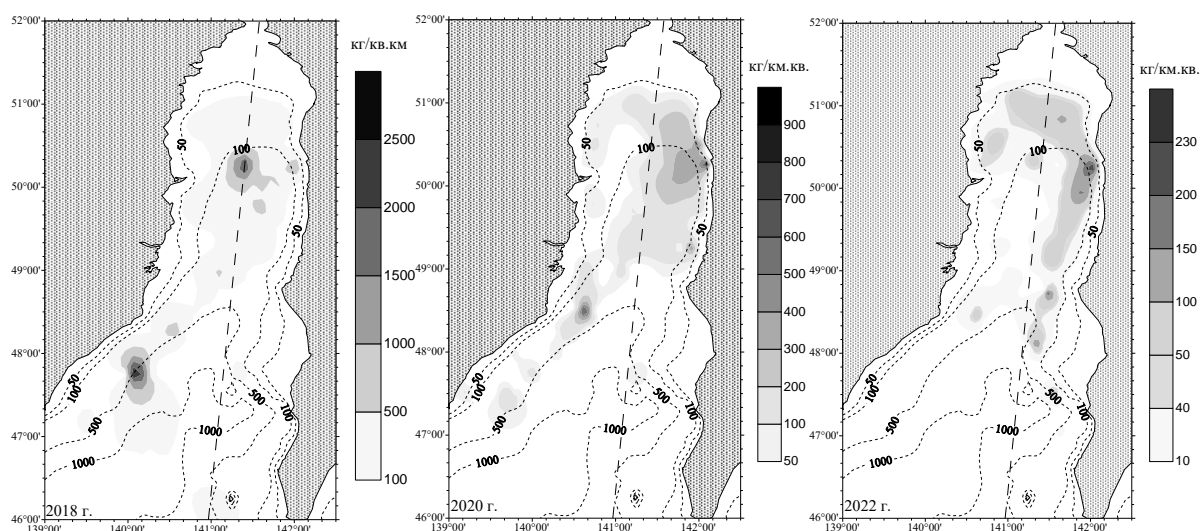


Рис. 5. Пространственное распределение промысловых скоплений креветки гребенчатой в Татарском проливе в 2018, 2020 и 2022 гг.

По результатам учетной донной траловой съемки 2015 г., охватившей весь Татарский пролив, промысловый запас гребенчатой креветки составил 7730 т. В 2016 г. исследования проводились только в акватории Приморской подзоны, промысловый запас гребенчатой креветки составил 10 731 т. В 2017 г. съемка была выполнена только в водах Западно-Сахалинской подзоны, промысловый запас гребенчатой креветки составил 5 976 т. Приведенные величины и анализ данных промысловой статистики показывают, что с 2015 г. запас гребенчатой креветки вырос в 1,5–2 раза, и возможная величина промыслового запаса в целом по Татарскому проливу находилась в пределах 10–15 тыс. т. Кроме того, в южной части залива в координатах 46°3–47°2 с. ш. отмечался значительный рост скоплений, в основном, состоящих из непромысловых особей. Это указывало на процесс восстановления запаса. Съемка 2018 г., выполненная на всей акватории Татарского пролива, подтвердила стабильное состояние запаса. Общий промысловый запас гребенчатой креветки в Татарском проливе составил 11 810 т, при этом отмечалась значительная доля особей непромыслового размера (10 053 т). По данным научной съемки в 2020 г. промысловый запас гребенчатой креветки в целом по Татарскому проливу составил 4 238 т. Исследования, выполненные в 2022 г. показали значительное сокращение площади промысловых скоплений гребенчатой креветки. Промысловая

биомасса в целом по Татарскому проливу составила 1211 тонн. При этом в уловах отмечалась значительная доля не промысловых особей в объеме 4433 т.

По данным промыслового мониторинга средний размер особей и доля особей промысловых размеров в уловах составляли, соответственно: в 2014 г. – 117,6 мм и 28,4%, в 2015 г. – 114,6 мм и 26,5%. Снижение среднего размера и доли промысловых особей в 2014 г. связано с элиминацией предыдущего урожайного поколения. В то же время, в 2015 г. отмечалось большое количество особей размером 90–105 мм (*рис. 6*), которые в последующие годы пополнили промысловую часть популяции. В 2016 г. средний размер особей составлял 128,4 мм, доля особей промыслового размера увеличилась до 47,5%. В 2017 г. средний промысловый размер особей гребенчатой креветки составил 130,4 мм, основу уловов составляли особи длиной 115–130 мм (50,1%). В 2018 г. средний промысловый размер особей в промысловых уловах составил 133 мм, в уловах преобладали особи в размерных классах 125–145 мм (62,6%). В 2019 г. средний промысловый размер особей несколько увеличился и составил 136,1 мм, основу уловов составляли особи длиной 135–145 мм (54,8%), при этом доля особей промыслового размера составляла 72,5%. В 2020 г. основу уловов составляли особи длиной 130–150 мм (55,4%), при среднем значении промысловой длины 130,9 мм. Доля особей промыслового размера составляла 60,9%. В 2021 г. в уловах отмечались особи от 49 до 169 мм, при среднем значении 122,1 мм. Основу уловов составляли не промысловые особи длиной 105–115 мм (32,4%) и промысловые особи длиной 130–145 мм (33,7%). Доля промысловых особей резко снизилась и составляла 43,6%.

Материал, собранный в 2022 г. в ходе промысла гребенчатой креветки в Татарском проливе, показал, что популяция претерпела еще большие структурные изменения. Ранее отмечаемая модельная группа промысловых самок значительно сократилась. В уловах стали доминировать самки размерной группы 130–135 мм (16,5%), при этом расширилась доля доминирующих размерных классов не промысловых особей до 105–125 мм, их доля составила – 47,6%. Общая доля промысловых особей сократилась по сравнению с предыдущим годом и составила 31,5%.

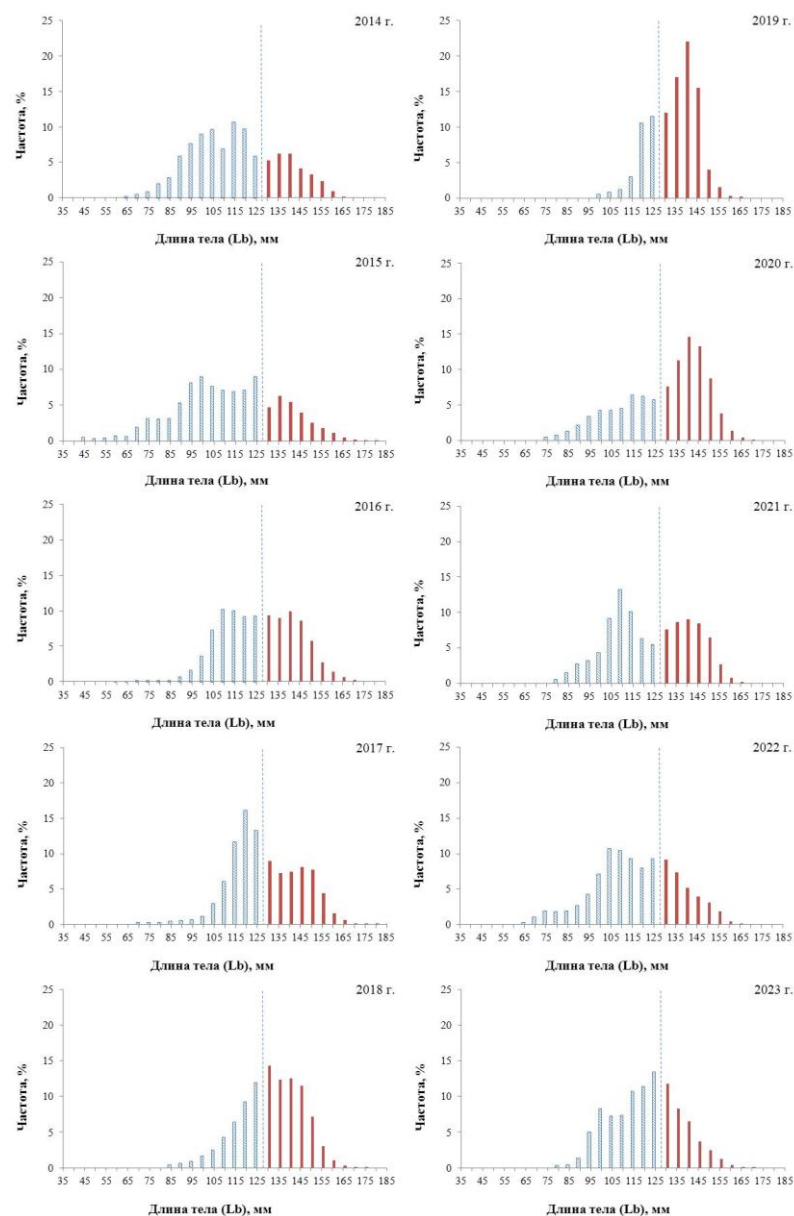


Рис. 6. Частотное распределение промысловой длины тела (Lb) креветки гребенчатой в Татарском проливе с 2014 по 2023 г. (по данным промысловых уловов)

Материал, собранный в 2023 г. в ходе промысла гребенчатой креветки в Татарском проливе, показал, что за счет значительной доли пополнения отмечаемом ранее промысловая часть запаса стабилизировалась. Общая доля промысловых особей по сравнению с предыдущим годом несколько увеличилась и составила 34,3%. В уловах доминировали самки размерной группы 130–135 мм (20,1%), а также не промысловые особи 115-125 мм, их доля составила – 35,5%.

В промысловых уловах гребенчатой креветки обычно преобладают особи в возрасте 4–5 лет, вместе составляя до 40–70% общего количества выловленных креветок этого вида. В 2014–2015 гг. отмечается увеличение доли 3-леток, значительная доля предрекрутов свидетельствует об увеличении способности популяции к воспроизводству. В 2016 г. доля 4–5-леток в общем улове составила 53,4%, доля 3-леток, которые в будущем году вступят в промысел, составила 18,2%. Одновременно доля особей старше 5 лет увеличилась до 27,7%. Средний возраст популяции составил 4,7 лет (табл. 1). В 2017 г. более 60% составляли особи в возрасте 4–5 лет. Несмотря на некоторое снижение доли 3-леток (11,3%), можно считать, что запас обладает значительной воспроизводительной способностью. В 2018 г. в уловах преобладали особи в возрасте 5–6 лет (75,1%), которые

раньше отмечались в 2017 г. в возрасте 4–5 лет. Также в значительном количестве отмечались особи возрастом менее 5 лет – 16%. В 2019 г. основу уловов составляли особи в возрасте 5–6 лет (90,5%). В 2020 г. в уловах доминировали особи 4–6 лет (81,5%). В 2021 г. в уловах преобладали особи 4 лет (40,7%), доля старших возрастов сократилась до 36%. В 2022 г. основу уловов составляли особи 4–5 лет (54,6%). В 2023 г. в уловах преобладали особи в возрасте 4-х и 5-ти лет (69,0%), средний возраст популяции составил 4,8 года.

Наличие значительной доли особей 4–5 лет, которые в 2024–2025 гг. будут составлять основу промыслового запаса, позволят вести устойчивый промысел в акватории Татарского пролива.

Таблица 1

Возрастной состав креветки гребенчатой (%) в Татарском проливе
(по данным промысловых уловов 2014–2023 гг.)

Возраст, лет	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	Средний возраст, лет
2014	0,0	2,2	38,9	36,1	13,0	9,3	0,3	0,0	0,0	0,0	3,9
2015	1,0	9,3	31,5	23,8	20,8	7,2	5,9	0,2	0,2	0,0	4,0
2016	0,0	0,6	18,2	24,4	29,0	24,7	2,1	0,5	0,3	0,0	4,7
2017	0,1	0,9	11,3	35,8	32,9	12,7	5,5	0,8	0,0	0,0	4,6
2018	0,0	0,3	2,1	13,7	43,3	31,8	8,5	0,3	0,1	0,0	5,3
2019	0,0	0,1	0,4	4,5	37,9	52,6	4,4	0,1	0,0	0,0	5,6
2020	0,5	6,5	11,1	25,1	34,6	21,8	0,3	0,1	0,0	0,0	4,5
2021	0,0	1,8	21,6	40,7	12,7	17,8	5,4	0,1	0,0	0,0	4,4
2022	0,3	6,3	18,4	25,2	29,4	16,6	3,6	0,2	0,0	0,0	4,4
2023	0,1	0,7	7,9	31,9	37,1	18,4	3,7	0,2	0,0	0,0	4,8
Среднее многолетнее	0,2	2,9	16,1	26,1	29,1	21,3	4,0	0,3	0,1	0,0	4,6

Определение биологических ориентиров. В последние годы отмечаются значительные колебания численности гребенчатой креветки в Татарском проливе. При этом биологические показатели, которые свидетельствуют о состоянии запаса, претерпевают значительные изменения, и их определение сопряжено с рядом трудностей. Поэтому биологические ориентиры управления запасом гребенчатой креветки Татарского пролива в настоящий период носят временный характер и, по мере поступления новой информации, будут уточняться. Целевые и граничные ориентиры управления промыслом гребенчатой креветки Татарского пролива были найдены с помощью динамической продукционной модели Шефера [Schaefer, 1954].

Граничным ориентиром по биомассе B_{lim} служила величина, равная 10% от величины биомассы, соответствующей промысловой емкости среды гребенчатой креветки Татарского пролива, $= K*10\% = 20\ 000*10\% = 2\ 000$ т.

Буферный ориентир по биомассе $B_{buf}=1,2*B_{lim}=2\ 400$ т. Граничный ориентир по интенсивности промысла F_0 определялся, исходя из объемов изъятия, необходимых для проведения НИР. В качестве целевого ориентира по интенсивности промысла F_{tr} выбрали математическое ожидание оценки максимального устойчивого вылова (MSY/B_{MSY})=0,09, где: MSY – максимально устойчивый вылов, B_{MSY} – биомасса запаса, соответствующая максимальному устойчивому вылову.

MSY оценивали по формуле $MSY=r*K/4=0,18*20\ 000/4=900$ т, где: K – промысловая емкость среды, r – коэффициент мгновенного популяционного роста. В качестве целевого ориентира по биомассе выбирали математическое ожидание биомассы, соответствующей B_{tr} (B_{MSY})= $K/2=20\ 000/2=10\ 000$ т.

Граничный целевой ориентир по интенсивности промысла F_{lim} определен как $= F_{tr}*порог\ превышения\ MSY=0,09*2=0,18$.

Обоснование правила регулирования промысла. Для осуществления оптимальной эксплуатации запаса, основываясь на принципах «предосторожного подхода», применялись следующие режимы регулирования промыслом запаса гребенчатой креветки Татарского пролива:

I – режим научного лова $0 < B_i \leq B_{lim}$. Если прогнозируемая величина запаса меньше или равна B_{lim} , то изъятие возможно только с целью проведения НИР. Величина рекомендуемого изъятия F_i постоянна и соответствует величине изъятия, необходимого для НИР $F_i = F_0 = const$.

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

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

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

Графическое изображение ПРП для запаса гребенчатой креветки Татарского пролива на 2025 г. представлено на *рисунке 7*.

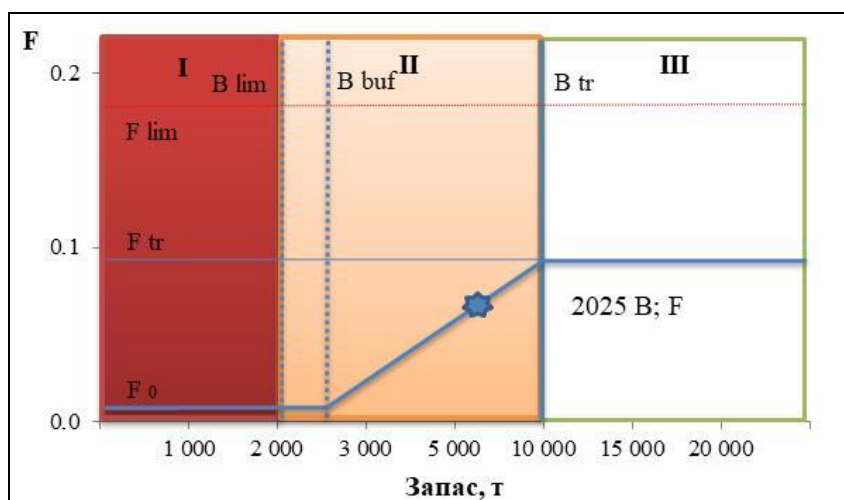


Рис. 7. Графическое представление ПРП для запаса креветки гребенчатой в Татарском проливе в 2025 г.

Прогнозирование состояния запаса. Для оценки промысловой биомассы и прогноза ОДУ гребенчатой креветки Татарского пролива на 2025 г. была использована продукционная модель Шефера [Schaefer, 1954], основанная на изменении производительности промысла как показателя состояния всей популяции. Дискретная форма записи модели имеет вид:

$$B_{t+1} = B_t + rB_t \left(1 - \frac{B_t}{K}\right) - C_t,$$

где B_t – численность в году t , C_t – вылов в году t , K – максимально возможная численность популяции, r – коэффициент мгновенного популяционного роста.

Ненаблюдаемая переменная B_t была выражена через наблюдаемый показатель относительной численности (I_t), рассчитанный по результатам оценки биомассы и численности. Для этого воспользовались формулой:

$$I_t = qB_t e^{\varepsilon},$$

где q – коэффициент улавливаемости, ε – остаточная погрешность, имеющая логнормальное распределение [Haddon, 2001].

Для настройки всего моделируемого процесса были заданы априорные распределения для параметров q , r , K и B_0 . Для исключения некорректной оценки

параметров были заданы пределы значения на основе наблюдаемых данных, в пределах которых происходил поиск оптимального решения. Затем, используя формулу Байеса и данные наблюдений, было получено целевое или общее апостериорное распределение, статистические показатели которого являются искомыми оценками параметров модели (промысловая емкость среды $K = 20000$; коэффициент мгновенного популяционного роста $r = 0,18$; коэффициент улавливаемости $q = 0,8$).

По результатам моделирования, прогноз промыслового запаса гребенчатой креветки Татарского пролива на 2025 г. находится в диапазоне 6 648–9 972 т, при математическом ожидании – 8 310 т (рис. 8).

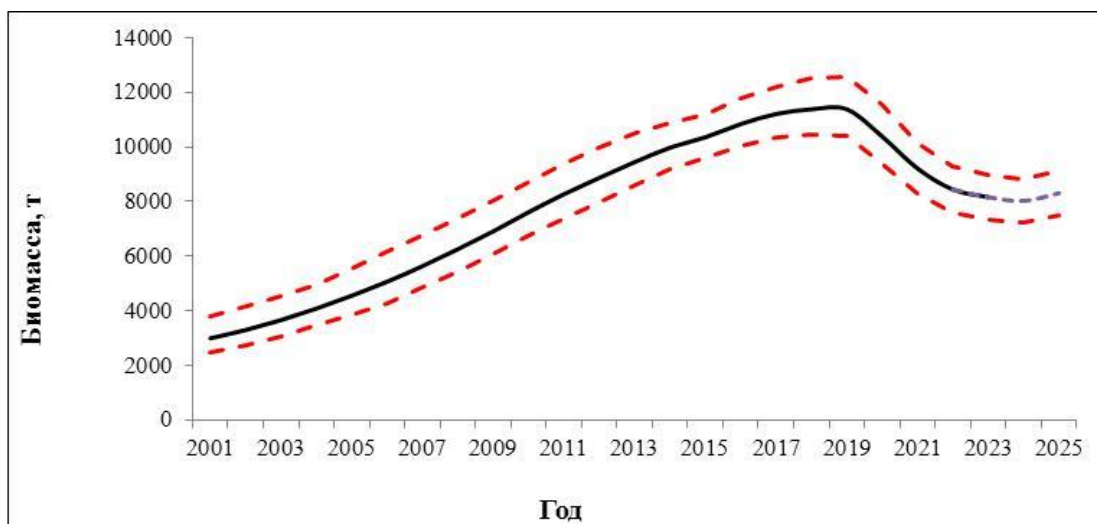


Рис. 8. Математическое ожидание биомассы креветки гребенчатой в Татарском проливе в 2001–2023 гг. и прогноз на 2024–2025 гг.

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Величина промыслового запаса гребенчатой креветки в Татарском проливе на 2025 г. прогнозируется на уровне 8310 т. Для данного уровня состояния запаса, в рамках «предосторожного подхода» необходимо вести промысел в режиме восстановления запаса. Поскольку коэффициент эксплуатации выражается, как $U = 1 - e^{-F}$, то при установленном мгновенном коэффициенте промысловой смертности $F = 0,07$, доля изъятия составляет 7%.

С учетом изменений в распределении промысловых скоплений гребенчатой креветки по акватории Татарского пролива и по результатам последней учетной траловой съемки 2022 г. охватившей весь район распределения гребенчатой креветки в Татарском проливе (рис. 9), процентное соотношение промысловой биомассы гребенчатой креветки в Татарском проливе составило 65% в Западно-Сахалинской подзоне (5402 т) и 35% в подзоне Приморье (2908 т) на участке севернее м. Золотой.

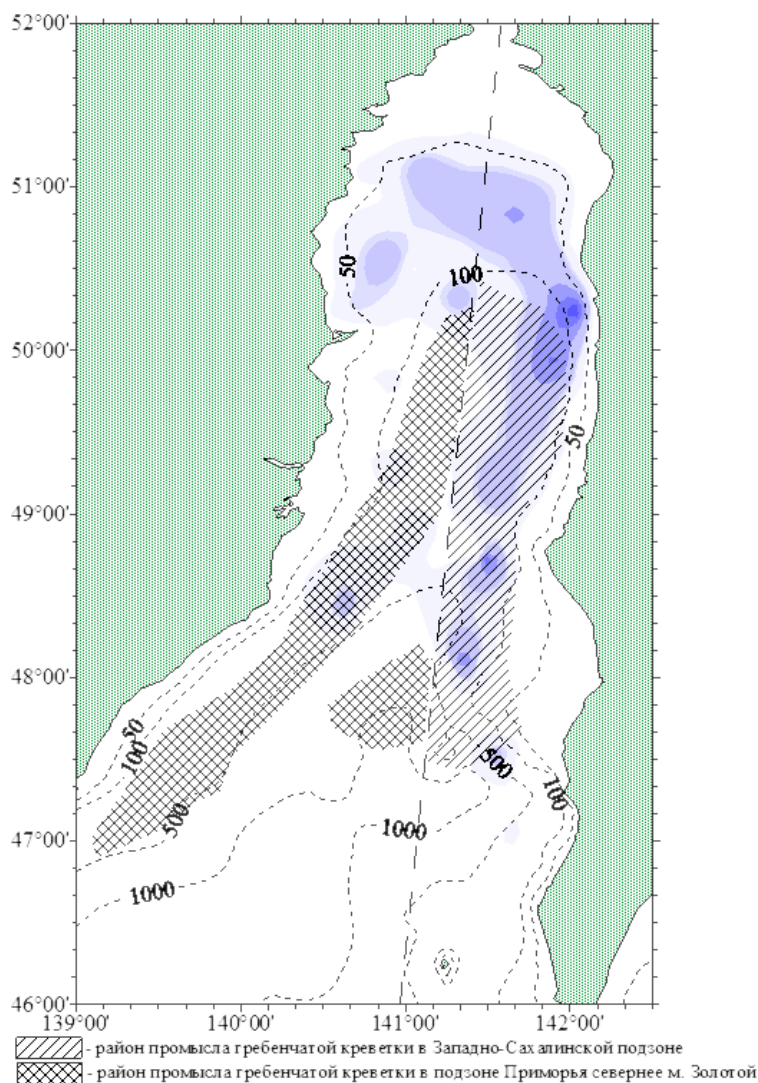


Рис. 9. Пространственное распределение креветки гребенчатой в Татарском проливе, по результатам учетной траловой съемки 2022 г., и районы ее промысла, выделенные по данным промысловой статистики

С учетом ожидаемых величин запаса в районах подзоны Приморье к северу от м. Золотой (2908 т), согласно ПРП и рекомендуемому уровню промыслового изъятия в 7%, ОДУ гребенчатой креветки в подзоне Приморье на участке севернее м. Золотой в 2025 г. составит 0,204 тыс. т.

Таким образом, с учетом ожидаемых величин запаса в районах подзоны Приморье к югу и северу от м. Золотой, согласно ПРП и уровню промыслового изъятия, рекомендуется установить **ОДУ гребенчатой креветки в подзоне Приморье на 2025 г. в объёме 0,71 тыс. т**, в том числе - 0,506 тыс. т южнее м. Золотой и 0,204 тыс. т – севернее м. Золотой.

Список цитируемой литературы

1. Баканев С. В. Стандартизация производительности промысла камчатского краба в российских водах Баренцева моря в 2010–2018 гг. с помощью обобщенной линейной модели // Вопросы рыболовства. 2019. Т. 20. № 3. С. 363–373.
2. Бабаян В. К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). Москва: ВНИРО, 2000. 98 с.
3. Буяновский А. И. Использование промысловой статистики для оценки динамики запаса краба-стригуна Бэрда // Вопросы рыболовства. 2019. Т. 20. № 4. С. 497–512.
4. Кулик В. В., Варкентин А. И., Ильин О. И. Стандартизация уловов на усилие минтая в северной части Охотского моря с учетом некоторых факторов среды // Известия

ТИНРО. 2020. Т. 200. № 4. С. 819–836.

5. 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.

6. Черниенко И. С. Стандартизация производительности промысла краба-стригуна опилию западной части Берингова моря с использованием аддитивных линейных моделей // Известия ТИНРО. 2021. Т. 201. № 2. С. 359–370.

7. Burnham K. P., Anderson D. R. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. New York, NY: Springer, 2002. 2. ed., 488 p.

8. Deriso R. B. Harvesting Strategies and Parameter Estimation for an Age-Structured Model // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1980. V. 37. P. 268–282.

9. Hastie T., Tibshirani R. Generalized Additive Models // Statist. Sci. 1986. V. 1. № 3.

10. Jorgensen B. The Theory of Dispersion Models. London; New York: Chapman and Hall/CRC, 1997. 1st edition. 256 p.

11. Müller A. C., Guido S. Introduction to machine learning with Python: a guide for data scientists. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc, 2016. 376 p.

12. Särkkä S. Bayesian filtering and smoothing. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2013. 232 p.

13. Schnute J. T. A General Fishery Model for a Size-Structured Fish Population // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1987. V. 44. № 1980. P. 924–940.

14. Wan E. A., Van Der Merwe R. The unscented Kalman filter for nonlinear estimation // Proceedings of the IEEE 2000 Adaptive Systems for Signal Processing, Communications, and Control Symposium. Lake Louise: IEEE, 2000. P. 153–158.

15. Wood S. N. Thin plate regression splines // Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology). 2003. V. 65. № 1. P. 95–114.

16. Wood S. N. Stable and Efficient Multiple Smoothing Parameter Estimation for Generalized Additive Models // Journal of the American Statistical Association. 2004. V. 99. № 467. P. 673–686.

17. Wood S. N. Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models: Estimation of Semiparametric Generalized Linear Models // Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology). 2011. V. 73. № 1. P. 3–36.

18. Wood S. N. Generalized Additive Models: An Introduction with R.: Chapman and Hall/CRC, 2017. №. 2.

Креветка северная - *Pandalus borealis*

61.06 – зона Японское море

61.06.1 – подзона Приморье

61.06.2 – подзона Западно-Сахалинская

Исполнители: И.А. Корнейчук, И.С. Черниенко (ТИНРО); Г.В. Жуковская (СахНИРО), Д.Н. Юрьев (ХабаровскНИРО)

По современным представлениям в Японском море, в водах Российской Федерации, обитает две самостоятельные группировки гребенчатой креветки – одна – в подзоне Приморье, к югу от м. Золотой вплоть до зал. Петра Великого, вторая населяет северную часть Татарского пролива (участок южнее мыса Золотой). Во втором случае ареал группировки захватывает два рыбопромысловых района – подзоны Приморье и Западно-Сахалинскую.

Участок южнее м. Золотой

Анализ доступного информационного обеспечения. В основу прогноза ОДУ северной креветке на 2025 г. положены материалы донных траловых съемок, проведенных в подзоне Приморье в 2006-2023 гг. и данные промысла за эти годы.

В марте-апреле 2023 г., в Японском море была поведена донная траловая съемка (рис. 1) по изучению состояния ресурсов промысловых глубоководных креветок в подзонах Приморье и Западно-Сахалинской.

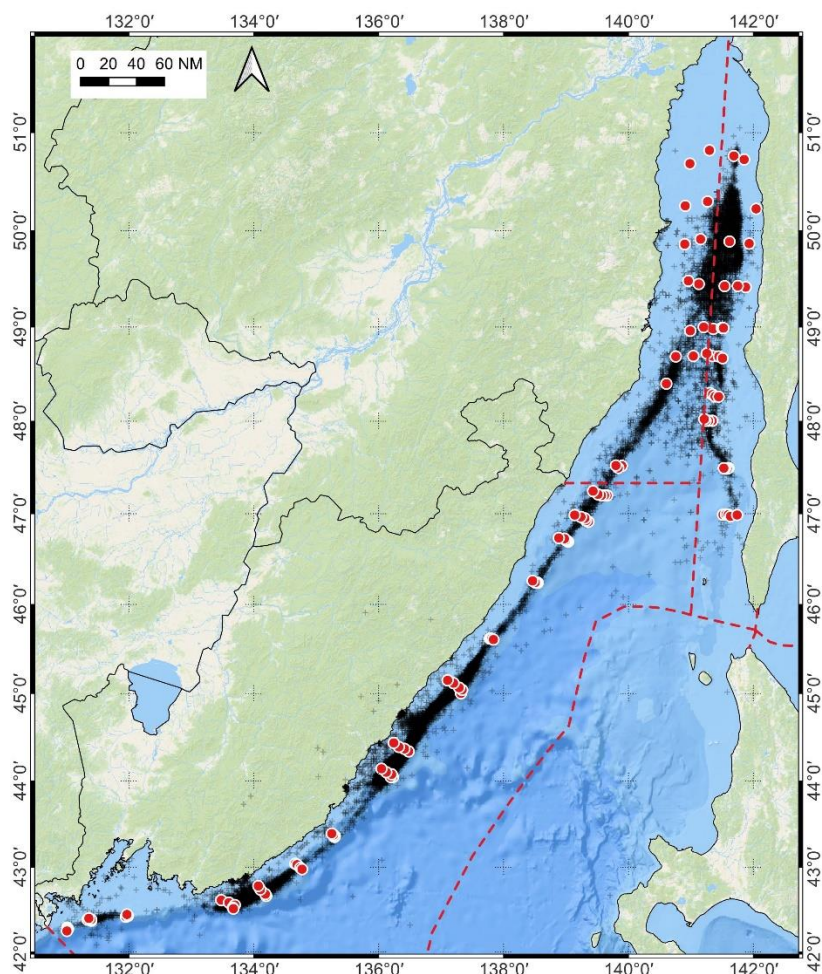


Рис. 1. Карта-схема района работ и точек отбора материалов, выполненных в Японском море на НИС «Дмитрий Песков» в период с 11 марта по 14 апреля 2023 г. Пунктирной линией обозначены границы подзон и районов, темными точками обозначены судодневки на промысле гребенчатой креветки с 2008 г.

Исследованием был охвачен весь диапазон глубин, где могли быть обнаружены скопления креветок и возможен их промысел. Всего было выполнено 114 станций учета и биоанализа, обследована площадь в 44 тыс. кв. км в координатах 42°14'-50°49' с. ш. и 131°00'-142°03' в. д. на глубинах от 75 до 600 м (табл. 1, 2).

Таблица 1
Характеристика учетных работ, выполненных в Японском море на НИС «Дмитрий Песков» в период с 11 марта по 14 апреля 2023 г.

Показатель	Всего	п/з Приморье, южная часть	п/з Приморье, северная часть	п/з Зап.-Сахалин.
Период	с 11.03 по 14.04.23	с 11.03 по 28.03.23	с 08.04 по 14.04.23	с 29.03 по 08.04.23
Станций	114	66	17	31
Глубины, м (мин.-макс.)	75-600	125-600	76-472	75-575
Скорость, уз. (мин.-макс./ср.)	2,1-3,5/2,4	2,1-3/2,3	2,2-3,5/2,4	2,1-2,6/2,4

Показатель	Всего	п/з Приморье, южная часть	п/з Приморье, северная часть	п/з Зап.- Сахалин.
Траления, мин (мин.- макс./ср.)	6-42/23	6-30/26	6-30/17	7-42/22
Траления, кв. км	3,08	1,98	0,3	0,79
Обследовано, тыс. кв. км	43,89	13,15	16,58	4,16

Таблица 2

Количество станций учета и биоанализа по промысловым районам и диапазонам глубин

Диапазон глубин, м	Всего	п/з Приморье, южная часть	п/з Приморье, северная часть	п/з Зап.- Сахалин.
50-99	7	0	4	3
100-149	8	3	3	2
150-199	23	13	4	6
200-249	12	9	0	3
250-299	13	7	2	4
300-349	9	7	1	1
350-399	15	9	1	5
400-449	6	4	1	1
450-499	12	8	1	3
500-549	2	2	0	0
550-600	7	4	0	3
Всего	114	66	17	31

Скорость тралений в среднем составила – 2,4 узла, средняя продолжительность тралений - 23 минуты. Траления выполняли донным тралом типа ДТ-27,1/24,4 с 10 мм вставкой в кутке. Вертикальное раскрытие трала составляло – 2-3 м, расчетное значение горизонтального раскрытия - 16 м, нижняя подбора была оснащена мягким цепным грунтопом.

Анализ промысла креветок проводили по данным информационной системы ИС «Рыболовство». В качестве исходных данных использовали координаты местоположения судна на промысле и его вылова за отчетные судо-сутки.

Результаты исследований прошлых лет позволяют выделить промысловые и биологические ориентиры для формирования ПРП на основе «принципа предосторожности».

Информационную обеспеченность прогноза (требования согласно Приказа Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.) можно считать удовлетворительной, соответствующей 2-му уровню.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Как и в прошлые годы, расчет плотности распределения и биомассы креветок осуществляли методом сплайн-аппроксимации [Столяренко, Иванов, 1988] в программе ГИС “КартМастер”, ver. 4.1 [Бизиков и др., 2007]. Величину горизонтального раскрытия трала принимали равной 60% длины верхней подборы [Родин и др., 1979; Низяев и др., 2006], коэффициент уловистости донного трала для северной креветки принят равным 0,2 [Berenboim et al., 1985]

При исследовании возрастной структуры и темпа роста креветки использовали компьютерную версию метода Бхаттахарья [Bhattacharya, 1967] и программу NORMSEP [Hasselblad, 1966; Tomlinson, 1971], входящие в пакет программ FiSAT II (FAO-ICLARM Fish Stock Assessment Tools) [Gayanillo et al., 1997].

Для описания популяционного роста креветок использовали уравнение Берталанфи [Bertalanffy, 1957]: $L(t) = L_{inf} * [1 - \exp(-K * (t - t_0))]$,

где L_{inf} - асимптотический (максимальный) размер; t_0 - гипотетический возраст при размере L_0 ; K - коэффициент роста.

Для описания размерно-весовой зависимости и расчета величины промыслового запаса использовали уравнение регрессии степенного типа:

$Y = 0,0039 * X^{3,3698}$ ($R^2 = 0,979$), где Y – вес особи (г), X – длина тела (см), R^2 – коэффициент корреляции.

Накопленная информация к настоящему времени (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 использовали конечно-разностную модель с запаздыванием Деризо-Шнютэ [Deriso, 1980; Schnute, 1987].

Фрагментарность данных о размерном составе затрудняет использование когортных методов, однако информации об уловах на промысловое усилие и материалов учетных траловых съемок достаточно для использования конечно-разностной модели с запаздыванием, которая является компромиссом между когортными и продукционными моделями [Schnute, 1987].

В качестве входных данных для модели использовали средний улов на судо-сутки за промысловый сезон и сведения о годовом изъятии на скоплении, полученные из данных промысловой статистики.

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 Бруды в уравнении Форда-Уолфорда

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

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

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 сэмпирования, использовали приведенные величины [Meyer, Millar, 1998]: $P_t = \frac{B_t}{B_V}$, $r_t = \frac{R_t}{B_V}$, $k = \frac{1}{B_V}$.

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

Таким образом, используемая модель включает два уравнения процесса

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

;

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

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, полученные методом площадей, уловы на усилие.

Для представления пространства состояний использовали сигма-точечный фильтр Калмана [Särkkä, 2013; Wan, Van Der Merwe, 2000], параметры модели оптимизировали при помощи генетического алгоритма [Михеев, 2011]. Расчеты выполняли в среде R [R Core Team, 2018].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Северная креветка является наиболее распространенным и массовым видом глубоководных креветок в северо-западной части Японского моря. Нижняя граница батиметрического распределения северной креветки находится в пределах 900 м, промысловые скопления характерны для глубин 200-500 м, облавливается совместно с гребенчатой креветкой. Моновидовые скопления этой креветки характерны для глубин более 400 м.

С начала 1990-х годов, на фоне активного развития креветочного промысла, промысловые запасы глубоководных креветок (северной и гребенчатой) в южной части подзоны Приморье интенсивно сокращались. К концу 1990-х годов промысловый запас северной креветки в южнее м. Золотой оценивался всего в 5-8 тыс. т. С целью сохранения ресурсов, в 2002 г. был введен запрет на промышленный лов северной и гребенчатой креветок в южной части подзоны Приморье. Основанием для возобновления промышленного лова глубоководных креветок в 2007 г. послужило некоторое восстановление их запасов [Кобликов, Корнейчук, 2010]. В период действия запрета объёмы ОДУ этих креветок использовались только при проведении научно-исследовательских работ в ходе мониторинга состояния их запасов.

Во второй половине 2010-х годов, ресурсы глубоководных креветок Японского моря находились на высоком уровне. Промысловый ресурс северной креветки оценивался до 86 тыс. т, а гребенчатой до 20 тыс. т. Некоторый тренд на снижение запасов глубоководных креветок наметился с 2018 г. В последние годы, запасы северной креветки в северо-западной части Японского моря показывают отрицательную динамику, что особенно заметно отразилось на результатах промысла в 2020-2022 гг.

Специализированный промысел северной креветки ловушками не ведется, а её незначительный вылов ловушками осуществляется как прилов при ловушечном промысле гребенчатой креветки.

По данным информационной системы ИС «Рыболовство» в Российской части Японского моря, в 2023 г. специализированный промысел северной креветки вели 15 судов тральщиков (14 средних и 1 маломерное судно), суммарный вылов составил 4,08 тыс. т (84% от ОДУ, табл. 3), из их ловушками всего 0,8 т. Карта–схема района и позиций судов на промысле северной креветки в 2023 г. приведена на рисунке 2.

Таблица 3

Результаты промысла северной креветки в северо-западной части Японского моря в 2023 г. Примечание: ПримЮЧ – п/з Приморье южнее 47°20' с.ш., ПримСЧ - п/з Приморье севернее 47°20' с.ш.

Районы Показатель	Приморье юж. часть	Приморье сев. часть	Приморье	Зап.- Сахалин.	Всего
ОДУ 2023 г.	3 150	1 019	4 169	679	4 848
Вылов, т	2 468	966	3 433	642	4 075
Освоение ОДУ, %	78	95	82	95	84
Показатели	для судов типа 'Средние'				
Судо-сут.	1 070	512	1 582	297	1 879

Районы Показатель	Приморье юж. часть	Приморье сев. часть	Приморье	Зап.- Сахалин.	Всего
Среднее, т/сут.	2,31	1,89	2,17	2,16	2,17
Судов	13	13	13	13	14

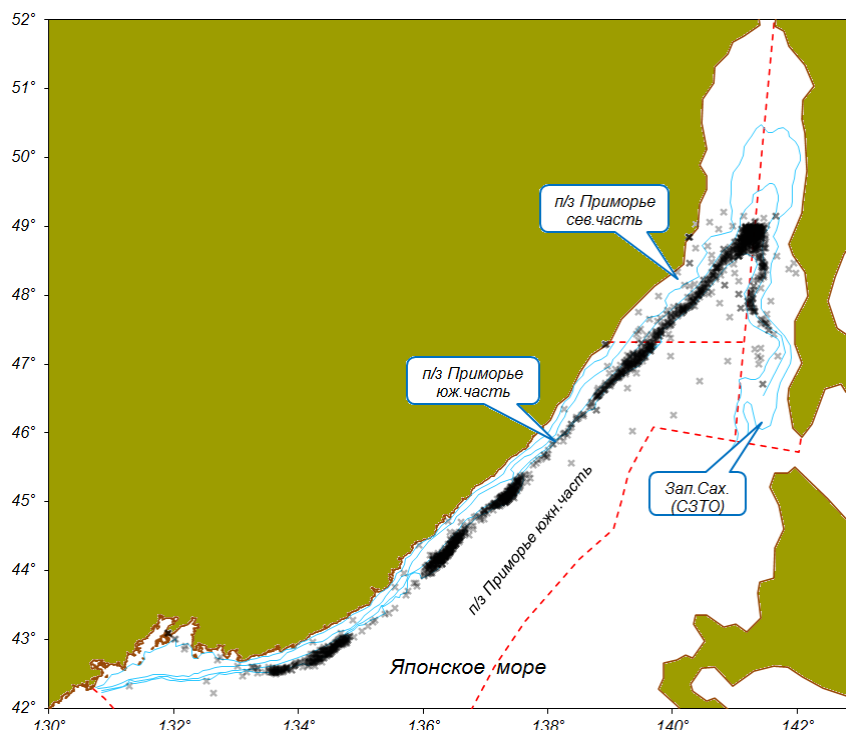


Рис. 2. Карта–схема района и позиций судов на промысле северной креветки в северо-западной части Японского моря в 2023 г. Примечание: крестики отображают судо-сутки на промысле.

В подзоне Приморье траловый промысел северной креветки вели 15 судов (13 средних и 1 маломерное судно), их общий вылов составил 3433 т (82% ОДУ), освоение ОДУ в 2020-2023 гг. снизилось с 97 до 82%, что связано со снижением показателей улова на усилие с 3,1 до 2,2 т/судо-сутки (рис. 3). Динамика ОДУ и вылова в подзоне Приморье приведены в таблице 4.

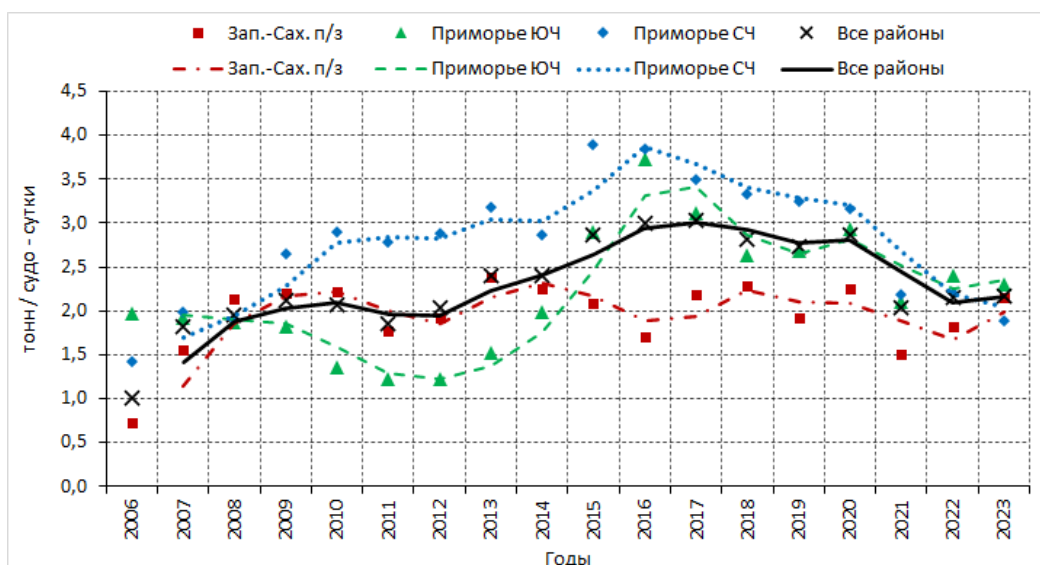


Рис. 3. Динамика уловов на усилие (тралы, т на судо-сутки) северной креветки в северо-

западной части Японского моря. Примечание: Зап.-Сах. п/з - Западно-Сахалинская подзона; Приморье СЧ – часть подзоны Приморье к северу от м. Золотой (47°20' с.ш.); Приморье ЮЧ – часть подзоны Приморье к югу от м. Золотой

Таблица 4

Динамика ОДУ, вылова и уловов на усилие северной креветки в подзоне Приморье

Год	ОДУ, тыс.т	Вылов, тыс.т	Вылов, % ОДУ	т/сс	Южная часть		Северная часть	
					Вылов, тыс.т	т/сс	Вылов, тыс.т	т/сс
2006	2,658	2,476	93,2	1,7	0,662	1,97	1,814	1,42
2007	4,036	3,479	86,2	1,96	1,448	1,92	2,031	1,98
2008	4,003	3,233	80,8	1,89	1,768	1,88	1,465	1,90
2009	3,880	3,135	80,8	2,10	1,837	1,82	1,298	2,65
2010	4,230	3,672	86,8	2,03	1,467	1,35	2,205	2,89
2011	3,850	3,389	88,0	1,88	1,258	1,22	2,131	2,78
2012	3,500	3,377	96,5	2,09	0,955	1,23	2,422	2,88
2013	3,520	3,283	93,3	2,42	0,967	1,53	2,316	3,19
2014	4,400	3,674	83,5	2,48	1,303	1,99	2,371	2,86
2015	5,300	5,000	94,3	3,23	2,982	2,90	2,018	3,90
2016	5,560	5,137	92,4	3,80	1,815	3,73	3,322	3,84
2017	6,930	6,196	89,4	3,33	2,493	3,11	3,703	3,49
2018	5,514	5,053	91,6	3,01	2,074	2,64	2,979	3,33
2019	5,641	5,185	91,9	3,07	1,369	2,68	3,816	3,24
2020	4,744	4,609	97,2	3,11	0,875	2,94	3,734	3,16
2021	4,520	3,724	82,4	2,16	1,481	2,11	2,243	2,19
2022	5,088	4,010	78,8	2,28	1,637	2,41	2,373	2,20
2023	4,169	3,434	82,4	2,17	2,468	2,31	0,966	1,89

Наиболее полные данные, охватывающие все промысловые районы Японского моря, были получены по донным траловым съемкам 2015 г. (запас около 86 тыс. т, 2018 г. (запас около 64 тыс. т), 2022 (запас около 25 тыс. т) и в 2023 г. (запас около 13 тыс. т)

Значительное снижение запасов подтверждают и данные промысла во всех промысловых районах Японского моря.

В подзоне Приморье южнее м. Золотой оценки запаса по северной креветке снизились с 45,3 тыс. т в 2015 г. до 4-6 тыс. т в 2022 г. и 2023 г. (рис. 4), что является одним из наиболее низких значений запаса за период с 2006 г.

По-видимому, на столь значительное и довольно быстрое снижение запасов креветок оказал влияние комплекс факторов – изменение гидрологических условий, рост численности хищников (трески, минтая и др. хищников) и возможно чрезмерная промысловая нагрузка на основные скопления. Предполагаем, что основным фактором стал значительный рост запасов трески и минтая, только в подзоне Приморье их биомассы, по некоторым оценкам, возросли: трески с 11 тыс. т в 2010-х годах до 50-60 тыс. т в последние годы, минтая с 20 до 200-350 тыс. т.

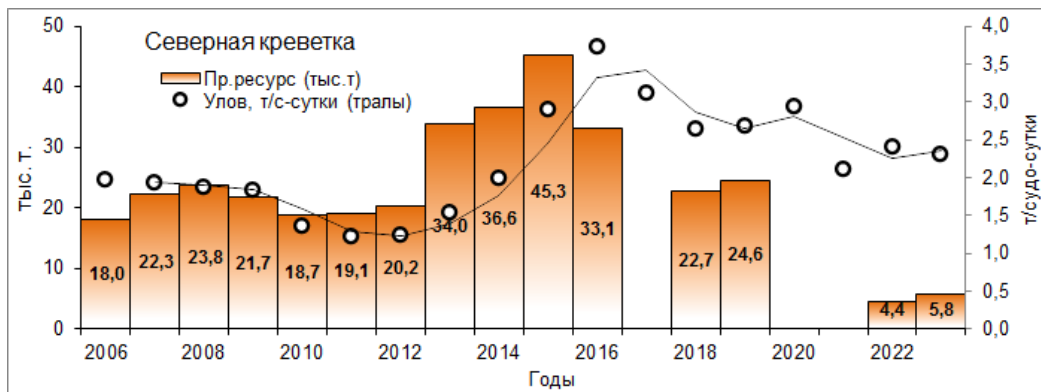


Рис. 4. Динамика промысловой биомассы (тыс.т) северной креветки в подзоне Приморье южнее м. Золотой по данным траловых съемок

В 2023 г. северная креветка была отмечена на 97 (85%) станциях по всему району исследований (рис. 5), на акватории площадью 31 тыс. кв. км, в широком диапазоне глубин (116-600 м). Наиболее плотные концентрации (2-4,55 т/кв. км) этой креветки были сосредоточены южной части п/з Приморье (южнее 44° с.ш.), на свалах глубин 200-400 м (табл. 5). Доля промысловых особей (от 90 мм) в уловах составила 94%. Общая площадь скоплений (более 1 т/кв. км) составила около 1,5 тыс. кв. км.

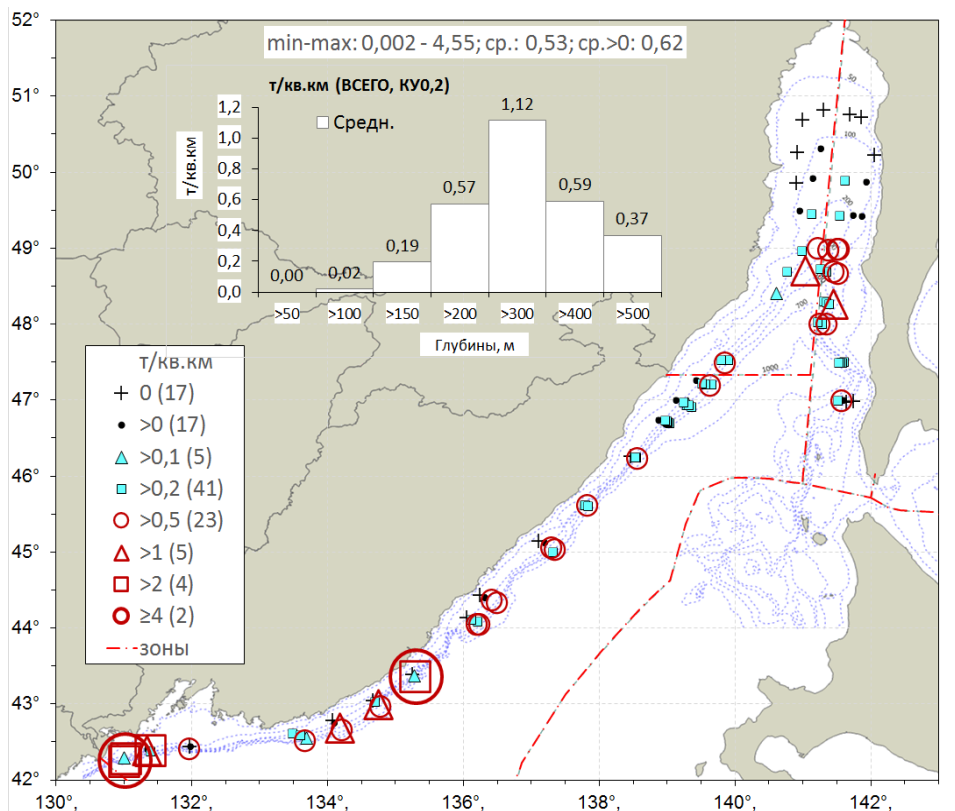


Рис. 5. Пространственное распределение (т/кв. км, КУ=0,2) северной креветки в северо-западной части Японского моря по данным донной траловой съемки на НИС «Дмитрий Песков» в марте-апреле 2023 г. Пунктирной линией обозначены границы подзон и районов

Таблица 5
Батиметрическое распределение (кг/кв.км, КУ=0,2) северной креветки в Подзоне Приморье по данным донной траловой съемки на НИС «Дмитрий Песков» в марте-апреле 2023 г. Примечание: ЧВ - частота встреч

Глуб., м	Стан- ций	Все особи					Промысловые				
		ЧВ, N	ЧВ, %	Средн.	Мин.	Макс.	ЧВ, N	ЧВ, %	Средн.	Мин.	Макс.
Подзона Приморье южнее м. Золотой (пром. от 90 мм, 95%)											
>50	0	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
>100	2	0	0	~	0	0	0	0	~	~	~
>150	14	8	57	53	8	422	8	57	53	8	422
>200	15	15	100	587	25	3668	15	100	578	24	3659
>300	17	17	100	1379	161	4549	17	100	1311	144	4336
>400	12	12	100	696	211	2250	12	100	644	160	2041
>500	6	6	100	365	95	506	6	100	337	92	480
125-592	66	58	88	659	8	4549	58	88	628	8	4336
Подзона Приморье севернее м. Золотой (пром. от 90 мм, 87%)											
>50	4	0	0	~	0	0	0	0	~	~	~
>100	3	3	100	36	2	56	2	67	29	43	45
>150	4	4	100	278	114	422	4	100	247	114	338
>200	2	2	100	487	276	697	2	100	397	237	557
>300	2	2	100	930	527	1332	2	100	818	449	1187
>400	2	2	100	317	279	355	2	100	279	261	297
>500	0	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
76-472	17	13	77	276	2	1332	12	71	239	43	1187

Всего за период исследований в 2023 г. был проведен биологический анализ 8622 особей северной креветки. Существенных отличий в размерной структуре северной креветки из разных промысловых районов не отмечено (рис. б). Размеры креветок по длине тела (ДТ) варьировали в пределах 35-139 мм и 8,1-36 мм по длине карапакса (ДК), средний размер по ДТ составил 98,02 мм (ДК-25 мм). Особи, достигшие промыслового размера (от 90 мм по ДТ и от 22,9 мм по ДК), преобладали по численности (74%) и биомассе (91%). Индивидуальная масса особей варьировала в пределах 0,3-30,1 г, составив в среднем 9,9 г, у промысловых особей 6-31 г, среднее 12,2 г.

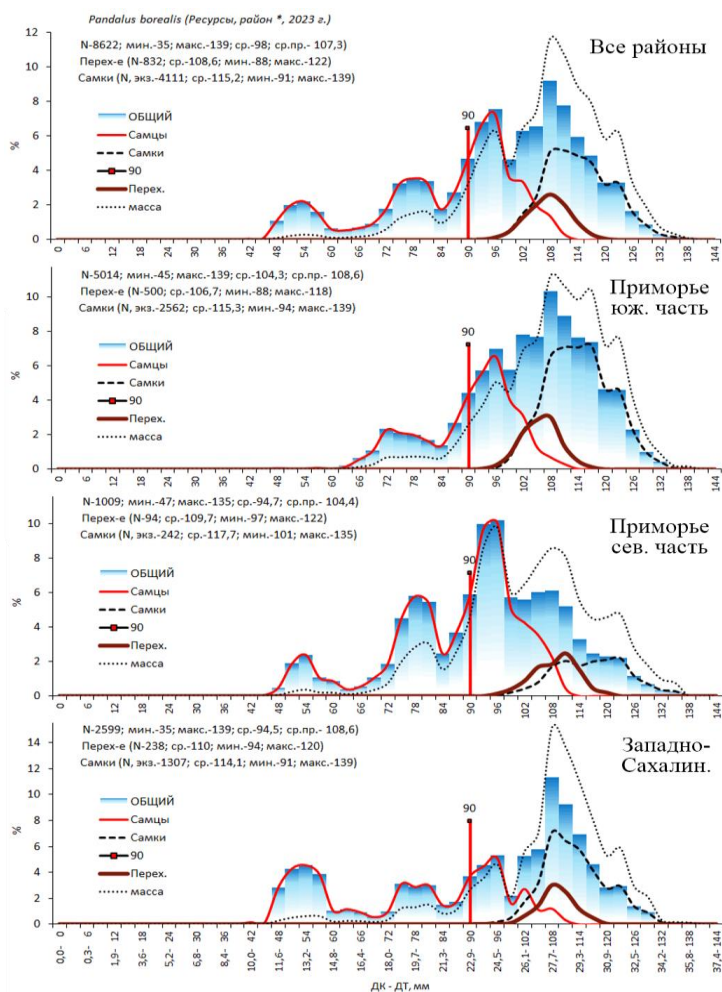


Рис. 6. Размерный состав северной креветки в промысловых районах Японского моря по данным донной траловой съемки на НИС «Дмитрий Песков» в марте-апреле 2023 г.

Определение биологических ориентиров. Несмотря на дефицит информации, определение ОДУ, на основе имеющегося запаса, может быть выполнено в рамках «предосторожного подхода» в упрощенном его варианте [Бабаян, 2000]. Оценка граничных и целевых ориентиров основывается на непосредственных оценках запаса методом прямого учета. В качестве граничного ориентира по биомассе B_{lim} принято одно из наиболее низких значений запаса в период, предшествующий закрытию промысла (1996-2001 гг.) - 8 тыс. т. В качестве целевого ориентира B_{tr} принята величина среднееголетней промысловой биомассы - 23 тыс. т. В качестве буферного ориентира B_{buf} (значение биомассы, при которой реальный запас с высокой долей вероятности не опускается до уровня B_{lim}) приняли 50% величину среднееголетней учетной промысловой биомассы или – 11,5 тыс. т.

На протяжении всего периода исследований северной креветки в подзоне Приморье, применялась 10 % доля допустимого изъятия от промыслового запаса. Многолетнее применение этого коэффициента показало его удовлетворительный характер. Таким образом, в качестве целевого ориентира по промысловой смертности F_{tr} приняли величину равную 0,1. Более низкий уровень эксплуатации, выбранный нами, соответствует целям регулирования рыболовства при существующем дефиците информации.

Обоснование правила регулирования промысла. Схема регулирования промысла северной креветки на основе выбранных ориентиров управления для предосторожного подхода представлена на *рисунке 7*. При снижении запаса северной креветки ниже уровня B_{tr} возможно снижение промысловой смертности до 5% ($F=0,05$) и менее. В случае

падения запаса до уровня B_{lim} (8 тыс. т) и ниже, изъятие возможно только для научно-исследовательских целей на уровне промысловой смертности F_0 не более 0,5% запаса.

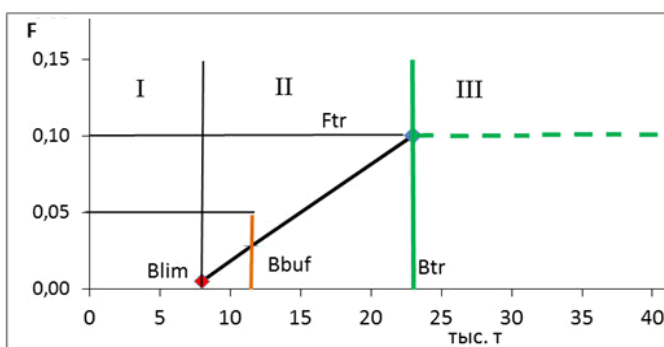


Рис. 7. Графическое представление ПРП для северной креветки в подзоне Приморье южнее м. Золотой в рамках предосторожного подхода. Режимы регулирования: I – режим полного запрета на промысел, II – режим восстановления запаса, III – режим постоянной интенсивности промысла.

Траловый промысел северной креветки в период массовой линьки, запрещен Правилами рыболовства, с 1 апреля по 30 июня.

Прогнозирование состояния запаса. В соответствии с моделью оценки и прогноза запаса популяции (рис. 8), оценка запаса северной креветки в южной части подзоны Приморье в 2023 г. находится в 95% доверительном интервале 19,43-32,49 тыс. т, в среднем – 25,96 тыс. т. Ожидаемый в 2025 году запас северной креветки в южной части подзоны Приморье находится в 95% доверительном интервале 11,89-38,67 тыс. т, в среднем – 25,28 тыс. т.

Согласно ПРП для запаса северной креветки подзоны Приморья южнее м. Золотой ее изъятие в 2025 году может составить 2,53 тыс. т, что на 12 % меньше изъятия в 2024 г. (2,88 тыс. т).

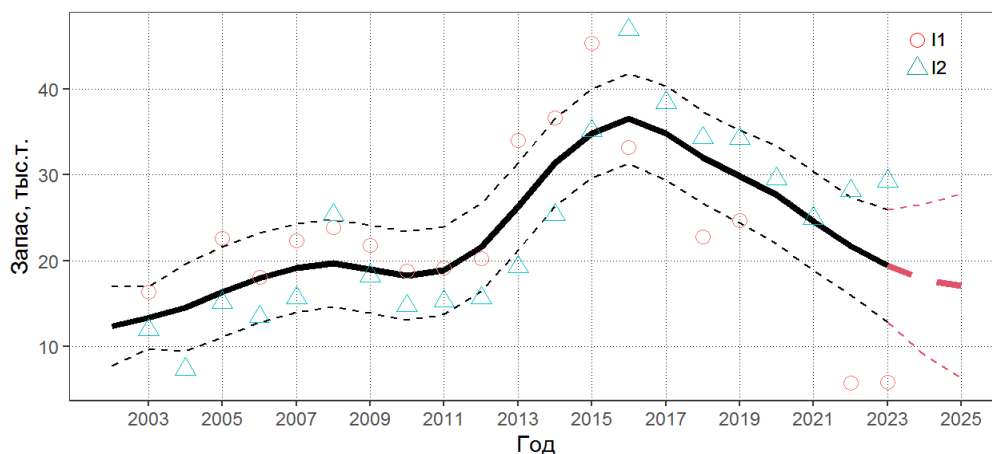


Рис. 8. Динамика биомассы промыслового запаса северной креветки в подзоне Приморье южнее м. Золотой. Примечание: индекс I1 -- учетные съемки, индекс I2 -- данные промысловой статистики

Участок к северу от м. Золотой (47°20 с.ш.) и Западно-Сахалинская подзона

Анализ доступного информационного обеспечения. Для подготовки прогноза ОДУ по северной креветке Татарского пролива были использованы данные, полученные в ходе комплексных траловых съемок на НИС «Дмитрий Песков», «Профессор Пробатов», РК МРТ «Бухоро» и НИС «Владимир Сафонов» в 1981, 1983, 1993, 1995–1996 гг., 1998, 2001–2017 гг., 2018 г. (163 станции), 2020 г. (197 станций) и 2022 г. (128 станций) (рис. 1),

а также данные, собранные в ходе промышленного лова северной креветки (в 2023 г. выполнено – 43 траловых станций, промерено 3765 экз. северной креветки) и анализ промысловой статистики из базы ОСМ «Росрыболовства».

В целом, информационную обеспеченность прогноза можно признать достаточной. По характеру имеющейся первичной информации прогноз ОДУ для северной креветки Татарского пролива можно отнести к I уровню информационной обеспеченности.

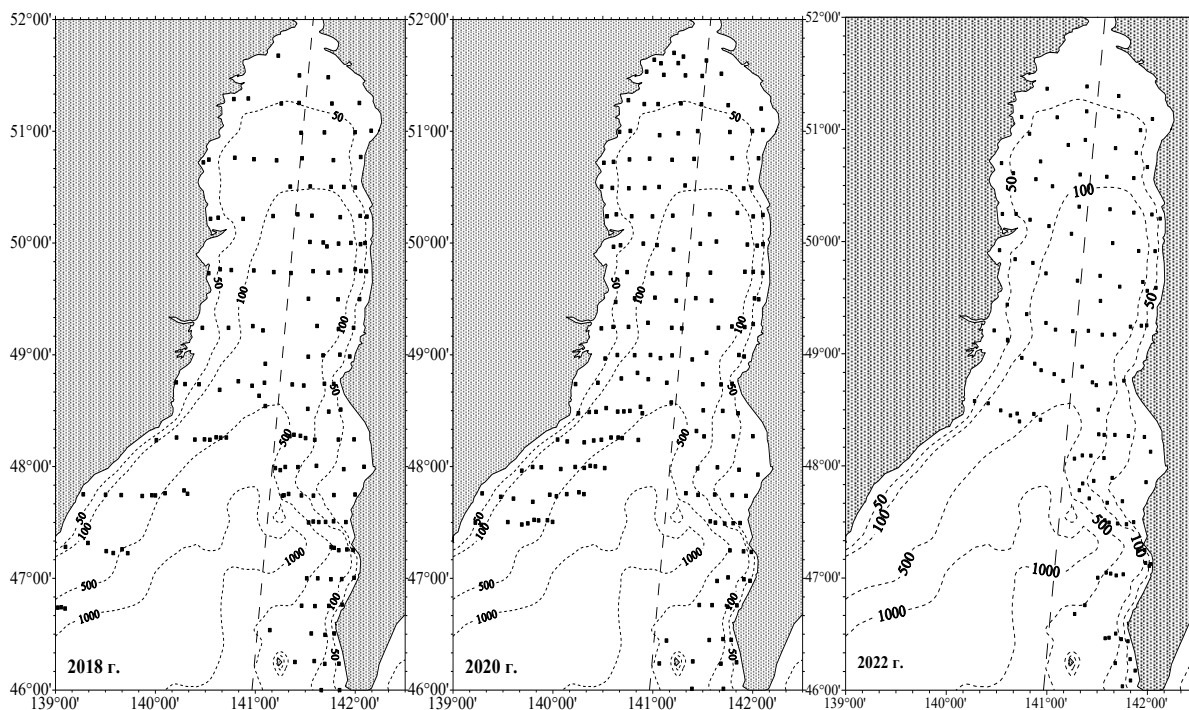


Рис. 1. Карта-схема учетных тралений НИС в Татарском проливе в 2018, 2020 и 2022 гг.

Обоснование метода выбора оценки запаса. Проведение учетных траловых съемок позволяет оценить численность и биомассу запаса северной креветки Татарского пролива. По данным траловых съемок, с помощью метода геостатистической интерполяции (Kriging) [Keckler, 1994; Wackernagel, 1995] был рассчитан запас традиционным методом страт (с выделением зон равновеликих уловов) [Аксютина, 1968], коэффициент уловистости трала – 0,2 [Berenboim et al., 1985].

Анализ возрастного состава по годам выполнен с помощью вероятностной бумаги по методу Хардинга [Harding, 1949; Cassie, 1954] и с помощью метода отклонений [Sund, 1930; Skuladottir, 1979].

Имеющиеся многолетние данные по величине биомассы, объему годового промышленного вылова, возрастному составу и рассчитанным коэффициентам естественной и промысловой смертности по возрастам позволяют производить оценку запасов с помощью когортных моделей (методом виртуально-популяционного анализа, когортный анализ Поупа [Pore, 1972]). По результатам исследований были определены промысловые ориентиры для формирования ПРП на основе «принципа предосторожности» [Бабаян, 2000].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. До середины 1990-х гг. северная креветка слабо интересовала добывающую промышленность. Промысел в Татарском проливе велся только ловушками и был ориентирован на гребенчатую креветку. Сокращение численности последней явилось стимулом для развития тралового промысла северной креветки. С 2000-х гг. ее изъятие ведется, главным образом, специализированными креветочными тралами, оснащенными современным оборудованием для контроля за ходом траления, что позволяет достигать вылова до 100 и более т в месяц на судно класса СТМ. С 2000-х гг. отмечается быстрый рост количества

судов, задействованных на промысле северной креветки в Татарском проливе (до 28 единиц в 2007 г.). Затем их число стало снижаться, и в последние годы добычу северной креветки в проливе обычно ведут 10–12 траловых судов.

Несмотря на активный промысел северной креветки в Татарском проливе, с 2010 г. уловы на усилие держались на относительно стабильном уровне и на судах класса СТМ составляли в среднем около 250 кг на 1 час траления (табл. 1). Максимальные суточные выловы северной креветки в Татарском проливе на одно судно достигали 8–17 т.

Таблица 1

Динамика ОДУ, вылова и среднегодового улова на усилие креветки северной в Татарском проливе

Годы	Западно-Сахалинская подзона			Подзона Приморье севернее м. Золотой			Всего		
	ОДУ, т	Вылов, т	Улов на усилие, кг/час	ОДУ, т	Вылов, т	Улов на усилие, кг/час	ОДУ, т	Вылов, т	Улов на усилие, кг/час
2007	1889	1605	180	2834	1587	213	4723	3192	210
2008	1460	1241	196	2200	1236	216	3660	2477	199
2009	1450	884	195	1850	1496	195	3300	2380	195
2010	1400	1291	250	1850	1833	231	3250	3124	241
2011	1350	1229	249	1850	1285	245	3200	2514	249
2012	1400	1576	249	1800	2136	242	3200	3712	246
2013	1400	1376	300	1800	1779	263	3200	3155	277
2014	1500	1373	240	1800	2321	268	3300	3694	253
2015	1500	1489	320	1900	2009	253	3400	3498	290
2016	1500	1416	260	1900	2330	215	3400	3746	250
2017	1600	1179	229	2400	3559	292	4000	4738	261
2018	1600	1449	179	2204	3203	270	3804	4652	233
2019	1431	1304	251	2101	3979	187	3532	5283	220
2020	1428	1311	262	2055	3791	215	3483	5102	232
2021	1300	676	149	1871	2354	175	3171	3030	169
2022	1246	1163	144	1868	2508	135	3114	3671	139
2023	679	655	158	1019	982	145	1698	1637	150

В 2018 и 2019 гг. отмечается постепенное снижение промысловых показателей. Так, в 2018 г. в целом по Татарскому проливу средний улов составил 233, а в 2019 г. – 220 кг/час траления. 2020 г. характеризовался стабильно высокими промысловыми показателями, средний промысловый улов на усилие в Западно-Сахалинской подзоне составил 262 кг/час траления, в подзоне Приморье на участке севернее м. Золотой – 215 кг/час траления.

В предыдущие годы оптимальная эксплуатация позволила поддерживать запас северной креветки Татарского пролива на стабильном уровне. Величина ОДУ северной креветки в данном районе составляла 3–4 тыс. т, что являлось оптимумом для текущего уровня запаса. Ежегодное освоение выделенных лимитов в Западно-Сахалинской подзоне варьировалось в пределах 61–113%, в подзоне Приморье на участке севернее м. Золотой – 56–189%.

Переосвоение ОДУ северной креветки в подзоне Приморье севернее м. Золотой наблюдается с 2012 г. и в последние годы оно резко возросло, превысив в 2017 и 2018 гг. рекомендованный уровень в 1,5 раза, а в 2019 г. почти в два раза. В 2020 г. подобная тенденция к переосвоению в подзоне Приморье севернее м. Золотой сохранилась, величина освоения ОДУ северной креветки на участке Приморье севернее м. Золотой составила 192%.

В 2021 г. вылов северной креветки в подзоне Приморье севернее м. Золотой составил 2 354 т, освоение – 126%. При этом в районе южнее 47°20' с. ш., при сильном росте в последние годы величин запаса и ОДУ северной креветки, напротив, наблюдалось значительное недоосвоение ресурса. Такое перераспределение в изъятии ресурса является следствием несоблюдения рекомендаций к вылову креветки в районах подзоны Приморье севернее и южнее 47°20' с. ш., соответствующих объемам их объективно обособленных запасов. Промысловая обстановка в Западно-Сахалинской подзоне характеризовалась низкими показателями. Уловы на усилие были на крайне низком уровне и составляли 149 кг/час траления. Годовой вылов составил 676 т, или 52% от годового ОДУ.

Как и в предыдущем году в 2022 г. отмечалось переосвоение рекомендуемых объемов ОДУ в подзоне Приморье на участке севернее м. Золотой. Годовой вылов северной креветки на данном участке составил 2508 тонн, что составляет 134% от рекомендованного. В Западно-Сахалинской подзоне на вылов составил 1163 т, что составляет 93% от годового ОДУ. Промысел 2022 г. так же характеризовался не высокими промысловыми показателями. Уловы на усилие в подзоне Приморье севернее м. Золотой составили 135 кг/час траления, в Западно-Сахалинской подзоне 144 кг/траление. Среднесуточный вылов на одно судно составил в подзоне Приморье севернее м. Золотой – 2,4 т, в Западно-Сахалинской подзоне – 1,9 т.

В 2023 г. Приказом Министерства сельского хозяйства РФ от 30.09.2020 г. №648 ОДУ северной креветки подзоны Приморья были закреплены для участков южнее м. Золотой (3,15 тыс. т) и севернее м. Золотой (1,019 тыс. т), что позволило снизить нагрузку на северный участок подзоны. Промысел северной креветки в Татарском проливе в текущем году был достаточно успешным, годовой вылов в Западно-Сахалинской подзоне составил 97% от годового ОДУ (вылов=655 т), в подзоне Приморья севернее м. Золотой – 96% (982 т). Промысловые показатели были выше предыдущего года, уловы на усилие в подзоне Приморье севернее м. Золотой составили 145 кг/час траления, в Западно-Сахалинской подзоне 158 кг/траление.

По многолетним данным, северная креветка в Татарском проливе встречается от 46°50' до 50°30' с. ш., на глубинах от 100 до 783 м. Основные промысловые скопления этого вида приурочены к свалам глубин 200–600 м.

По данным учетной съемки 2015 г., текущий промысловый запас северной креветки составил в подзоне Приморье севернее м. Золотой 24 300 т, в Западно-Сахалинской подзоне – 16 400 т, в целом по Татарскому проливу – 40 700 т. В 2016 г. исследования проводились только в акватории Приморской подзоны, промысловый запас северной креветки составил 22 550 т. В 2017 г. съемка была в водах Западно-Сахалинской подзоны, промысловый запас северной креветки составил 5 844 т. Донная траловая съемка 2018 г. охватила всю акваторию Татарского пролива, промысловая биомасса северной креветки по всему району составила 40 939 т: на участке подзоны Приморье севернее м. Золотой – 24 262 т, в Западно-Сахалинской подзоне – 16 677 т. По результатам научной съемки, выполненной в 2020 г., промысловая биомасса северной креветки в целом по Татарскому проливу составила 44 821 т. Съемка 2022 г. подтвердила снижение численности северной креветки в Татарском проливе более чем в два раза по сравнению с 2020 г. Биомасса промысловой части популяции северной креветки Татарского пролива составила 18 793 т (рис. 2).

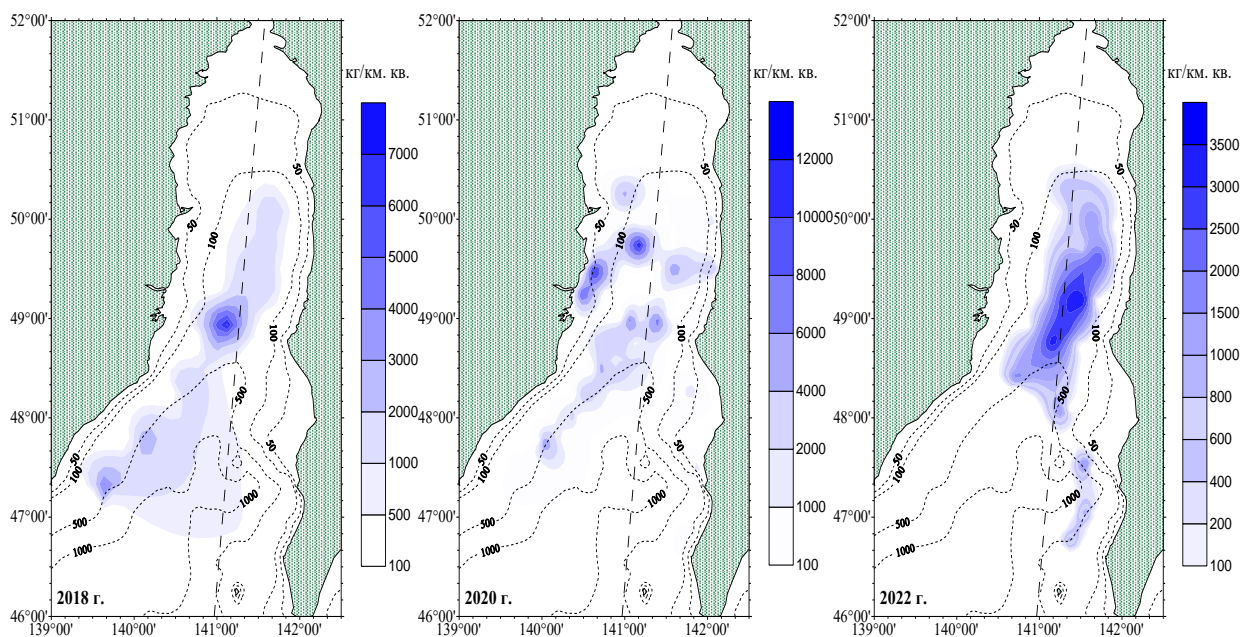


Рис. 2. Пространственное распределение креветки северной в Татарском проливе в 2018, 2020 и 2022 гг.

За последнее десятилетие средний размер северной креветки в Татарском проливе варьировался в пределах 97–120,7 мм. Размерный состав северной креветки в Татарском проливе обычно был полимодален. Это хорошо прослеживалось в 2012–2014 гг. В 2015 г. в нем заметно выделялись две возрастные когорты: в правой части размерной диаграммы (рис. 3) – урожайное поколение, представленное особями с модой 100–105 мм, и левее – очередное урожайное поколение, вступившее в промысел, размером 90–95 мм. Можно отметить еще и наметившееся поколение, сейчас представленное ювенильными особями размером 55–60 мм. В 2016 г. ранее отмеченные поколения приняли значение 105–115 мм и 80–95 мм, их доля в улове составляла 57,5 и 12,6% соответственно. В промысловых уловах в 2017 г. отмечались особи от 44 до 149 мм, со средним размером 109,7 мм. В отличие от 2016 года, в уловах в чуть большей мере проявились младше возрастные группы с размерами 75–80 мм (7,1%). Основу уловов составляли промысловые самки длиной 110–120 мм (49,9%).

В 2018 г. средний промысловый размер особей в уловах составил 110,2 мм, основу уловов составляли особи длиной 110–120 мм (66,3%). В 2019 г. основу уловов составляли самки длиной 110–120 мм (47,3%), также значительную долю составляли особи длиной 80–95 мм (22,3%), средний промысловый размер особей составил 107,9 мм. В 2020 г. в уловах доминировали промысловые особи, средний размер особей составил 112,2 мм. Основу составляли самки длиной 110–120 мм (60,9%), а также пополнение в размерном классе 85–100 мм (15,6%).

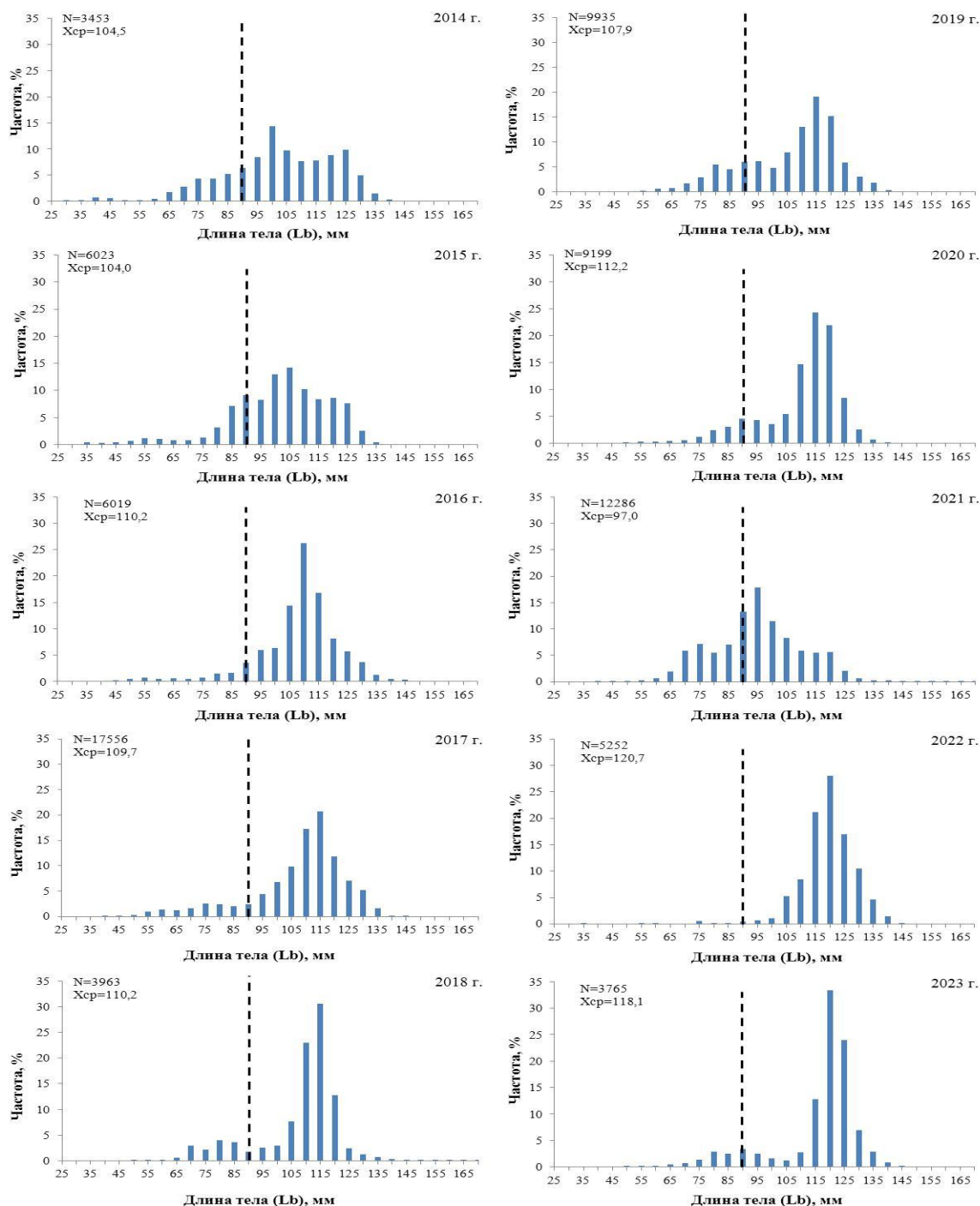


Рис. 3. Частотное распределение промысловой длины тела (Lb) креветки северной в Татарском проливе с 2014 по 2023 г. (по данным из промысловых уловов)

В 2021 г. размерный состав северной креветки Татарского пролива вследствие элиминации старших возрастных групп претерпел значительные изменения. Ранее отмечавшаяся мода в 110–120 мм перестала доминировать в уловах. Основу уловов стали составлять особи длиной 90–105 мм (50,9%), также отмечалось пополнение креветок с размерами 70–85 мм (25,4%).

Материалы, собранные на промысле в 2022 г. показали, что ранее отмечаемая мода (в 2021 г.) сместилась на 115–130 мм (76,6%), при этом отмечалась крайне низкая величина пополнения (1,1%) и почти полное отсутствие промысловых особей в размерном классе 90–105 мм (7,5%).

Анализ промысловых уловов в 2023 г. показал изменения биологических параметров популяции, свидетельствующие о положительной динамике, так доля

непромысловых особей увеличилась по сравнению с прошлым годом и составила 8%. В уловах доминировали самки в размерном классе 120-125 мм (57,4%), а так же пополнение в размерном классе 75-95 мм (11%).

В уловах северной креветки обычно преобладают особи в возрасте 3–5 лет. В 2015 и 2016 гг. в уловах преобладали 4-летние особи, их доля в общем улове составляла 41,5 и 45,7%. Доля 3-леток, часть из которых в текущем году впервые вступили в промысел, составила 29,7 и 27,8%. Средний возраст популяции составил 3,9 лет (табл. 2).

Таблица 2

Возрастной состав креветки северной (%) в Татарском проливе (по данным 2014–2023 гг.)

Возраст, лет	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	Средний возраст, лет
2014	1,3	12,4	32,4	24,7	26,3	2,9	0,0	0,0	3,7
2015	0,1	5,1	29,7	41,5	14,9	8,6	0,0	0,0	3,9
2016	0,4	4,5	27,8	45,7	14,0	6,9	0,6	0,1	3,9
2017	0,4	2,4	8,8	56,7	26,2	5,1	0,4	0,0	4,0
2018	0,4	9,5	10,8	73,9	3,6	1,0	0,5	0,3	3,8
2019	0,2	7,8	16,1	66,5	7,8	1,5	0,1	0,0	3,8
2020	0,8	4,6	15,1	49,6	20,7	8,6	0,5	0,1	4,0
2021	1,8	16,4	43,6	24,4	11,0	1,4	1,1	0,4	3,4
2022	0,1	0,7	0,7	57,5	33,5	6,3	1,2	0,0	4,5
2023	0,1	1,4	6,5	9,0	70,0	12,2	0,8	0,0	4,9
Среднее	0,6	6,5	19,9	47,5	17,9	6,1	1,6	0,1	4,0

В 2017 г. в уловах преобладали 4-летние особи (56,7%) и старше. В 2018 г. основу уловов так же составляли особи в возрасте 4 лет (73,9%). В 2019 г. в уловах преобладали 4-летки (66,5%), при этом, по сравнению с прежним годом, незначительно увеличилась доля особей в возрасте 5 лет и старше (9,4%). В 2020 г. основу уловов так же составляли 4-летки (49,7%), доля особей старше 5 лет увеличилась и составила (30%). В 2021 г. основу уловов составляли особи в возрасте 3 лет (43,6%), доля ранее доминирующих 4-леток снизилась и составила (24,4%), при этом значительно увеличилась доля в возрасте 2 лет (16,4%). В 2022 г. в уловах доминировали особи 4-х (57,5%) и 5-ти (33,5%) лет. В 2023 г. в уловах преобладали 5-ти летние особи (70%), средний возраст популяции составил 4,9 лет.

Анализ биопромысловой информации свидетельствует о стабилизации запаса, а принятые меры по сохранению запаса позволят в ближайшие годы восстановить численность северной креветки в Татарском проливе.

Определение биологических ориентиров. Для расчета целевых и граничных ориентиров управления запасом северной креветки в Татарском проливе была построена равновесная продукционная кривая. Граничным ориентиром по биомассе B_{lim} служила величина, равная 20% от величины биомассы, соответствующей промысловой емкости среды северной креветки Татарского пролива $K*20\%=58283*20\%=11657$ т, где K – промысловая емкость среды.

Буферный ориентир по биомассе $B_{buf}=1,2*B_{lim}=13988$ т. Граничный ориентир по интенсивности промысла F_0 определялся исходя из объемов изъятия, необходимых для проведения НИР. В качестве целевого ориентира по интенсивности промысла F_{tr} выбрали математическое ожидание оценки максимального устойчивого вылова (MSY/B_{MSY})=0,13, где MSY – максимально устойчивый вылов, B_{MSY} – биомасса запаса, соответствующая максимальному устойчивому вылову.

MSY оценивали по формуле $MSY=r*K/4=0,26*58283/4=3788,4$ т, где K – промысловая емкость среды, r – коэффициент мгновенного популяционного роста.

В качестве целевого ориентира по биомассе выбирали математическое ожидание биомассы, соответствующей $B_{tr}(B_{MSY})=K/2=58283/2=29142$ т.

Граничный целевой ориентир по интенсивности промысла F_{lim} определен как =

F_{tr} *порог превышения $MSY = 0,13 * 2 = 0,26$.

Обоснование правил регулирования промысла. Для осуществления оптимальной эксплуатации запаса, основываясь на принципах «предосторожного подхода», применялись следующие режимы регулирования промысла запаса северной креветки Татарского пролива:

I – режим научного лова $0 < B_i \leq B_{lim}$. Если прогнозируемая величина запаса меньше или равна B_{lim} , то изъятие возможно только с целью проведения НИР. Величина рекомендуемого изъятия F_i постоянна и соответствует величине изъятия, необходимого для НИР $F_i = F_0 = const$.

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

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

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

Коэффициент эксплуатации выражается, как $U = 1 - e^{-F}$. Графическое изображение ПРП представлено на *рисунке 4*.

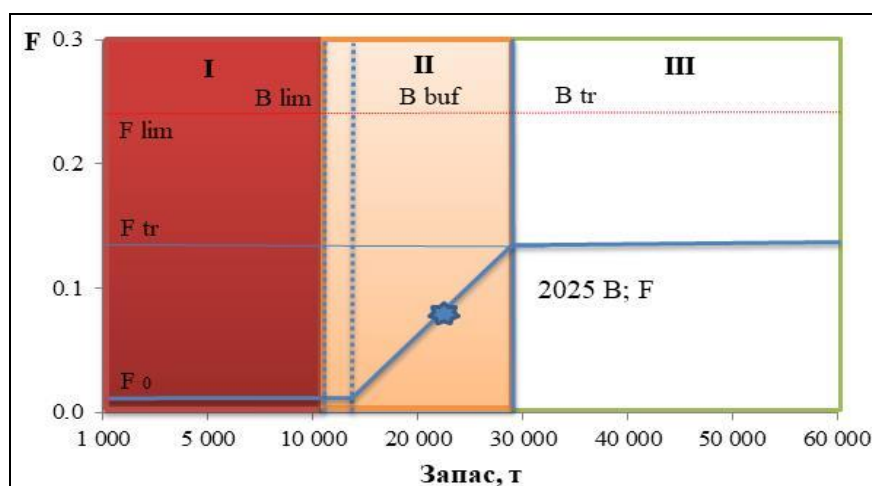


Рис. 4. Графическое представление ПРП для запаса креветки северной Татарского пролива в 2025 г.

Прогнозирование состояние запаса. Задача определения промыслового запаса и пополнения была решена следующим образом. Прежде всего, был проведен анализ возрастного состава по годам двумя методами: с помощью вероятностной бумаги по методу Хардинга [Harding, 1949; Cassie, 1954] и с помощью метода отклонений [Sund, 1930; Skuladottir, 1979].

Используя данные по возрастному составу и вылову, полученные во время промысла в 2023 г., и имеющийся массив данных за рассматриваемый период лет, методом виртуально-популяционного анализа (когортный анализ Поупа [Pope, 1972]) определили значения численности и биомассы остатка на 2023 г. и коэффициенты мгновенной промысловой смертности (*табл. 3*).

Таблица 3
Мгновенные коэффициенты промысловой смертности северной креветки в Татарском проливе

Год/возраст	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
1+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,01
2+	0,01	0,12	0,07	0,03	0,10	0,01	0,01
3+	0,11	0,04	0,14	0,09	0,10	0,09	0,03

4+	0,20	0,16	0,59	0,40	0,08	0,17	0,08
5+	0,37	0,30	0,44	0,22	0,19	0,18	0,16
6+	0,30	0,40	0,40	0,40	0,08	0,38	0,37
7+	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Среднее	0,20	0,20	0,23	0,22	0,14	0,18	0,15

Промысловый запас северной креветки представлен особями в возрасте трех лет и старше. Численность трехлеток для 2025 года, рассчитанная по формуле Баранова [1918] $N_i = N_{i-1} * S_{i-1}$, где N_i – численность поколения в возрасте i (млн экз.), N_{i-1} – численность поколения в возрасте $i-1$, S_{i-1} – выживаемость поколения в возрасте $i-1$. Затем, на основании материалов по выживаемости поколений была получена величина возможного вылова креветки по возрастам. После чего, по численности запаса и среднему весу особи поколений была рассчитана биомасса каждого поколения в уловах креветок. Результаты расчетов представлены в *таблице 4*.

Таблица 4

Расчет прогноза промыслового запаса креветки северной Татарского пролива

Возраст	N 2024	B 2024	N 2025	B 2025	U	C	Y
	млн экз.	тыс. т	млн экз.	тыс. т	%	млн экз.	тыс. т
3	154,2	1,234	83,5	0,668	9	7,5	0,060
4	493,3	8,140	789,5	13,027	9	71,1	1,172
5	20,0	0,499	242,5	6,061	9	21,8	0,546
6	352,4	9,690	49,6	1,363	9	4,5	0,123
7+	45,1	1,533	46,4	1,577	9	4,2	0,142
Общее	1064,9	21,095	1211,4	22,697	9	109,0	2,043

Прогнозируемая численность промыслового запаса северной креветки Татарского пролива на 2025 г. составит 1211,4 млн. экземпляров, биомасса – 22,697 тыс. тонн.

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Запас северной креветки в Татарском проливе является единой популяцией, поэтому дается общий по проливу прогноз ОДУ на 2025 г. с разбивкой на промысловые зоны.

Поскольку прогнозируемая величина запаса северной креветки Татарского пролива на 2025 год больше значения V_{lim} , но меньше V_{cr} , необходимо в рамках «предосторожного подхода» вести промысел в режиме восстановления запаса.

Величина промыслового запаса северной креветки в Татарском проливе на 2025 г. прогнозируется на уровне 22697 т. В соответствии с разработанными правилами регулирования промысла, для данного уровня состояния запаса рекомендуемый уровень промыслового изъятия в 2025 г. составит 9% (2043 т).

Указанная величина должна быть разделена между подзонами с учетом особенностей распределения промысловых скоплений северной креветки и сложившегося характера промысла в Татарском проливе, где по данным промысловой статистики были определены районы промысла креветки для каждой из подзон. По результатам последней учетной траловой съемки 2022 г. охватившей весь район распределения северной креветки в Татарском проливе, процентное соотношение промысловой биомассы северной креветки в проливе составило: 40% в Западно-Сахалинской подзоне и 60% в подзоне Приморье на участке севернее м. Золотой (*рис. 5*).

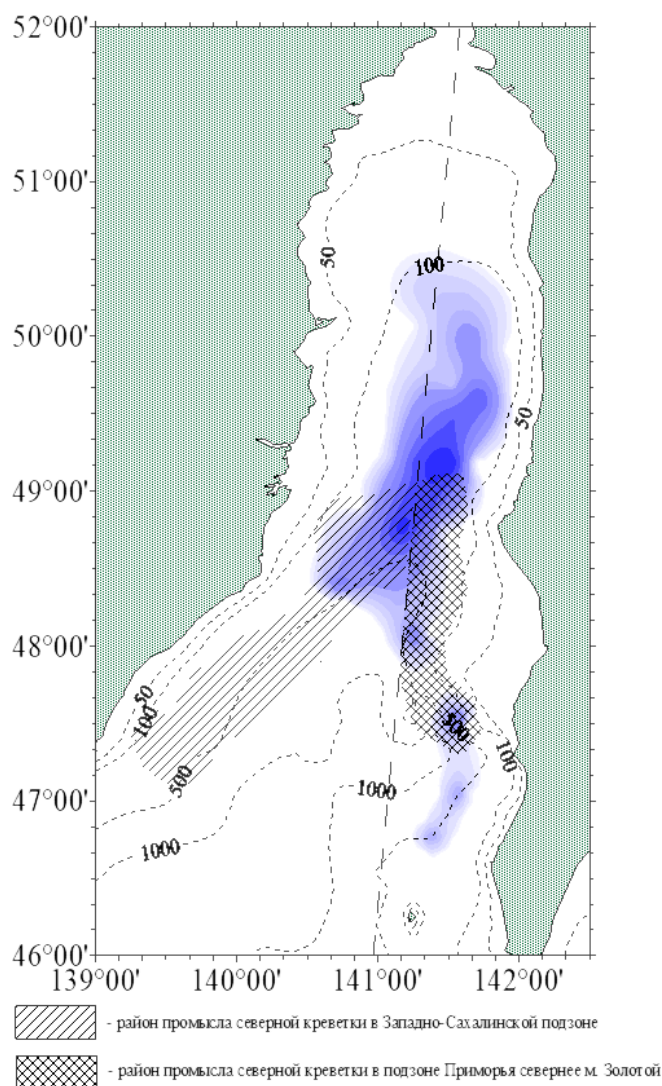


Рис. 5. Пространственное распределение и соотношение запасов креветки северной по подзонам в Татарском проливе, по результатам учетной траловой съемки 2022 г., и районы промысла креветки, выделенные по данным промысловой статистики

Исходя из соотношения запасов креветки северной по подзонам в Татарском проливе, в подзоне Приморье на участке севернее м. Золотой рекомендуемый объем изъятия северной креветки в 2025 г. определен в 1,226 тыс. т.

Таким образом, с учетом ожидаемых величин запаса в районах подзоны Приморье к югу и северу от м. Золотой, согласно ПРП и уровню промыслового изъятия, рекомендуется установить **ОДУ северной креветки в подзоне Приморье на 2025 г. в объёме 3,756 тыс. т**, в том числе – 2,53 тыс. т южнее м. Золотой и 1,226 тыс. т – севернее м. Золотой.

Список литературы

- Аксютин А. М.* Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях 1968. М.: Пищевая промышленность. 287 с
- Бабаян В.К.* 2000. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ): Анализ и рекомендации по применению. М., Изд-во ВНИРО. -192 с.
- Баканев С. В.* Стандартизация производительности промысла камчатского краба в российских водах Баренцева моря в 2010–2018 гг. с помощью обобщенной линейной модели // Вопросы рыболовства. 2019. Т. 20. № 3. С. 363–373.
- Буяновский А. И.* Использование промысловой статистики для оценки динамики

- запаса краба-стригуна Бэрда // Вопросы рыболовства. 2019. Т. 20. № 4. С. 497–512.
- Кобликов В.Н., Корнейчук И.А.* Состояние ресурсов и промысел глубоководных креветок в южной части подзоны Приморье // Рыбное хозяйство. - 2010. - № 6. - С. 73-76.
- Кулик В. В., Варкентин А. И., Ильин О. И.* Стандартизация уловов на усилии минтая в северной части Охотского моря с учетом некоторых факторов среды // Известия ТИНРО. 2020. Т. 200. № 4. С. 819–836.
- 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.
- Пырков В. Н., Солодилов А. В., Дегай А. Ю.* Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. М.: Институт космических исследований, 2015. С. 251–262.
- Черниенко И. С.* Стандартизация производительности промысла краба-стригуна опилию западной части Берингова моря с использованием аддитивных линейных моделей // Известия ТИНРО. 2021. Т. 201. № 2. С. 359–370.
- Berenboim B.I., Lysy A.Yu., Salmov V.Z., Tretyak V. L.* Soviet investigations of the deepsea shrimp *Pandalus borealis* in the Barents Sea in April-May 1985 // ICES CM., 1985. - Doc. No. 1985/K:4. - 18 p.
- Burnham K. P., Anderson D. R.* Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. New York, NY: Springer, 2002. 2. ed., 488 p.
- Cassie R.M.* Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions // J. Austral. mar. and freshwater biol. – 1954. – Vol. 5, № 3. – P. 513–524.
- Deriso R. B.* Harvesting Strategies and Parameter Estimation for an Age-Structured Model // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1980. V. 37. P. 268–282.
- Harding J.P.* The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions // J. mar. Biol. Ass. U.K. – 1949. – № 28. – P. 141–153.
- Jorgensen B.* The Theory of Dispersion Models. London; New York: Chapman and Hall/CRC, 1997. 1st edition. 256 p.
- Keckler, D.* SURFER for Windows user’s guide. Golden Software Inc., Golden, CO. 1994.
- Meyer R., Millar R.B.* Bayesian Stock Assessment using a State-Space Implementation of the Delay Difference Model // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1998. V. 56. P. 37–52.
- Müller A. C., Guido S.* Introduction to machine learning with Python: a guide for data scientists. Sebastopol, CA: O’Reilly Media, Inc, 2016. 376 p.
- Pope J. G.* An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis // Res. Bull. 1972. V. 9. P. 65–74.
- Särkkä S.* Bayesian filtering and smoothing. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2013. 232 p.
- Schnute J. T.* A General Fishery Model for a Size-Structured Fish Population // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1987. V. 44. № 1980. P. 924–940.
- Skuladottir U.* The deviation method: a simple method for detecting year-classes of a population of *Pandalus borealis* from length distributions // Proc. of the Internat. Pandalid Shrimp Symp 1979. – Kodiak, Alaska, Sea Grant Report, 1981. – Vol 81, № 3. – P. 283-307.
- Sund O.* The renewal of fish population studied by means of measurement of commercial catches // Papp. P. –v. Reun. Cons. int. Explor. Mer. – 1930. – Vol. 65. P. 10–17.
- Wan E. A., Van Der Merwe R.* The unscented Kalman filter for nonlinear estimation // Proceedings of the IEEE 2000 Adaptive Systems for Signal Processing, Communications, and Control Symposium. Lake Louise: IEEE, 2000. P. 153–158.
- Warckernagel, H.* Multivariate Geostatistics., Springer, Berlin, 1995. pp. 256.
- Wood S. N.* Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation

of semiparametric generalized linear models: Estimation of Semiparametric Generalized Linear Models // Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology). 2011. V. 73. № 1. P. 3–36.

Wood S. N. Stable and Efficient Multiple Smoothing Parameter Estimation for Generalized Additive Models // Journal of the American Statistical Association. 2004. V. 99. № 467. P. 673–686.

Wood S. N. Thin plate regression splines // Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology). 2003. V. 65. № 1. P. 95–114.

Креветка травяная - *Pandalus latirostris*

61.06 - зона Японское море

61.06.1 - подзона Приморье

Исполнители: Е.Э. Борисовец, Е.Н. Дробязин («ТИНРО»), И.В. Заньков («ХабаровскНИРО»)

Участок южнее мыса Золотой

Анализ доступного информационного обеспечения. Информация о состоянии ресурсов креветки травяной (*Pandalus latirostris* Rathbun, 1902) приводится по результатам исследований, проведенных в 2005-2008 гг. В 2011-2013 гг. исследования проводились в бух. Рында (о. Русский), в 2014-2020 г. – в районе о. Рейнеке. В 2021-2023 гг. исследования на участке южнее мыса Золотой не проводились. Орудие лова – креветочные ловушки. Размеры ловушек: диаметр основания – 60 см, высота – 45 см, ячея – 10-14 мм. Ловушки объединялись в порядки по 10-25 штук. Расстояние между ловушками – 5 м. Глубина выставления ловушек – 2-12 м, время застоя – 12 часов в ночное время суток. Промысловая мера для травяной креветки – 80 мм по длине тела. В целом, информационная обеспеченность прогноза соответствует III уровню.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Оценка запасов выполняется традиционными методами, утвержденными во ФГБНУ «ТИНРО-Центр» 29 марта 2013 г., как основные методы оценки численности и биомассы водных биологических ресурсов, величины запаса и его прогноза, оценки возможной доли изъятия [Основные методы оценки..., 2013]. Статистическую обработку полученных данных проводили с применением статистических программ (STATISTICA, Microsoft Excel).

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. В зал. Петра Великого до 1970-х годов насчитывалось до 55 поселений креветки травяной, расположенных на глубинах от 0,5 до 12 м, их площадь оценивалась ориентировочно в 34,8 км² [Микулич, Ефимкин, 1982]. Численность ее во многих районах залива была достаточно высокой. Так, при использовании 2-х-метрового трала уловы достигали 150 кг на одну лодку в день. Основу скоплений составляли особи длиной 150 мм и более, массой до 23 г.

Существовавшие скопления к 1977 г. утратили свое промысловое значение под влиянием различных факторов (неучтенного лова, неблагоприятных природных условий), поэтому и был введен запрет на ее специализированный промысел в Приморье (южнее мыса Золотой). В настоящее время вылов креветки травяной осуществляется для научно-исследовательских целей и при любительском рыболовстве.

В зал. Посьета креветка образует скопления в зарослях zostеры на глубинах 0,5-12 м (рис. 1). В 2006 г. уловы креветки были на уровне 0,1-0,4 кг на ловушку. В 2007 г. ресурсные исследования проводили в августе-октябре. В августе креветка практически не ловилась, так как высокая температура воды (22,6-24,0°С) создавала неблагоприятные условия для формирования ее скоплений на мелководье. Осенью улов на одну ловушку колебался от 0,06 до 0,7 кг, составляя в среднем 0,2 кг. При анализе размерной структуры скопления креветки в бух. Экспедиции было установлено, что уловы состояли из особей, длина тела которых варьировала от 50 до 116 мм, общая масса – от 0,1 до 25 г. В уловах преобладали особи с длиной тела 70-85 мм (51,4%).

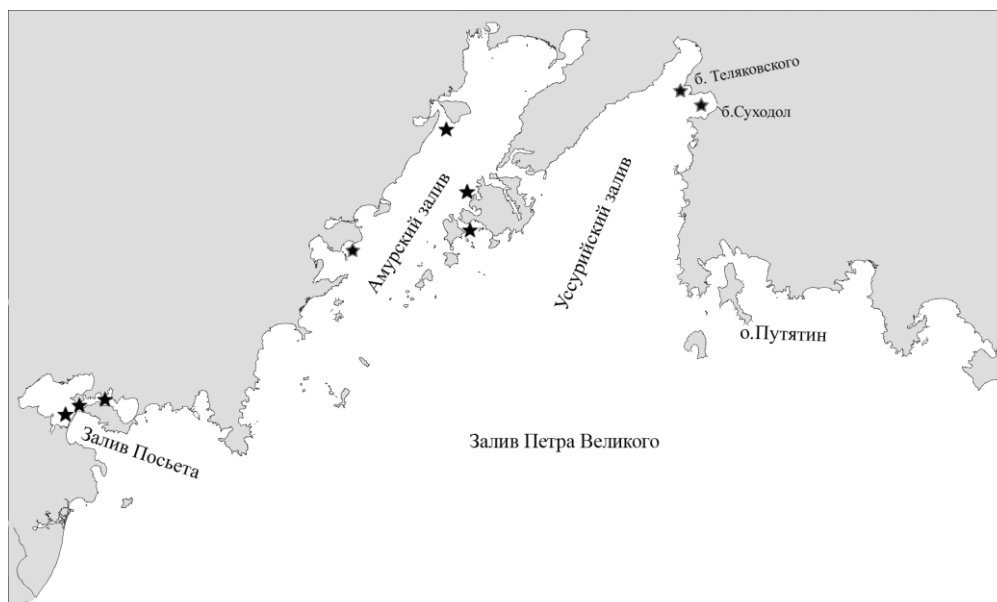


Рис. 1. Места поселений травяной креветки.

В 2008 г. в зал. Посьета креветку добывали на глубинах 1,5-9 метров, уловы были на уровне 0,08-0,5 кг на ловушку. При анализе линейно-массового состава изучаемого скопления креветки в бух. Экспедиции (мыс Шелеха, вдоль косы Назимова) было установлено, что уловы состояли из особей, длина тела которых варьировала от 52 до 113 мм, общая масса – от 1 до 23 г. Среди них преобладали особи длиной 70-100 мм (77,8%) и массой тела 4-6 г (31,3%). Уловы состояли из особей всех функциональных групп (ювенилы, особи переходной формы, самцы и самки с внутренней и внешней икрой). Наибольшее количество особей с внутренней икрой (до 60%) встречалось в уловах с конца мая до середины сентября, в то время как доля самок с внешней икрой не превышала 4%. С 20 сентября по 15 ноября самок с внутренней икрой не встречали, а количество особей с внешней икрой составляло около 70%.

Исследования, проведенные в 2005 г. в районе о. Попова, показали, что в пределах поля zostеры в уловах присутствовали особи весом до 8 г и длиной до 86 мм. Уловы были незначительными – 50-60 экз./ловушку.

В Амурском заливе, в районе полуострова Песчаный, креветка травяная, помимо зарослей zostеры, обитает в пределах поля анфельции на глубинах 5-6 м. Величина уловов достигала 2-5 кг за 10 мин. траления. Средняя масса креветки составляла 8 г, соотношение самок и самцов было близким 3:1. Подобная картина расположения поселения креветки и величины уловов характерна и для поля анфельции в районе о. Попова (пролив Старка).

Проведенные в ходе комплексной гидробиологической съёмки исследования в Амурском заливе в сентябре 2009 г. выявили, что длина тела креветки составляла 37-105 мм (среднее значение – 67,0 мм), масса – 1-21 г (средняя масса – 7 г). Преобладали особи с длиной тела 58-76 мм (67,5%) и массой 2-6 г (51,9%). Доля особей с неразвитыми гонадами – 57,4%, с наружной икрой – 32,8% и с внутренней икрой – 9,8%.

В Уссурийском заливе (бухты Суходол, Теляковского) креветка травяная обитает в зарослях zostеры на глубинах 1-5 м. В сентябре 2008 г. улов на ловушку не превышал 0,1 кг. Длина креветки составляла 45-110 мм (среднее значение – 70,6 мм), масса – 1-20 г (средняя масса – 5 г). Преобладали особи с длиной тела 50-60 мм (33,1%) и 70-80 мм (38,0%) и массой 1-6 г (78,5%). Доля особей без икры составила 90,1%, 7,4% имели икру желтого цвета и 2,5% – зеленоватого.

В ловушечных уловах креветки из бух. Рында (о. Русский) в сентябре 2011 и 2012 гг., а также в августе-октябре 2013 г. встречались особи от 38 до 115 мм и массой 0,8-37 г (табл. 1).

Таблица 1

Показатели по длине тела и массе креветки, выловленной в бух. Рында и районе о-ва Рейнеке

Год	Сезон	ДТ мин.-макс. (средняя), мм.	Масса мин.-макс. (средняя), г	N, экз.
Бухта Рында				
2011	Сентябрь	38-105 (63,3)	0,8-18 (3,5)	402
2012	Сентябрь	44-115 (75,0)	0,9-37 (5,6)	323
2013	Август-октябрь	43-105 (66,4)	1-16 (3,8)	253
Район о-ва Рейнеке				
2014	Июль-октябрь	11-124 (66,4)	0,5-26 (3,0)	220
2015	Июль-октябрь	14-120 (49,2)	0,05-26 (3,0)	313
2016	Май-август	38-130 (85,1)	0,7-32 (8,6)	542
2017	Май-сентябрь	60-127 (83,0)	2,8-30,2 (8,5)	1736
2018	Июль-август	60-125(82,6)	3-50 (9,3)	480
2019	Июнь-сентябрь	58-123 (87,3)	2,8-29,5(11,3)	242
2020	Август-сентябрь	55-106 (76,9)	2,1-17,1 (6,5)	172

В уловах 2011 г. преобладали особи с длиной тела 50-75 мм (84,8%) и массой 1-5 г (89,0%). 96,3% особей не имели икры. В сентябре 2012 г. наиболее многочисленными были особи в размерном диапазоне 65-85 мм (82,7%) и массой 3-7 г (81,4%). У креветки, выловленной с августа по октябрь 2013 г., выделялись две многочисленные группы в размерном диапазоне 50-60 мм (31,9%) и 70-80 мм (27,6%).

В районе о. Рейнеке в 2018 г. уловы креветки на 1 ловушку в среднем составляли в июле 122 г, в августе – 67 г. В период исследований (июль-август) в уловах присутствовали особи большинства функциональных групп (молодь, самцы, переходники и самки с внутренней икрой), за исключением самок с наружной икрой. В ловушечных уловах креветка встречалась с промысловой длиной от 60 до 125 мм и массой от 3 до 50 г, по численности преобладали особи с промысловой длиной 65-80 мм (59,2%) (рис. 2).

В период с июня по сентябрь 2019 г. в районе о. Рейнеке в ловушечных уловах встречалась креветка с промысловой длиной от 58 до 123 мм и массой от 2,8 до 29,5 г. По численности преобладали особи с промысловой длиной 70-85 мм (39,7%) и 95-115 мм (36,8%) (рис. 2). В уловах присутствовали особи всех функциональных групп (молодь, самцы, переходники и самки с внутренней и наружной икрой). Самки с наружной икрой встречались только в сентябре. Наиболее высокие средние показатели уловов на 1 ловушку были отмечены в августе и сентябре (133 и 153 г), наименьшие – в июле (18 г).

В период с августа по сентябрь 2020 г. в районе о. Рейнеке в ловушечных уловах встречалась креветка с промысловой длиной от 55 до 106 мм и массой от 2,1 до 17,1 г. По численности преобладали особи с промысловой длиной 70-85 мм (90,7%) (рис. 2). Уловы на ловушку в августе были 55 г, в сентябре – 113 г. Самки в уловах 2020 г. были малочисленны, их доля составила 2,3 %. Основу ловушечных уловов составляли самцы и переходники.

Исследование состава поселения *P. latirostris* в районе о. Рейнеке залива Петра Великого показало значительное снижение крупных особей (самок) в уловах. Изменения в размерном составе могли быть вызваны воздействием любительского и браконьерского вылова. Вместе с тем количество проведенных исследований и полученный объем информации в 2020 г. был наименьшим в ряду наблюдений (2014-2020 гг.), что снижает достоверность полученных результатов.

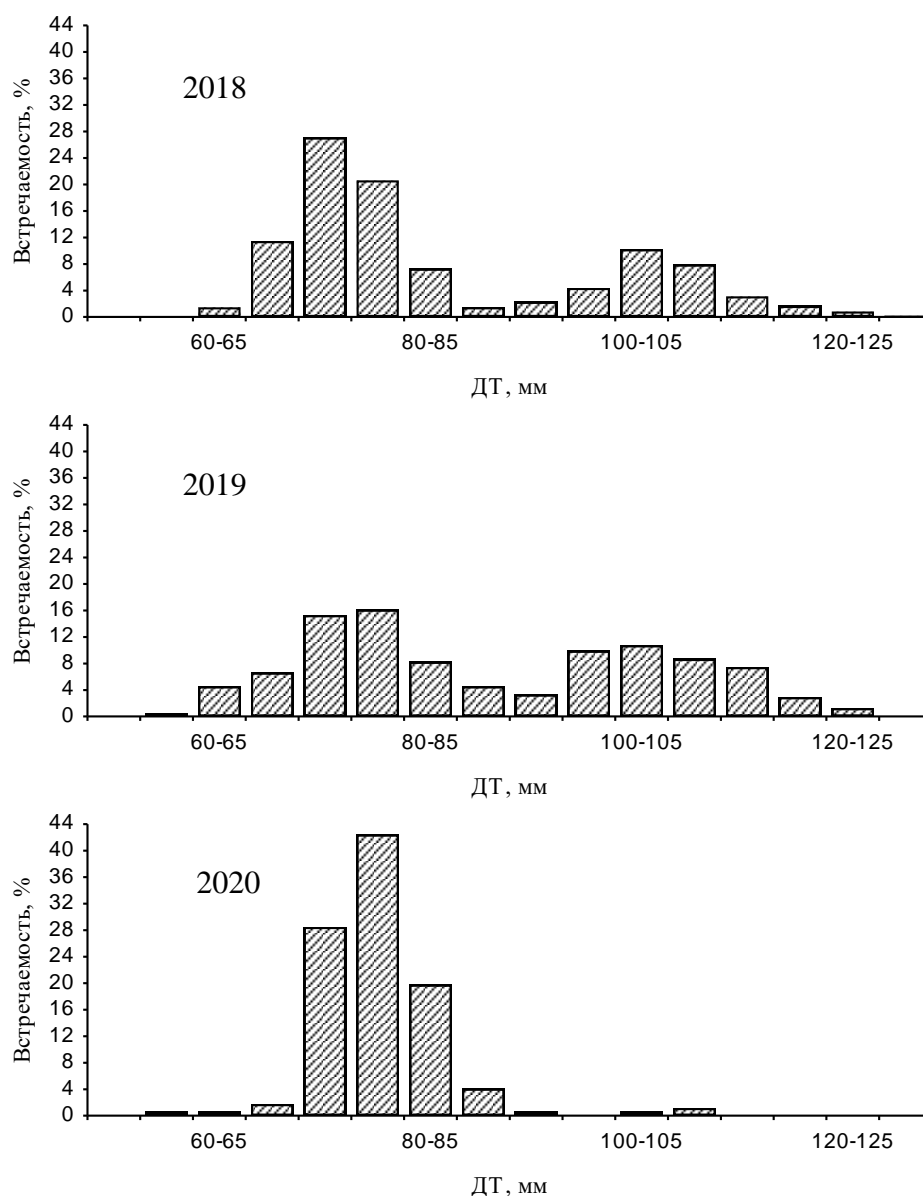


Рис. 2. Размерная структура ловушечных уловов креветки травяной в районе о-ва Рейнеке

Прогнозирование состояния запаса. Работы по изучению состояния поселений креветки травяной проводятся только на локальных полигонах, что дает информацию об уловах, размерно-весовом составе и биологии вида. Для оценки запасов креветки в заливе Петра Великого необходимо проведение съемки специализированным тралом, как минимум на нескольких локальных поселениях, что позволит получить плотности обитания особей. Эти данные позволят экстраполировать результат на прочие места обитания креветки травяной в пределах исследуемой акватории, что позволит нам приблизительно, на уровне экспертной оценки определить её запасы. Следует учитывать, что влияние антропогенного фактора, а именно вылова креветки травяной частными лицами, может быть весьма высоким из-за развитой инфраструктуры, туризма и большого количества маломерных плавсредств в водах залива Петра Великого. В связи с этим существует необходимость получения новых данных и проведения исследований по определению запасов, которые не проводились более 20 лет. В настоящее время мы не располагаем данными и возможностями, позволяющими оценить состояние запасов креветки травяной в подзоне Приморье южнее мыса Золотой.

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. В 2025 г. изъятие креветки травяной в подзоне Приморье южнее мыса Золотой можно осуществлять в минимальном количестве для научных целей и любительского рыболовства. **ОДУ** рекомендуется в объеме **0,001**

тыс. т.

Участок севернее мыса Золотой

Анализ доступного информационного обеспечения. Прогноз основан на данных 2013-2016 гг. и 2020-2021 гг., собранных в прибрежной полосе в северо-западной части Татарского пролива при помощи креветочного трала. В 2023 г. биологический материал по травяной креветке собран в бух. Мучке (рис. 3). Биологический анализ креветок проводили по общепринятым во ВНИРО методикам [Низяев и др., 2006]. Выполнены измерения 169 экз. креветки. Ввиду отсутствия нужного технического средства для лова травяной креветки тралом лов проводился сачком непосредственно в прибрежной полосе на глубинах 0,2–1,2 метра, следовательно, носил избирательный характер.

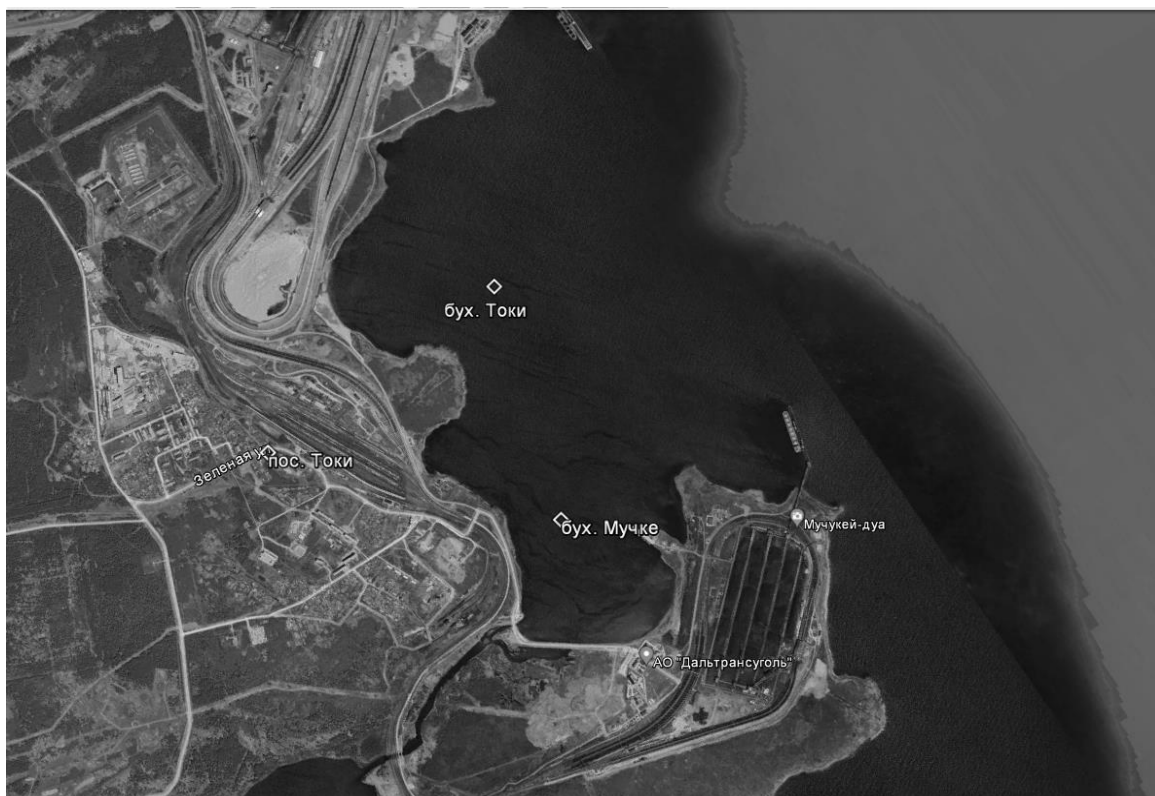


Рис. 3. Участки сбора материала по креветке травяной в 2023 г. (обозначены ромбами).

Исследования креветки травяной по неизбежности выполняются с борта маломерных судов и охватывают только отдельные участки вдоль побережья. Вследствие этого, мы имеем III уровень информационного обеспечения прогноза, а обоснование ОДУ может строиться только на эмпирических и трендовых методах. Вместе с тем, характеристики размерно-массового состава на отдельных участках побережья репрезентативны и достаточны для описания состава поселений.

Обоснование выбора метода оценки запаса. Креветку травяную добывают при помощи ручных сачков в темное время суток, специализированных креветочных ловушек и специализированных тралов. Первый метод позволяет получить лишь точечные данные на глубинах до 1,5 м, поэтому не подходит для оценки запаса. Что касается второго, площади облова креветочных ловушек в конкретных условиях прибрежной зоны, отличающихся высокой дискретностью биотопов, в частности, в поселениях морских трав, неизвестны. Содержимое креветочных ловушек быстро выедается рыбами и изоподами, что затрудняет проведение наблюдений. В связи с этим, для оценки запаса оптимально использование специализированных тралов.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Креветка травяная – широко распространенный у прибрежий Татарского пролива вид. Встречается в поселениях морских трав практически вдоль всего побережья Татарского пролива.

Однако, несмотря на широкое распространение, площадь биотопов, пригодных для обитания креветки травяной относительно мала, что обуславливает небольшую величину запаса вида. ОДУ в последние годы обосновывался на уровне в 1 т. Промышленный лов объекта отсутствует.

Размерно-массовые характеристики травяной креветки были следующими. По данным 2023 г. (N=169) промысловая длина травяной креветки варьировала от 47 до 96 мм, составив в среднем 78,96 мм, масса – от 1,3 до 11,0 г, в среднем 5,8 г. Сведения о размерно-массовых показателях приведены на рисунках 4, 5 и в таблице 2. Доля особей промысловых размеров (≥ 80 мм) составила 62,1 % от численности выборки и 69,3 % ее массы.

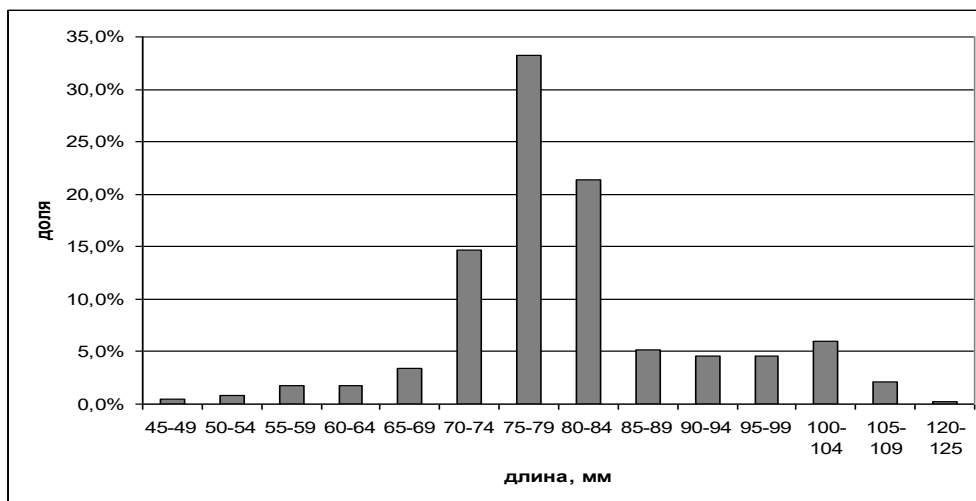


Рис. 4. Размерный состав креветки травяной в районе проведения съёмки

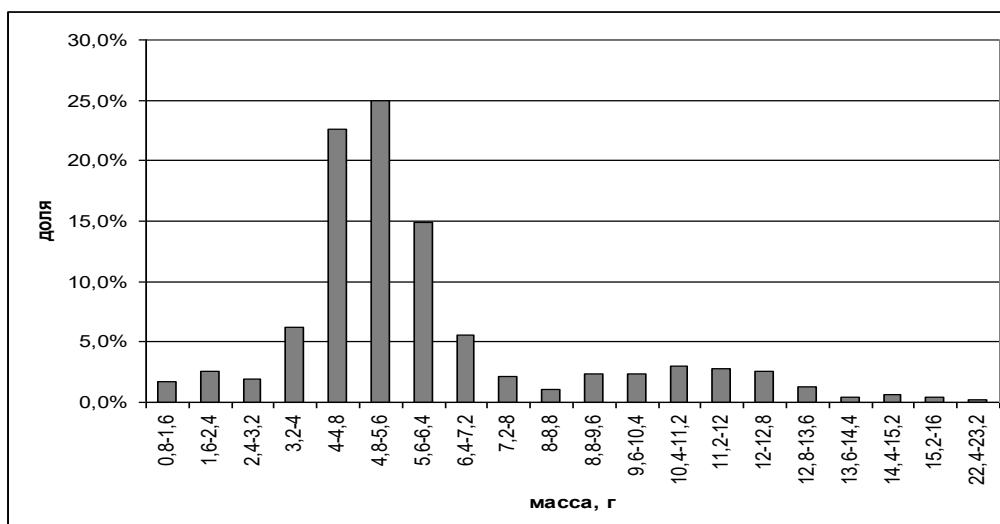


Рис. 5. Массовый состав креветки травяной в районе проведения съёмки

Таблица 2
Сравнительные обобщенные характеристики тралений креветки травяной, данные 2013-2023 гг.

Год	2013	2014	2015	2016	2020	2021	2022	2023
Кол-во обследованных участков	10	4	15	5	10	9	19	1
Промысловая длина, мм	32-123	30-125	41-121	25-114	30-132	33-125	48-120	47-96

Год	2013	2014	2015	2016	2020	2021	2022	2023
Средняя промысловая длина, мм	72	68	70	50	76,5	76,7	80,1	79,0
Масса, г	0,4-26,0	0,3-33,2	0,6-26,5	0,2-30,0	0,4-30,2	0,4-27,2	1,0-22,7	1,3-11,0
Средняя масса, г	5,2	5,5	5,9	5,2	6,4	6,2	6,0	5,8
Средняя плотность, экз./м ²	0,15	0,2	0,37	0,15	0,23	0,22	0,32	-
Доля особей пром. размера, %	27,1	31	34	22,5	31,7	29,84	43,9	62,1
Доля массы пром. размера, %	54,3	67	69	44	58,9	54,4	59,5	69,3
Общий запас, тонн	14,8	20,9	41,1	16,6	40,3	29,23	41,145	-
Промысловый запас, тонн	8,0	14,0	28,4	7,3	12,8	15,9	24,48	-

Так как использовали селективное орудие лова, в уловах присутствовали особи, в основном, средних размеров. Более крупные, скорее всего, не выходят на такие глубины, а мелких просто не видно.

Исследования 2013-2023 гг. показывают сопоставимые результаты по показателям длины, массе и доле промысловых особей в выборках (табл. 2).

Вместе с тем необходимо заметить, что техника учета травяной креветки у побережий района исследований далека от совершенства. На настоящем этапе исследований следует с осторожностью относиться к сравнению данных разных лет.

Травяная креветка – традиционный объект любительского лова у берегов Татарского пролива. Ее ловят сотни местных жителей с помощью самодельных тралов, ловушек и сачков. Ежедневные уловы на человека могут составлять от 0,5 до 2 кг, общий вылов – не менее 1,5 т.

Определение биологических ориентиров. При существующем информационном обеспечении ориентиры по биомассе можно указывать лишь условно: целевой на уровне максимальной оценки общего запаса за последние годы, т.е. 41 т, граничный на уровне минимальной оценки, т.е. 15 т.

Что касается биологических ориентиров в терминах промысловой смертности, то их определение невозможно как в связи с недостатком информационного обеспечения, так и по причинам технического характера. Запас эксплуатируется крайне неравномерно. В зависимости от расстояния до населенных пунктов, глубины расположения поселений и их плотности, уровень эксплуатации отдельных поселений может различаться в разы: одни испытывают избыточный пресс промысла, другие остаются практически нетронутыми. Коэффициент промысловой смертности в отдельных поселениях изменяется от 0 до 0,5-0,7. Его определение для всего района лишено смысла.

Обоснование правила регулирования промысла. При падении общей биомассы ниже граничного ориентира следует запретить промысел. При уровне биомассы в пределах от граничного до целевого ориентира, ОДУ следует ограничивать минимальным уровнем, т.е. 10% от биомассы. При достижении целевого ориентира уровень изъятия можно обосновывать в соответствии с концепцией Е.М. Малкина [1999]: при половом созревании на втором году жизни, оно могло бы составить до 37,6% от численности.

Прогнозирование состояния запаса. Поскольку в настоящее время имеется короткий ряд наблюдений объекта, статистически значимых трендов построить невозможно (рис. 6). Между тем, уровень оценок биомассы отличается почти в 3 раза, что связано не столько с его состоянием, сколько с плохим качеством информационного обеспечения. Поэтому представляется разумным прогнозировать общий запас на уровне средней величины за годы наблюдений, которая составляет 29 т.

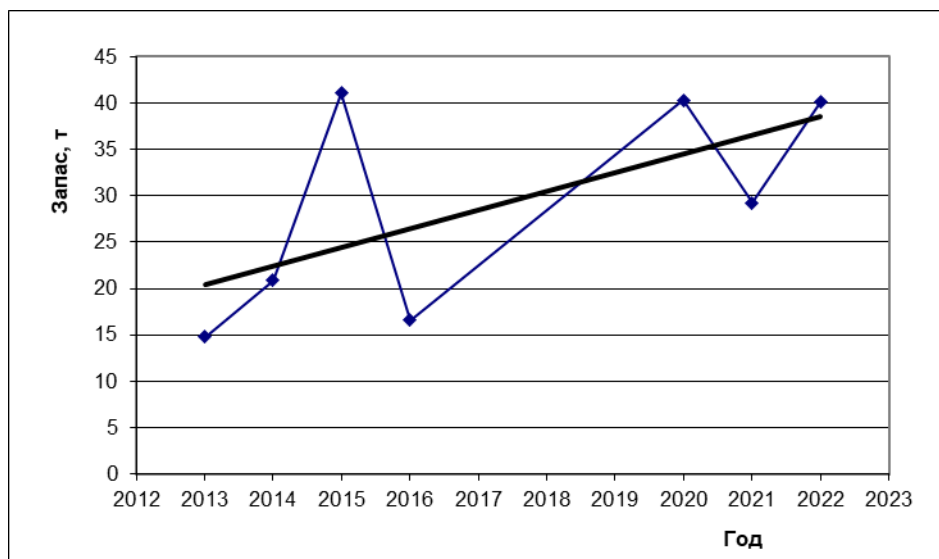


Рис. 6. Динамика запаса креветки травяной в северо-западной части Татарского пролива

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Поскольку креветка травяная в северной части подзоны Приморье является относительно слабо изученным объектом, а промысловая нагрузка на нее распределяется по участкам крайне неравномерно, ОДУ следовало бы обосновывать на уровне в 10% от ее биомассы, т.е. 2,9 т. Однако, поскольку в районе существует неучтенный вылов, ОДУ креветки травяной на 2025 г. в подзоне Приморье к северу от мыса Золотой следует рекомендовать на минимальном уровне в 1 т, или 0,001 тыс. т.

Анализ и диагностика полученных результатов. При настоящем уровне информационного обеспечения, вероятности падения прогностических величин не могут быть рассчитаны. Возможна только экспертная оценка такой возможности. Падение запаса ниже граничного уровня возможно в результате уничтожения промыслового запаса отдельных поселений. Вероятность такого уничтожения – около 30%.

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ в подзоне Приморье

В 2025 г. изъятие креветки травяной в подзоне Приморье можно осуществлять в минимальном количестве для научных целей и любительского рыболовства. Для подзоны Приморье ОДУ креветки травяной рекомендуется в объеме **0,002 тыс. т** (по 0,001 тыс. т на участках южнее и севернее мыса Золотой).

Литература

Блинова Е.И., Вилкова О.Ю., Милютин Д.М., Пронина О.А., Штрик В.А. 2003. Методические рекомендации по учету запасов промысловых гидробионтов в прибрежной зоне. М.: ВНИРО. 80 с.

Малкин Е.М. 1999. Репродуктивная и численная изменчивость промысловых популяций рыб. М.: ВНИРО. 146 с.

Микулч Л. В., Ефимкин А. Я. 1982. Распределение скоплений травяной креветки (*Pandalus kessleri* Czernjowski) в заливе Петра Великого // Изв. ТИНРО. Т. 106. С. 54-61.

Основные методы оценки численности и биомассы водных биологических ресурсов, величины запаса и его прогноза, оценки возможной доли изъятия, а также сбора данных, характеризующих численность, биомассу, величину запаса, а также биологических и промысловых данных, используемые в ФГУП "ТИНРО-Центре". 2013 // Владивосток: ФГУП "ТИНРО-Центр". 49 с.

Шримсы-медвежата (виды рода *Sclerocrangon*)

61.06 – зона Японское море

61.06.1 – подзона Приморье

Исполнители: Е.Э. Борисовец, Е.Н. Дробязин («ТИНРО»), Д.Н. Юрьев («ХабаровскНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения. В подзоне Приморье южнее мыса Золотой оценка запасов осуществлялась по данным учетной траловой съемки, проведенной на НИС «Дмитрий Песков» в апреле-июне 2022 г. Для сравнения так же использованы данные траловых съемок периода 2011-2016 и 2018 гг. В 2020, 2021 и 2023 гг. исследования в подзоне Приморье южнее мыса Золотой не проводились.

В подзоне Приморье севернее мыса Золотой основу оценки состояния запасов шримса-медвежонка шипастого и прогноза его ОДУ на 2024 г. были положены материалы, полученные при проведении ресурсных исследований (комплексная учетная траловая съемка) в северной части подзоны Приморье на НИС «Владимир Сафонов» в период с 29 апреля по 11 мая 2022 г. и НИС «Дмитрий Песков» в период с 29 апреля по 4 мая 2022 г. (рис. 1), а также материалы предшествующих траловых съемок 2009-2016, 2018 и 2020 гг. В 2017, 2019, 2021 и 2023 гг. учетные съемки в подзоне Приморье севернее мыса Золотой не проводились.

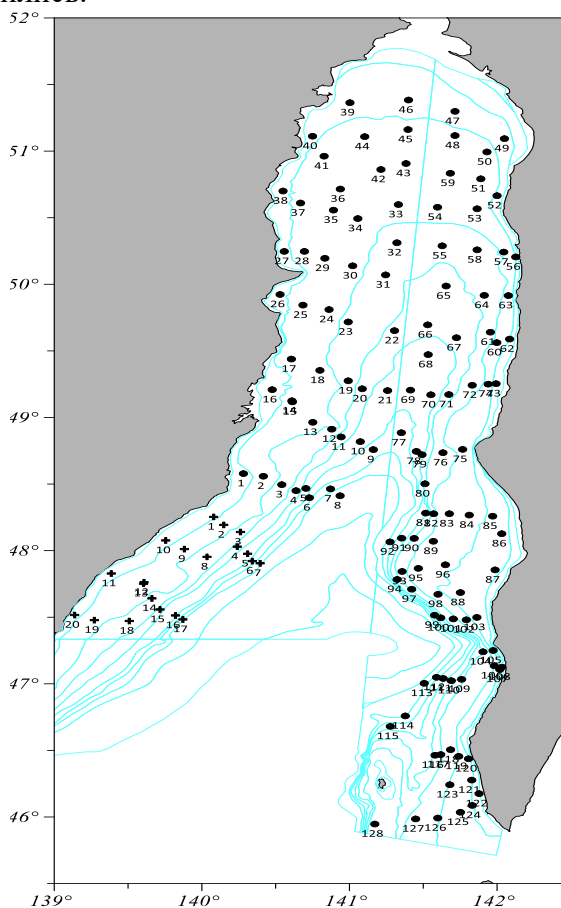


Рис. 1. Карта-схема траловых станций, выполненных НИС «Владимир Сафонов» и «Дмитрий Песков» в северной части Японского моря в апреле-июне 2022 г. (n=66)

Во все годы применялся один и тот же донный трал ДТ/ТВ 27,1/24,0 (в 2007 г. – 30/25 м) с мягким грунтотром и ячеей во вставке мешка 10x10 мм. Горизонтальное раскрытие трала принималось равным 0,6 длины верхней подборы [Родин и др., 1979], то есть 16 (в 2007 г. – 18) м.

В 2022 г. на участке подзоны Приморье от 47°28' до 51°23' с.ш. и глубинах от 27 до 611 м было выполнено 66 тралений, проанализировано 222 экз. шримса-медвежонка шипастого.

Для характеристики состояния промысла использовались данные краткосрочных

наблюдений, полученных сотрудником ХФТИНРО на СТР "Калыгирь" и "Советское" во время первого в данном районе пробного лова шримса-медвежонка шипастого в начале лета 2017 г. и осенью 2018 г.

Информационную обеспеченность прогноза считаем удовлетворительной, соответствующей III уровню.

Обоснование выбора методов оценки запаса. В подзоне Приморье южнее мыса Золотой оценка запасов выполнялась традиционными методами, утвержденными во ФГУП «ТИНРО-центр» 29 марта 2013 г., как основные методы оценки численности и биомассы водных биологических ресурсов, величины запаса и его прогноза, оценки возможной доли изъятия [Основные методы оценки..., 2013], включая метод диаграмм Вороного (полигоны Тиссена) [Борисовец и др., 2003].

Коэффициент уловистости трала (КУ) для шримса-медвежонка на участке южнее мыса Золотой принят равным 0,3 [Атлас количественного распределения..., 2004].

В подзоне Приморье севернее мыса Золотой оценку запасов осуществляли методом прямого учета, используя данные траловых съемок. Расчет плотности распределения и биомассы креветок и шримсов проводили методом сплайн-аппроксимации [Столяренко, Иванов, 1988] в программе ГИС "КартМастер", ver. 4.1 [Бизиков и др., 2007; Поляков, 2008]. Полученные оценки запасов корректировали, используя для шримса-медвежонка шипастого коэффициент уловистости трала равный 0,3 [Атлас количественного распределения..., 2004].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. В подзоне Приморье южнее мыса Золотой ТИНРО ежегодно осваивает квоту, выделяемую для проведения научных исследований. Официальный промысел отсутствует. Вместе с тем, регистрируемые нами на протяжении ряда лет изменения биомассы и размерной структуры популяции шримса указывают на влияние промысла.

Так, соотношение полов у половозрелых особей шримса в заливе Петра Великого было близким к 1:1 до 1999 г. включительно, что, по нашему мнению, соответствует состоянию необлавливаемых и умеренно эксплуатируемых промыслом скоплений. За период с 1999 по 2001 г. соотношение полов шримса в заливе Петра Великого изменилось от 1:1 до 4,1:1 в сторону преобладания самцов. Указанные изменения половой структуры свидетельствуют о промысловой элиминации (преимущественно неучтенного лова), воздействию которой из-за размерной селективности орудий лова в большей степени подвержены самки, которые значительно крупнее самцов.

Мы не располагаем прямыми количественными данными об объемах неучтенного лова шримса-медвежонка, но, тем не менее, он, несомненно, есть. Данные выводы подтверждаются визуальными наблюдениями работавших в районе промысловых скоплений шримса судов типа «МРС», а также случаями задержания браконьеров с уловом шримса на борту сотрудниками рыбинспекции и пограничниками. Так же, в качестве прилова шримс встречается в уловах оснащенных тралом промысловых судов типа «МРС» при промысле рыбы.

Одно из основных поселений шримса-медвежонка в Приморье располагается в заливе Петра Великого на глубинах 33-115 м. По результатам исследований 2022 г., в районе от мыса Поворотный до мыса Золотой данный вид не встречался.

Распределение шримса в 2022 г. было традиционным, общая площадь его поселения составила 2,6 тыс. км². В основном этот вид занимал участок между о. Аскольд на востоке и островной зоной залива Петра Великого на западе. Кроме того, шримс-медвежонки были отмечены в уловах юго-восточнее о. Аскольд (в двух тралениях), где была отмечена его максимальная плотность – 217,6 кг/ км².

В размерной структуре поселения в 2022 г. преобладали особи с длиной тела 80-155 мм (91,0%). По сравнению с 2019 г., увеличилась доля крупноразмерных особей длиной более 140 мм (рис. 2).

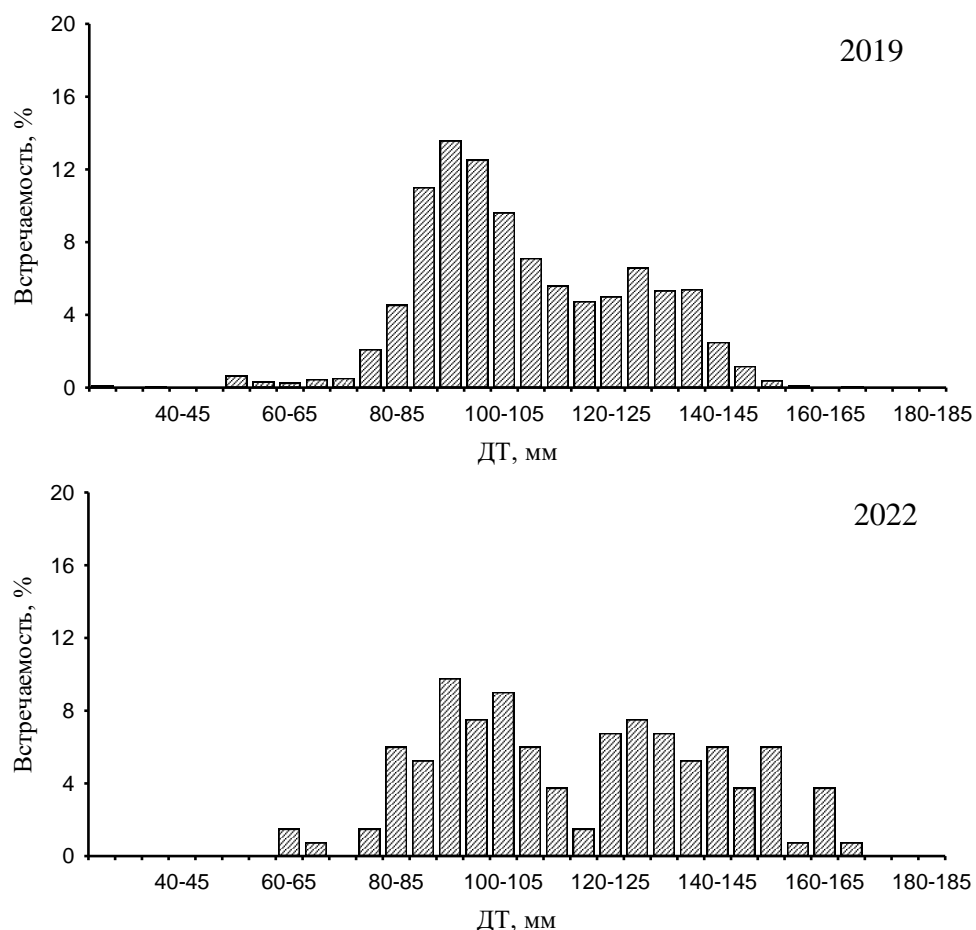


Рис. 2. Размерная структура популяции шрimsа в 2019 и 2022 гг. по данным траловых уловов

Одним из показателей благополучного состояния популяции шрimsа-медвежонка является близкое к равному соотношение полов. Доля половозрелых самок в 2022 г. значительно увеличилась и является максимальной за представленный ряд лет исследований, составляя 48,1%. Доля половозрелых самцов составила 35,3%, что близко к значению 2009 г. (37,8%) (табл. 1). Доля неполовозрелых особей составила 16,6 %, что является наиболее низким значением за период с 2009 г.

Таблица 1

Соотношение численности половозрелых и неполовозрелых особей в уловах шрimsа-медвежонка в заливе Петра Великого в 2009-2022 гг.

Годы	Соотношение численности особей, %		
	Половозрелые самки (ДТ \geq 116 мм)	Половозрелые самцы (ДТ \geq 83 мм)	Ювенильные особи
2009	21,8	33,1	45,1
2010	19,3	30,5	50,2
2011	24,9	34,2	40,9
2012	16,9	24,2	59,1
2013	20,0	30,2	49,8
2014	13,5	24,1	62,4
2015	13,7	50,0	36,3
2016	18,7	43,0	38,3
2017	—	—	—
2018	28,1	52,8	19,1
2019	31,3	37,8	30,9

Годы	Соотношение численности особей, %		
	Половозрелые самки (ДТ≥116 мм)	Половозрелые самцы (ДТ≥83 мм)	Ювенильные особи
2020	—	—	—
2021	—	—	—
2022	48,1	35,3	16,6

Соотношение полов среди половозрелых особей (самцов с ДТ от 83 мм и самок от 116 мм) в 2019 г. составило 1,4:1 с преобладанием самок. Несмотря на кажущиеся благоприятные изменения в размерном и половом составе в уловах 2022 г., на фоне дальнейшего снижения уровня запаса, эти изменения происходят не за счет увеличения количества половозрелых самок, а за счет снижения численности пополнения. Сравнение численности половозрелых самок в абсолютных значениях показывает, что в 2019 г. их численность была 5957 тыс. особей, а в 2022 г. – 2144 тыс. особей. Таким образом, несмотря на увеличение доли половозрелых самок, что так же связано с их более поздним переходом из ювенильной стадии, их численность существенно снизилась.

В подзоне Приморье на участке севернее мыса Золотой, по данным учетных траловых съемок 2009-2022 гг., скопления шримса-медвежонка шипастого сохраняли стационарность своего местоположения, как в сезонном, так и в многолетнем плане, занимая северную часть района (северо-западная часть Татарского пролива). Шримс встречался в уловах на глубинах от 20 до 170 м, а его промысловые скопления были приурочены к глубинам от 45 до 105 м. Почти весь запас шримса-медвежонка шипастого в районе сосредоточен севернее 49°30' с.ш., а наиболее плотные его скопления – севернее 51°00' с.ш. близ границы с Западно-Сахалинской подзоной и в районе пос. Де-Кастри. Максимальные уловы шримса-медвежонка шипастого, полученные донным научным тралом в светлое время суток, варьировали в 2009-2022 гг. от 11 до 55 (в среднем 23) кг/час и все были зафиксированы севернее 51° с.ш.

По данным съемки 2022 г., шримс-медвежонок шипастый встречался (N=35; 23,6%) в координатах 49°08'-51°23' с.ш., на глубинах 36-148 м, при температуре от -0,8 до 1,2°С. Наиболее обширные скопления плотностью 20-50 кг/км² наблюдались на севере Татарского пролива севернее мыса Сюркум (50°05' с.ш., 140°40' в.д.). Максимум концентрации (47,8 кг/км²) был отмечен на границе северного Приморья и Западно-Сахалинской подзоны (51°23' с.ш., 141°24' в.д.) на глубине 40 м.

Количество ливных особей в проанализированной выборке составляло 6,3%. Промысловая биомасса шримса-медвежонка шипастого на участке севернее мыса Золотой составила 652 т.

За весь период наблюдений основные биологические характеристики шримса-медвежонка шипастого в северном Приморье, такие как соотношение полов, доля промысловых особей, средние размеры и другие менялись незначительно (рис. 3), что указывает на стабильность состояния популяции в Татарском проливе.

В 2017 г. на СТР "Калыгирь" с сотрудником ХфТИНРО на борту была предпринята первая попытка ведения специализированного промысла шримса-медвежонка шипастого в северной части подзоны Приморье (севернее 51°00' с.ш.). Лов вели креветочным тралом с горизонтальным раскрытием 36 м (длина верхней подборы 59,6 м), оснащенным селективной решеткой для выпуска рыб. Всего было выполнено 24 промысловых траления в диапазоне глубин 36-59 м. Траления выполнялись круглосуточно, их длительность составляла 120-285 (в среднем 161) минут, скорость – 2,3-2,8 (2,5) узлов.

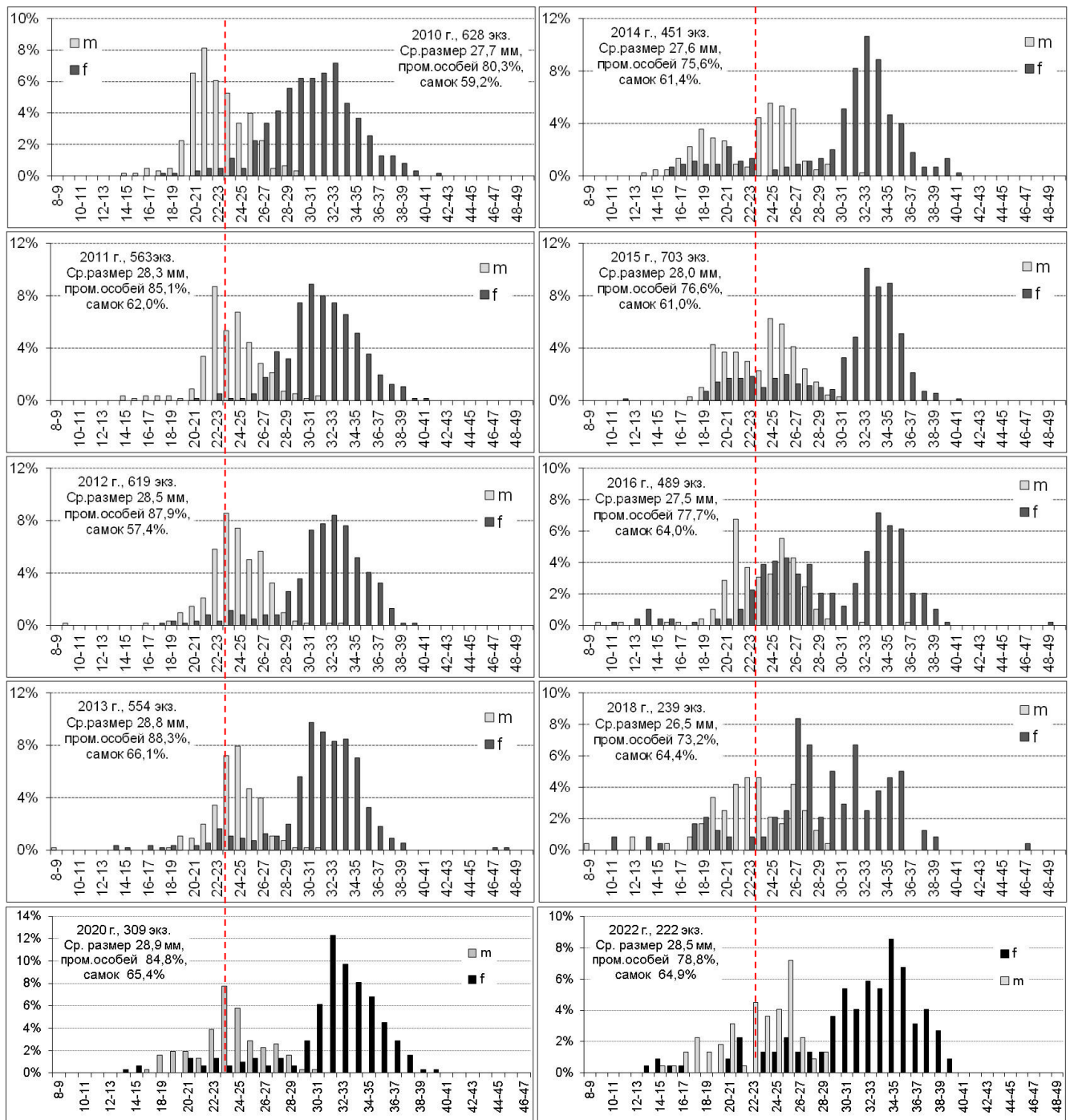


Рис. 3. Размерно-половой состав уловов шримса-медвежонка шипастого в подзоне Приморье севернее мыса Золотой по данным траловых съемок 2010-2022 гг. По оси абсцисс – длина карапакса, мм; вертикальными линиями показана промысловая мера ≥ 23 мм (соответствует 90 мм по длине тела); m – самцы, f – самки

Наиболее благоприятным для промысла шримса-медвежонка шипастого временем суток был промежуток с 20 часов вечера до 4-х утра, для которого средний улов составил 42,4 кг/час. За остальные 16 часов более или менее светлого времени суток средний улов оказался почти в 4 раза меньше – 10,7 кг/час. Максимальный улов шримса составил 73,3 кг/час и был получен ночью на глубине 51 м и широте 51°18' с.ш.

Промысел проходил в режиме поиска, поскольку на разрезе 51°15' с.ш., где по данным траловых съемок имело место "ядро" концентрации вида, последнее обнаружено не было. Уловы здесь состояли в основном из рыб (навага, камбалы, сельдь, минтай, бычки, корюшка, прочие виды), а в одном из уловов "прилов" рыб достигал 90% по массе.

Остальные 10% составили шримсы, креветки и прочие беспозвоночные.

В ноябре 2018 г. СТР "Советское" выполнил в темное время суток четыре траления на участке подзоны Приморье к северу от мыса Сюркум. В трех из них уловы шримса-медвежонка шипастого были неплохими – от 77 до 100 (в среднем 87) кг/час. Однако, весовая доля шримса в уловах составляла в среднем лишь около 8%, а основная масса улова приходилась на углохвостую креветку – 45-56% и рыб – 21-30%. Доли козырькового шримса (*Argis lar*) и гребенчатой креветки в общем улове составляли 11-15 и 2-4%, соответственно. В 2019-2022 гг. промысел шримсов в Татарском проливе не велся.

Таким образом, шримс-медвежонок шипастый почти всегда находился в прилове или к рыбам, или к углохвостой креветке. Соответственно, специализированный промысел этого вида в Татарском проливе если и возможен, то только на локальных участках с повышенной концентрацией шримса. Тем не менее, рыбаки по-прежнему проявляют интерес к шримсам Татарского пролива. В связи с этим необходимы изучение особенностей их биологии в районе, оценка возможных негативных последствий, связанных с эксплуатацией шримсов в Татарском проливе и выработка мер регулирования промысла данного вида.

Определение биологических ориентиров. В настоящем прогнозе, при имеющемся недостатке информации, определение ОДУ выполнено в рамках «предосторожного подхода» в его упрощенном варианте (Бабаян, 2000). Оценка граничных и целевых ориентиров основывается на непосредственных оценках запаса методом прямого учета.

При оценке граничных и целевых ориентиров в подзоне Приморье южнее мыса Золотой мы исходим из заключения, что с 2014 по 2019 г. уровень запаса шримса находится ниже граничного ориентира V_{lim} (рис. 4). Поэтому, для определения граничных и целевых ориентиров использован период наблюдений с 1998 по 2013 г. В качестве граничного ориентира по биомассе V_{lim} приняли минимальное (округленно) значение промыслового запаса за данный период наблюдений – 0,73 тыс. т.

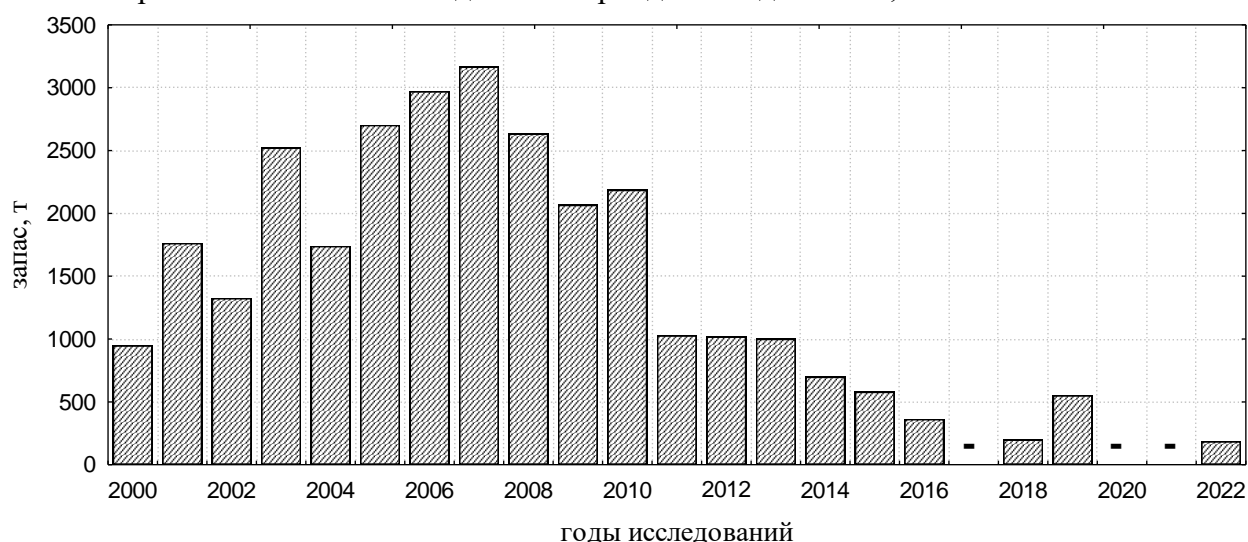


Рис. 4. Межгодовая динамика общего запаса шримса-медвежонка в заливе Петра Великого по данным учетных траловых съемок 2000-2022 гг. ($KU=0,3$)

В качестве целевого ориентира V_{tr} принята величина среднемноголетней учетной промысловой биомассы – 1,53 тыс. т. В качестве буферного ориентира V_{buf} принята 70% величина от V_{tr} – 1,07 тыс. т.

В подзоне Приморье севернее мыса Золотой выбор и определение граничных и целевых ориентиров выполнены на основе имеющегося ряда данных о динамике запаса, оцененного методом прямого учета (рис. 5), в рамках "предосторожного подхода" в его упрощенном варианте.

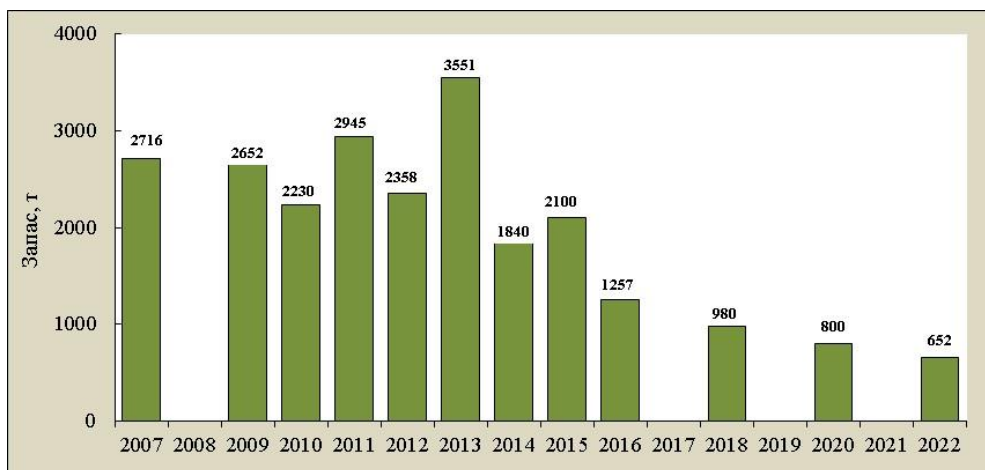


Рис. 5. Динамика запасов шпримса-медвежонка шипастого по данным учетных траловых съемок 2007-2022 гг. в подзоне Приморье севернее мыса Золотой ($KY=0,3$).

В качестве граничного ориентира по биомассе B_{lim} приняли минимальное значение запаса за имеющийся период наблюдений – 650 т. В качестве целевого ориентира B_{tr} принята среднеголетняя величина промысловой биомассы, составившая по данным траловых съемок 2008 т. В качестве буферного ориентира B_{buf} (значение биомассы, при которой реальный запас с высокой долей вероятности не опускается до уровня B_{lim}) приняли величину промысловой биомассы, равную 50% от среднеголетней – 1004 т. В качестве целевого ориентира по промысловой смертности E_{tr} приняли величину равную 0,1, отвечающую целям регулирования рыболовства при дефиците информации об эксплуатируемом биоресурсе [Бабаян, 2000].

Обоснование правила регулирования промысла. Схема регулирования промысла шпримса-медвежонка на основе выбранных ориентиров управления в подзоне Приморье южнее мыса Золотой представлена на рисунке 6.

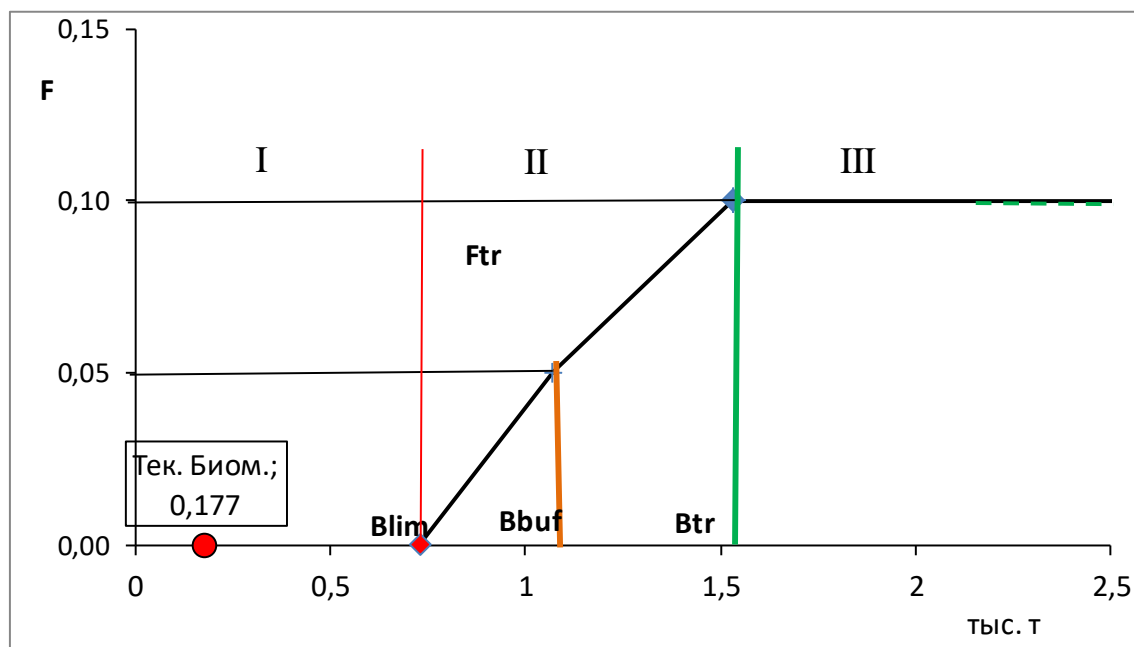


Рис. 6. ПРП шпримса медвежонка шипастого в подзоне Приморье южнее мыса Золотой в рамках предосторожного подхода. Режимы регулирования: I – режим полного запрета на промысел, II – режим восстановления запаса, III – режим постоянной интенсивности промысла.

В последние годы промысел шпримса медвежонка в заливе Петра Великого не

осуществлялся, что обосновано состоянием его запаса. В текущей ситуации, когда запас находится ниже уровня B_{lim} (0,73 тыс. т), изъятие возможно только для научно-исследовательских целей на уровне промысловой смертности F_0 не более 1% запаса.

В перспективе, при восстановлении запаса до уровня B_{tr} и выше, предполагается не увеличивать интенсивность промысла больше $F=0,1$, учитывая относительно низкие естественные темпы воспроизводства и роста шримса. При снижении запаса ниже уровня B_{tr} возможно снижение промысловой смертности до 5% ($F=0,05$).

Схема регулирования промысла шримса-медвежонка шипастого на основе выбранных ориентиров управления в подзоне Приморье на участке севернее мыса Золотой представлена на рисунке 7.

С 2014 г. отмечался низкий уровень запаса шримса-медвежонка шипастого в северо-западной части Татарского пролива, а в 2022 г. он достиг своего минимума за весь период наблюдений (рис. 5). В текущей ситуации, когда величина запаса равна B_{lim} (0,65 тыс. т), изъятие возможно только для научно-исследовательских целей на уровне промысловой смертности F_0 не более 1% запаса (рис. 7).

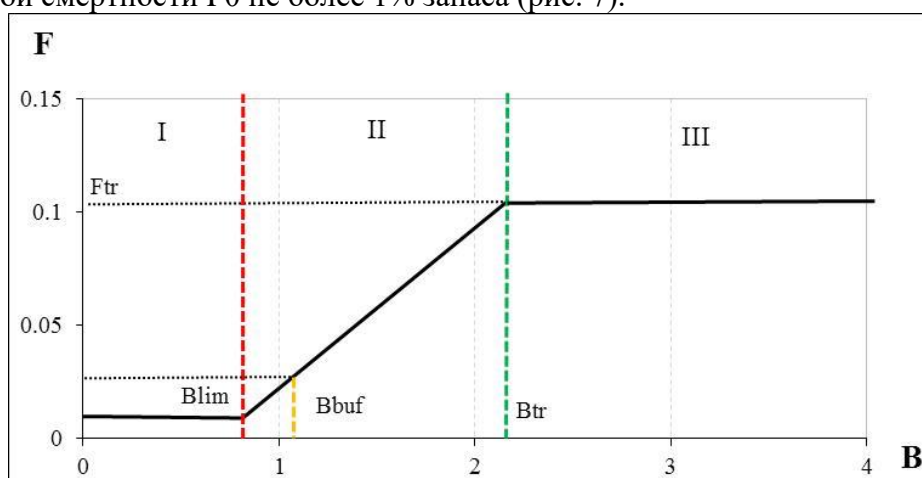


Рис. 7. ПРП шримса-медвежонка шипастого в подзоне Приморье к северу от мыса Золотой в рамках предосторожного подхода. Режимы регулирования: I – режим полного запрета на промысел, II – режим восстановления запаса, III – режим постоянной интенсивности промысла. B – запас, тыс. т. F – промысловая смертность.

Прогнозирование состояния запаса. В подзоне Приморье южнее мыса Золотой среднемноголетнее значение запаса шримса-медвежонка в период 2000-2018 гг. находилось на уровне 1,537 тыс. т. Отличие этой величины от приведенной ранее в прогнозе на 2022 г. (1,153 тыс. т при $KU=0,4$) связано с проведенным перерасчетом запаса с учетом $KU=0,3$. До 2008 г. обследованная площадь полностью охватывала зал. Петра Великого до глубины 150 м. В 2009-2016 и 2018-2022 гг. исследования проводились до глубин свыше 300 м, однако это не повлияло на оценку состояния ресурсов шримса-медвежонка, который не встречался на глубинах более 122 м.

В 2022 г. общий запас шримса-медвежонка в зал. Петра Великого на площади 2557 км² составил 0,186 тыс. т, что является наименьшим значением за многолетний период исследований. Промысловый запас составил 95,1% от общего – 0,177 тыс. т. По сравнению с 2019 г., общий запас снизился почти в 3 раза, то же касается и промыслового запаса. Мы не исключаем возможность некоторой недооценки запаса в 2022 г. в силу того, что скопление шримса-медвежонка в заливе Петра Великого имеет маленькую площадь, что при редкой сетке траловых станций может вести к высокой погрешности в определении запаса. Однако тенденция снижения запаса в последние годы очевидна. В пользу данного вывода свидетельствует и состав размерной структуры уловов, в котором, как в 2019 г., так и в 2022 г., почти отсутствуют мелкоразмерные особи. Величина запаса в 2022 г. (как и значения 2014-2019 гг.) находится на крайне низком уровне относительно более ранних лет исследований (рис. 4). Низкая численность молоди младших размерно-

возрастных групп не позволяет рассчитывать на восстановление численности и биомассы шримса-медвежонка в ближайшие несколько лет.

Популяция шримса в зал. Петра Великого характеризуется невысокой для эксплуатируемых промыслом популяций численностью. Особенности биологии вида, такие как раздельнополость, длительное (для креветок) время роста и полового созревания особей, также снижают устойчивость популяции к промысловому воздействию. По-видимому, освоение ресурсов шримса в зал. Петра Великого даже в благоприятной экологической ситуации возможно лишь в минимальных объемах.

В подзоне Приморье севернее мыса Золотой в последние годы запас находился на уровне заметно ниже среднего многолетнего (рис. 5). Тренд на снижение запаса, минимальная за последние 15 лет оценка его величины (Blim), полученная в 2022 г., не дают оснований ожидать значительного роста его величины в 2025 г. Исходя из этого, величина промыслового запаса шримса-медвежонка шипастого в подзоне Приморье на участке севернее мыса Золотой прогнозируется на 2025 г. в объеме, не превышающем минимальной за период наблюдений оценки – 0,65 тыс. т.

Суммарный промысловый запас шримса-медвежонка шипастого в подзоне Приморье на 2025 г. прогнозируется в объеме 0,827 тыс. т.

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. В подзоне Приморье ОДУ шримса-медвежонка на 2025 г. рекомендуется в объеме **0,002 тыс. т** для ресурсного обеспечения НИР: по 0,001 тыс. т на участке южнее мыса Золотой и севернее мыса Золотой (12-мильная прибрежная зона в пределах Хабаровского края).

Литература

Атлас количественного распределения nekтона в северо-западной части Японского моря. 2004. Под редакцией В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Том 2. Москва. 986 с.

Бабаян В.К. 2000. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). М.: ВНИРО. 192 с.

Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. 2007. Географическая информационная система "Карт-мастер" // Рыб. хоз-во. № 1. С. 96-99.

Борисовец Е.Э., Вдовин А.Н., Панченко В.В. 2003. Оценки запасов керчаков по данным учетных траловых съемок залива Петра Великого // Вопросы рыболовства. Т. 4, № 1 (13). С. 157-170.

Дробязин Е.Н., Калинина М. В. 2011. Некоторые особенности жизненного цикла самок шримса-медвежонка *Sclerocrangon salebroso* (Crustasea, Decapoda, Crangonidae) // Изв. ТИНРО. Т. 167. С. 54-62.

Иванов А.В., Стрелков А.А. 1949. Промысловые беспозвоночные дальневосточных морей. Описание, строение и атлас анатомии. Владивосток: ТИНРО. 101 с.

Мирошников В.В., Пискунов А.И., Мясоедов В.И. 1985. Исследования биологических ресурсов промысловых беспозвоночных с применением подводных обитаемых аппаратов // Исследование и рациональное использование биоресурсов дальневосточных и северных морей СССР. Тез. докл. Владивосток: ТИНРО. С. 94–95.

Мокрецова Н.Д., Дробязин Е.Н. 2000. Распределение и некоторые черты биологии шримса-медвежонка залива Петра Великого Японского моря // Изв. ТИНРО. Т. 127. С. 326-333.

Основные методы оценки численности и биомассы водных биологических ресурсов, величины запаса и его прогноза, оценки возможной доли изъятия, а также сбора данных, характеризующих численность, биомассу, величину запаса, а также биологических и промысловых данных, используемые в ФГУП "ТИНРО-Центр". 2013 // Владивосток: ФГУП "ТИНРО-Центр". 49 с.

Поляков А.В. 2008. Карт-Мастер 4.1. Построение и анализ карт распределения запаса. М.: ВНИРО. 183 с.

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. 1988. Метод сплайн-аппроксимации плотности для оценки запасов по результатам траловых донных съемок на примере креветки *Pandalus borealis* у Шпицбергена. // В кн.: "Морские промысловые беспозвоночные. Сборник научных трудов". М.: ВНИРО. С. 45-70.

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

61.06 - зона Японское море

61.05.1 - подзона Приморье

Исполнители: Д.А. Соколенко («ТИНРО»), А.Ю. Поваров («ХабаровскНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения. Материалом для составления прогноза для участка южнее мыса Золотой послужили данные комплексных траловых исследований, проведенных в Приморье от зал. Посыета до мыса Золотой в 2016-2022 гг. на глубинах от 13 до 760 м (табл. 1, 2). Также использованы данные ловушечных съемок 1995-2002 и 2013 гг. В 2020-2021 гг. исследований по данной группе не проводили. В мае-июне 2022 г. выполнена учетная траловая съемка на СТР «Дмитрий Песков» (173 станции) на глубинах 25-557 м (рис. 1). Полученные в ходе исследований данные позволяют проследить динамику биологического состояния поселений и ресурсов брюхоногих моллюсков. Однако их использование не всегда позволяет достаточно достоверно оценить запасы трубачей и получить представление о величине их пополнения, поскольку траления, как правило, проводятся по стандартной сетке станций, в районах, не всегда совпадающих с локализацией повышенных концентраций моллюсков.

Таблица 1

Объем материала, использованный при подготовке прогноза ОДУ трубачей на 2025 г. в зал. Петра Великого и сопредельных акваториях

Год	Название судна	Кол-во тралений	Взято на биоанализ, экз.	Диапазон глубин, м	Пром. запас, т*
2016	РКМРТ «Бухоро»	70	515	22-735	1257
2018	РКМРТ «Бухоро»	78	95	20-629	233
2019	СТР «Владимир Сафонов»	65	638	19-760	1858
2022	СТР «Дмитрий Песков»	57	178	25-517	469

Примечание. * – коэффициент уловистости = 0,5 [Шунтов и др., 2014].

Таблица 2

Объем материала, использованный при подготовке прогноза ОДУ трубачей на 2025 г. на участке от мыса Поворотный до мыса Золотой

Год	Название судна	Кол-во тралений	Взято на биоанализ, экз.	Диапазон глубин, м	Пром. запас, т*
2016	РКМРТ «Бухоро»	163	777	20-725	1604
2018	РКМРТ «Бухоро»	141	280	13-654	382
2019	СТР «Владимир Сафонов»	147	717	23-750	1532
2022	СТР «Дмитрий Песков»	116	463	25-557	2459

Примечание. *- коэффициент уловистости = 0,5 [Шунтов и др., 2014].

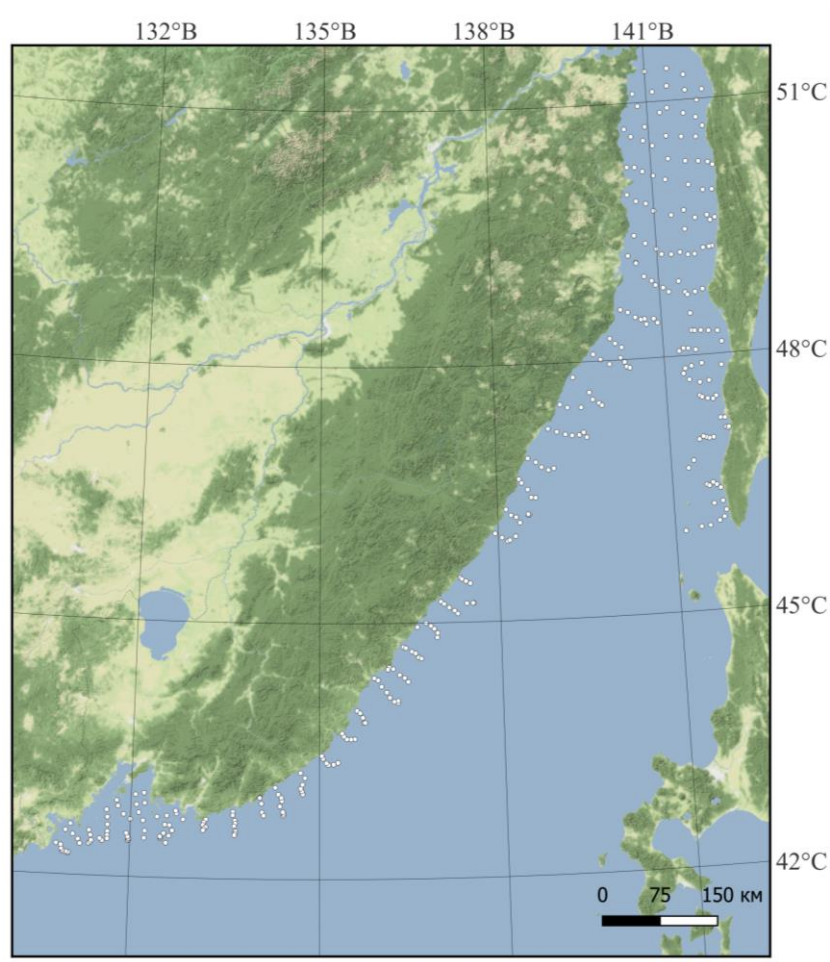


Рис. 1. Карта-схема траловых станций, выполненных в подзоне Приморье на НИС «Владимир Сафонов» и «Дмитрий Песков» в апреле-июне 2022 г.

Кроме этого, специфика орудий лова не позволяет учитывать молодь. Таким образом, оценка ресурсов на год или два вперед, является весьма проблематичной.

На участке севернее мыса Золотой оценка запасов осуществлялась по результатам траловой съемки, проведенной в апреле-мае 2022 г. на НИС «Владимир Сафонов» и НИС «Дмитрий Песков». Обследованы глубины от 26 до 611 м. Выполнено 64 станции (рис. 1). Всего на биоанализ взято 210 экз. моллюсков. Также для описания динамики запаса использованы материалы траловых съемок 2016-2020 гг.

Структура и качество доступного информационного обеспечения, согласно Приказу Росрыболовства №104 от 06.02.2015 г., соответствуют III уровню.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Оценка запасов выполнялась традиционными методами [Основные методы оценки..., 2013]. Расчет общей биомассы и численности на участке южнее мыса Золотой осуществляли методом многоугольников близости (диаграммы Вороного или полигоны Тиссена), построенных для каждой станции внутри батиметрических диапазонов [Борисовец и др., 2003], а также ГИС «КартМастер» [Бизиков и др., 2006; Поляков, 2008] с использованием метода сплайн-аппроксимации. Коэффициент уловистости трала (КУ) принят равным 0,5 как наиболее приемлемый для оценки запасов трубачей [Шунтов и др., 2014]. Параметр сглаживания принят равным 0,032, коэффициент влияния глубины – 1000.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. В настоящее время ТИНРО не располагает полной информацией об объемах вылова брюхоногих моллюсков в подзоне Приморье, поскольку она включает в себя освоение официальной квоты, прилов при промысле других гидробионтов, а также неучтенный вылов.

По данным Приморского территориального управления Росрыболовства, промышленный вылов трубачей в подзоне Приморье южнее мыса Золотой в 2022 г. составил 20,4 т (39,5% от рекомендованного для промышленного лова ОДУ в объеме 51,525 т). В 2015-2016 гг. вылов не осуществлялся, а в период с 2017 по 2023 г. объем добычи варьировал от 1,5 до 38,6 т (рис. 2).

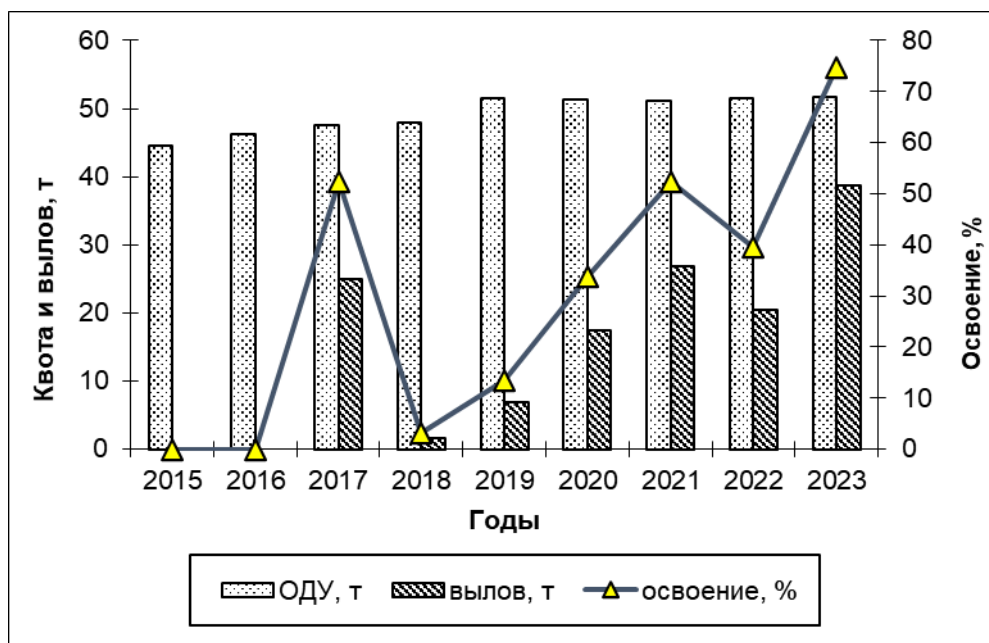


Рис. 2. Диаграмма соотношения ОДУ, вылова и степени освоения ресурсов трубачей за период 2015-2023 гг. (по данным Приморского территориального управления Росрыболовства) в подзоне Приморье южнее мыса Золотой

Добыча брюхоногих моллюсков в Татарском проливе севернее мыса Золотой с 2003 г. до 2006 г. проходила только в рамках контрольного и научного лова. В период контрольного лова максимальный вылов составлял 166 т. Начиная с 2011 г. существует промышленный лов. По данным Амурского территориального управления Росрыболовства, промысел трубачей в подзоне Приморье северной мыса Золотой в 2023 г. осуществляло одно судно, вылов которого составил 106 т (69,7% от ОДУ). За период 2012-2021 гг. объем вылова варьировал от 0,96 т до 128 т, в среднем 53 т. Максимальный вылов – 128 т отмечен в 2021 г. (табл. 3). Освоение во многом определяется невысокими концентрациями промысловых скоплений и недостаточной изученностью распределения трубачей.

Таблица 3

Сведения по вылову трубачей в подзоне Приморье севернее мыса Золотой по данным Амурского территориального управления Росрыболовства

Год	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ОДУ, т	122	113	113	113	113	152	152	152	152	152	152
Вылов, т	1,1	57,8	59,6	69,1	91,8	0,96	5,23	55,4	128	105,3	106
Освоение, %	0,9	51,2	52,7	61,2	81,2	0,6	3,4	36,4	84,2	69,3	69,7

Общий вылов трубачей во всей подзоне Приморье в 2023 г. составил 0,079 тыс. т – 38,9% от рекомендованного ОДУ в объеме 0,202 тыс. т.

Основные поселения трубачей в заливе Петра Великого и на участке от мыса Поворотный до мыса Золотой, сформированы в основном следующими видами: *Vissinum*

bayani (Jousseaume, 1883), *B. verkruezeni* Kobelt, 1882, *Neptunea constricta* (Dall, 1907), *N. intersculpta* (G.B. Sowerby III, 1899), *N. lyrata* (Gmelin, 1791), *N. polycostata* Scarlato, 1955 и *Lussivolutopsius emphaticus* (Dall, 1907). Другие представители семейства не вносят большого вклада в общую биомассу трубачей (табл. 4).

Таблица 4

Видовой состав и биомасса брюхоногих моллюсков на шельфе и свале глубин Приморского края в 2022 г.

Район Вид	Зал. Петра Великого		мыс Поворотный – мыс Золотой		Весь район	
	т*	%**	т*	%**	т*	%**
<i>Buccinum bayani</i>	61,4	13,0	558,7	22,5	620,1	21,0
<i>Buccinum verkruezeni</i>	25,7	5,5	52,2	2,1	77,9	2,6
<i>Lussivolutopsius emphaticus</i>	1,2	0,3	49,7	2,0	50,9	1,7
<i>Neptunea bulbacea</i>	85,4	18,1	20,6	0,8	106,0	3,6
<i>Neptunea constricta</i>	215,1	45,6	1150,5	46,3	1365,6	46,2
<i>Neptunea intersculpta</i>	29,4	6,2	342,6	13,8	372,0	12,6
<i>Neptunea lyrata</i>	11,4	2,4	90,1	3,6	101,5	3,4
<i>Neptunea polycostata</i>	42,1	8,9	222,8	9,0	264,9	9,0
Всего	471,7		2487,2		2959,0	

Примечание. т* – биомасса (КУ = 0,5), %** – доля от общей биомассы группы

Исследованиями, проводимыми в течение ряда лет в зал. Петра Великого и сопредельных акваториях (до глубины 300 м), показано, что область распространения и распределение промысловых видов брюхоногих моллюсков внутри их поселений на протяжении ряда лет остаются практически постоянными. До 2004 г. наиболее значимыми по численности и биомассе видами являлись *B. verkruezeni* и *N. constricta*. Доля других представителей родов *Buccinum* и *Neptunea* (*B. bayani*, *N. bulbacea*, *N. lyrata*, *N. polycostata*), встречающихся в уловах, суммарно не превышала 20% от общей биомассы трубачей. Для них были характерны относительно низкие плотности распределения. С 2004 г. отмечено снижение доли *B. verkruezeni* до уровня малочисленных видов. В настоящее время в уловах преобладают нептуны, на долю букцинумов приходится 5-18% от общей биомассы.

По мнению специалистов ТИПРО, снижение доли и, соответственно, биомассы *B. verkruezeni* в предыдущие годы в большей степени можно объяснить воздействием ловушечного промысла, которому в течение ряда лет подвергалось скопление. Поскольку *B. verkruezeni* по типу питания в большей степени падальщик, он сильнее реагирует на приманку, чем *N. constricta*, которая является хищником. Подтверждением тому являются ловушечные уловы 1995-2002 гг., доля нептуны в которых, как правило, не превышала 14%. После резкого снижения ресурса букцинумов, сократилась их доля и в ловушечных уловах. Исследования, проведенные в 2013 г., показали, что и в ловушечных уловах преобладали нептуны (табл. 5). Доля букцинумов не превышала 27% от общей биомассы трубачей.

Таблица 5

Ловушечные уловы брюхоногих моллюсков в зал. Петра Великого (г/ловушка) в 2013 г.

Вид	Min	Max	Средний
<i>B. bayani</i>	7,9	89,7	22,7
<i>B. verkruezeni</i>	4,5	30,5	14,9
<i>N. bulbacea</i>	21,5	252,2	100,4
<i>N. constricta</i>	8,7	287	54,9
<i>N. lyrata</i>	8,2	15,5	11,2
<i>N. polycostata</i>	15,7	115	39,7
Все виды	9,5	385,7	101,7

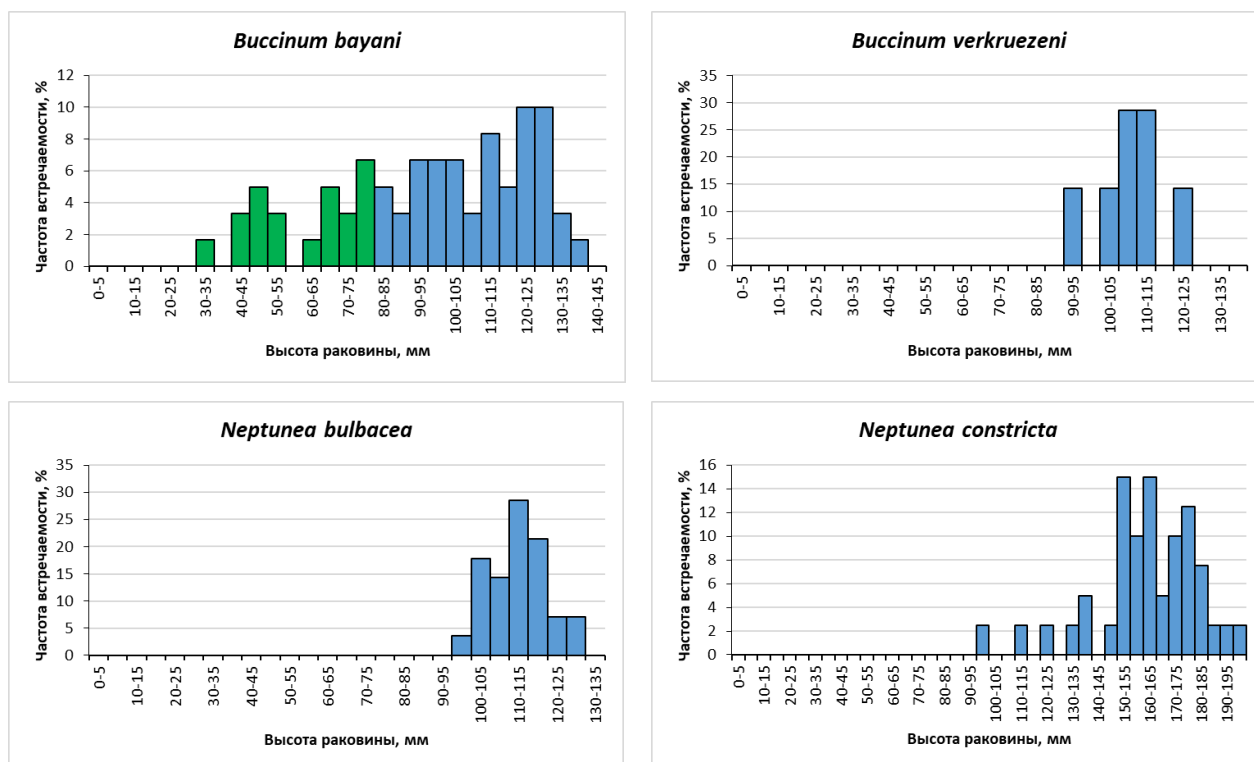
Результаты крабовой ловушечной съёмки, выполненной в апреле-июне 2022 г. на НИС «Зодиак» в подзоне Приморье также демонстрируют доминирование в уловах нептуней (55,8%), в то время как доля букцинумов составляет 34,6%, а доля доминирующего вида этого рода (*B. bayani*) – 30,8%.

По данным Приморского территориального управления Росрыболовства, промышленное освоение ресурсов брюхоногих моллюсков находится на крайне низком уровне. В настоящее время специалисты ТИНРО не располагают информацией о неучтенном вылове трубачей при траловом и ловушечном промысле других гидробионтов (рыб, крабов). Учитывая то, что поселения трубачей являются смешанными по видовому составу, негативное влияние промысла отразилось бы пропорционально на всех видах. Вылов трубачей при ловушечном промысле крабов потенциально может оказывать избирательное влияние на состояние поселений *B. verkruzeni*.

По данным съёмки на НИС «Дмитрий Песков», уловы трубачей в зал. Петра Великого в 2022 г. ($KU=0,5$) изменялись от 0,6 до 17,3 кг на стандартное часовое траление (среднее – $2,4\pm 0,47$ кг). Показатели биомассы моллюсков находились на уровне 17,1–479,5 кг/км², в среднем – $67,6\pm 13,12$ кг/км². Максимальные показатели отмечены в северо-восточной части залива на глубинах менее 40 м и в районе бровки шельфа на глубинах 100–130 м.

От мыса Поворотный до мыса Золотой уловы трубачей изменялись от 0,1 до 49,8 кг на стандартное траление, в среднем – $2,5\pm 0,54$ кг. Биомасса моллюсков варьировала от 3,1 до 1246,1 кг/км² при среднем показателе, равном $67,8\pm 13,96$ кг/км².

Анализ размерного состава уловов трубачей (рис. 3) в зал. Петра Великого показал, что в 2022 г. доля моллюсков непромыслового размера у *B. bayani* составила 30%, у *L. emphaticus* – 25%, у всех остальных видов непромысловые особи либо отсутствовали, либо на их долю приходилось не более 1,0%.



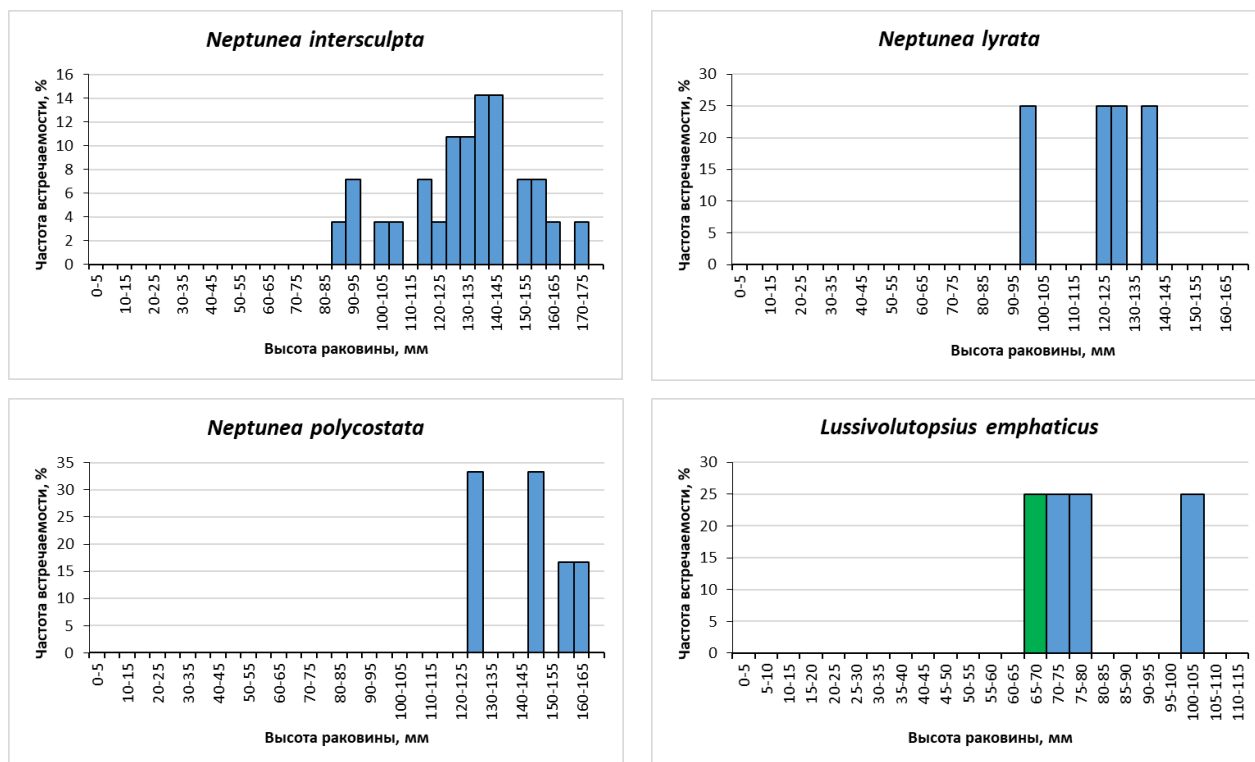


Рис. 3. Размерный состав уловов брюхоногих моллюсков в зал. Петра Великого в 2022 г.

В уловах *V. bayani* были отмечены моллюски размером 32-138 мм, при среднем показателе $94,8 \pm 3,6$ мм, доминирующая группа с высотой раковины 110-130 мм составила 33,3% от общей численности. В уловах *V. verkruzeni* присутствовали животные размером от 91 до 123 мм (средний размер $107,6 \pm 3,7$ мм), доминировали особи с высотой раковины 100-115 мм (71,4%).

Высота раковины особей *N. bulbacea* находилась в пределах 99-128 мм, при среднем показателе равном $112,1 \pm 1,4$ мм, доминировали моллюски размером 100-120 мм (82,1%). Размерный состав уловов *N. constricta* был представлен особями с высотой раковины от 97 до 196 мм, средний показатель – $163,5 \pm 3,3$ мм, животные размером 150-185 мм составили 75%.

В выборках *N. intersculpta* присутствовали моллюски размером 87-171 мм, средний показатель составил $131,6 \pm 4,1$ мм. Превалировали особи размером 125-145 мм (50,0%). Высота раковины *N. lyrata* изменялась от 99 до 138 мм (в среднем – $121,7 \pm 8,3$ мм). Уловы *N. polycostata* были представлены особями с высотой раковины 126-161 мм, средний показатель – $144,2 \pm 5,9$ мм.

По результатам исследований, проведенных в зал. Петра Великого и прилегающих акваториях, установлено, что в 2022 г. суммарный общий запас трубочей составил 472 т ($KY=0,5$) на площади 0,5 тыс. км², промысловый – 469 т, что почти в 4 раза ниже значений 2019 г. (соответственно 1955 т и 1858 т).

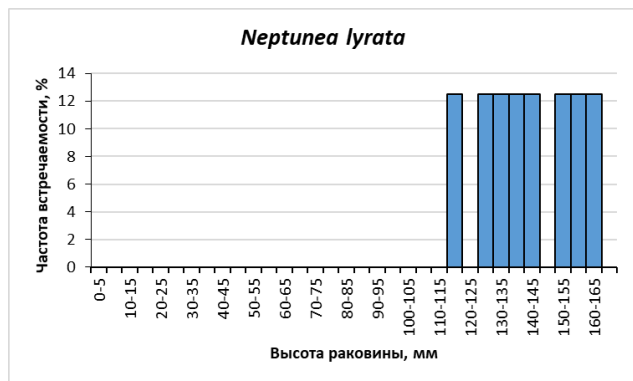
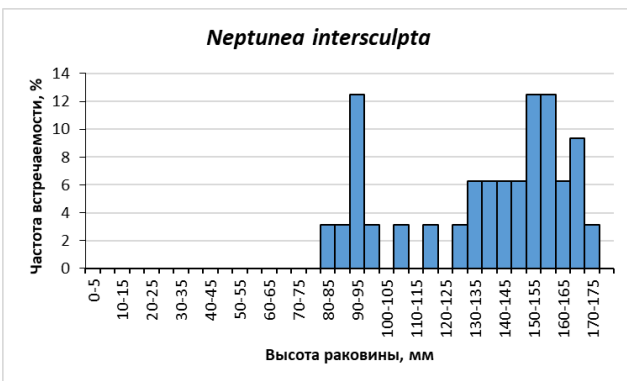
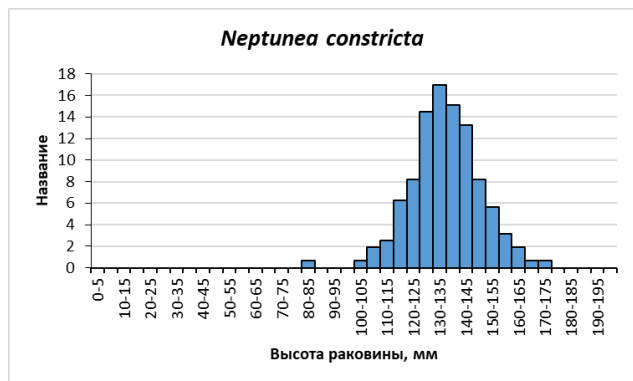
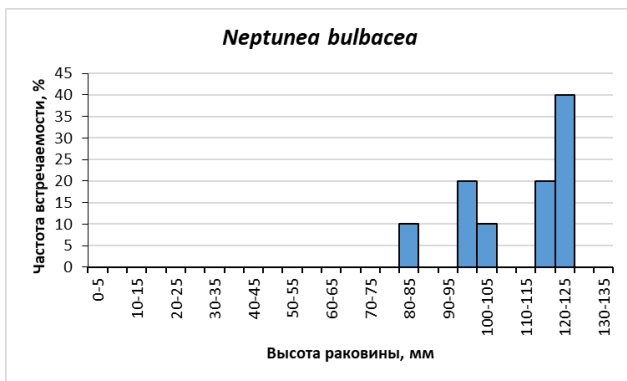
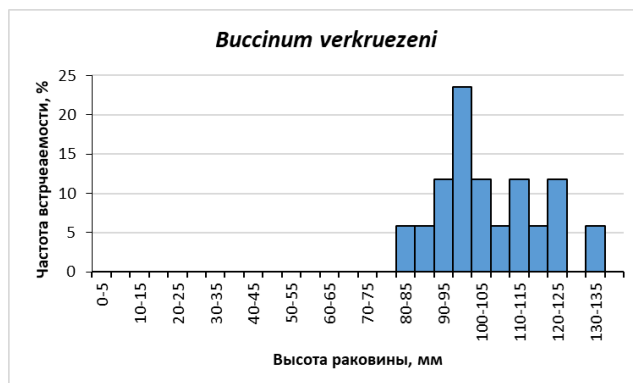
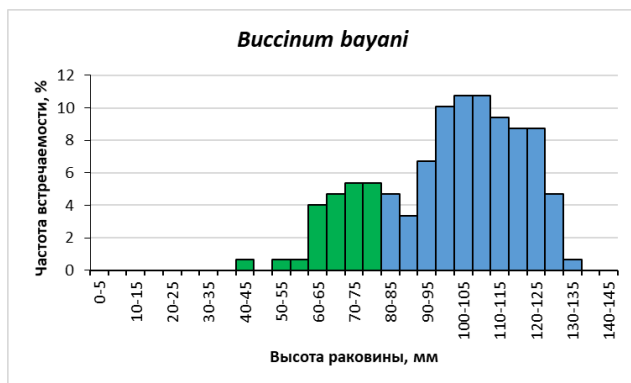
От мыса Поворотный до мыса Золотой в состав траловых уловов трубочей входили преимущественно особи промыслового размера. Максимальная доля непромысловых особей отмечена у *V. bayani* (21,5%), у *L. emphaticus* – 10,3%, в то время как у других видов выборки состояли только из промысловых экземпляров (рис. 4).

В выборки *V. bayani* входили моллюски размером 43-131 мм, в среднем – $97,8 \pm 1,6$ мм. Наиболее представлены были особи с высотой раковины 95-125 мм (58,4%) (рис. 4). Высота раковины *V. verkruezeni* варьировала в пределах 80-133 мм, средняя составила $103,3 \pm 3,3$ мм, доминировала размерная группа 95-105 мм (47,1%). *N. bulbacea* была представлена особями размером от 84 до 122 мм (средняя $110,5 \pm 4,4$ мм), превалировали моллюски размером 115-125 мм (60,0%).

В уловах *N. constricta* были отмечены особи размером 84-171 мм (в среднем – 134,2±1,1 мм), доминировали моллюски группы 125-145 мм (59,7%).

Размеры *N. intersculpta* изменялись от 84 до 171 мм (в среднем – 135,5±4,9 мм), наиболее представленными из них были особи с высотой раковины 150-170 мм (40,6%) (рис. 4). Выборка *N. lyrata* состояла из моллюсков размером 117-163 мм. Минимальный размер особей, встреченных в уловах *N. polycostata*, составил 101 мм, максимальный – 164 мм, средний – 135,8±3,4 мм (рис. 4).

На акватории от мыса Поворотный до мыса Золотой общий запас трубочей в 2022 г. был оценен в 2959 т, промысловый – 2928 т (КУ=0,5) на площади 1,9 тыс. км², что почти вдвое превышает оценки 2019 г.



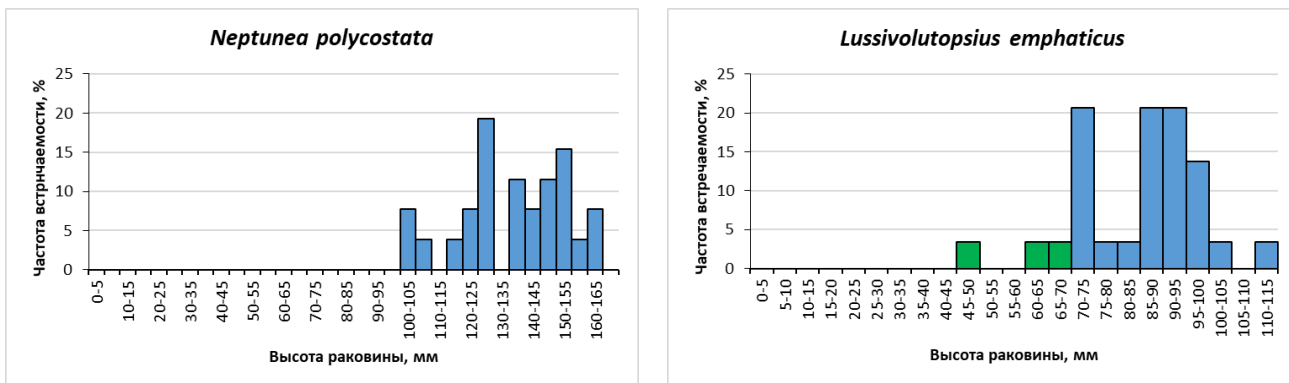


Рис. 4. Размерный состав уловов брюхоногих моллюсков на участке от мыса Поворотный до мыса Золотой в 2022 г.

В 2022 г. в уловах доминировала нептуея складчатая (*N. constricta*). Ее доля в уловах составляла 46,2% от общей биомассы трубочей. Основные скопления отмечены в зал. Петра Великого и акватории от зал. Ольги до мыса Золотой на глубинах 60-150 м.

Близкородственный вид *N. intersculpta* встречается в тех же районах, что и *N. constricta*, однако батиметрический диапазон её обитания смещен на большие глубины (120-650 м). Если в зал. Петра Великого *N. constricta* абсолютно доминировала как по частоте встречаемости, так и по биомассе, то за его пределами *N. intersculpta* уже выходит на третье место (13,8% от общей биомассы). Мелководный вид *N. bulbacea* имеет большие показатели обилия в заливе Петра Великого, чем за его пределами. Соотношения ресурсов *N. lyrata* и *N. polycostata* в обоих районах сходно, но их доля в уловах относительно невелика (табл. 4). Распределение биомассы трубочей приведено на рисунке 5.

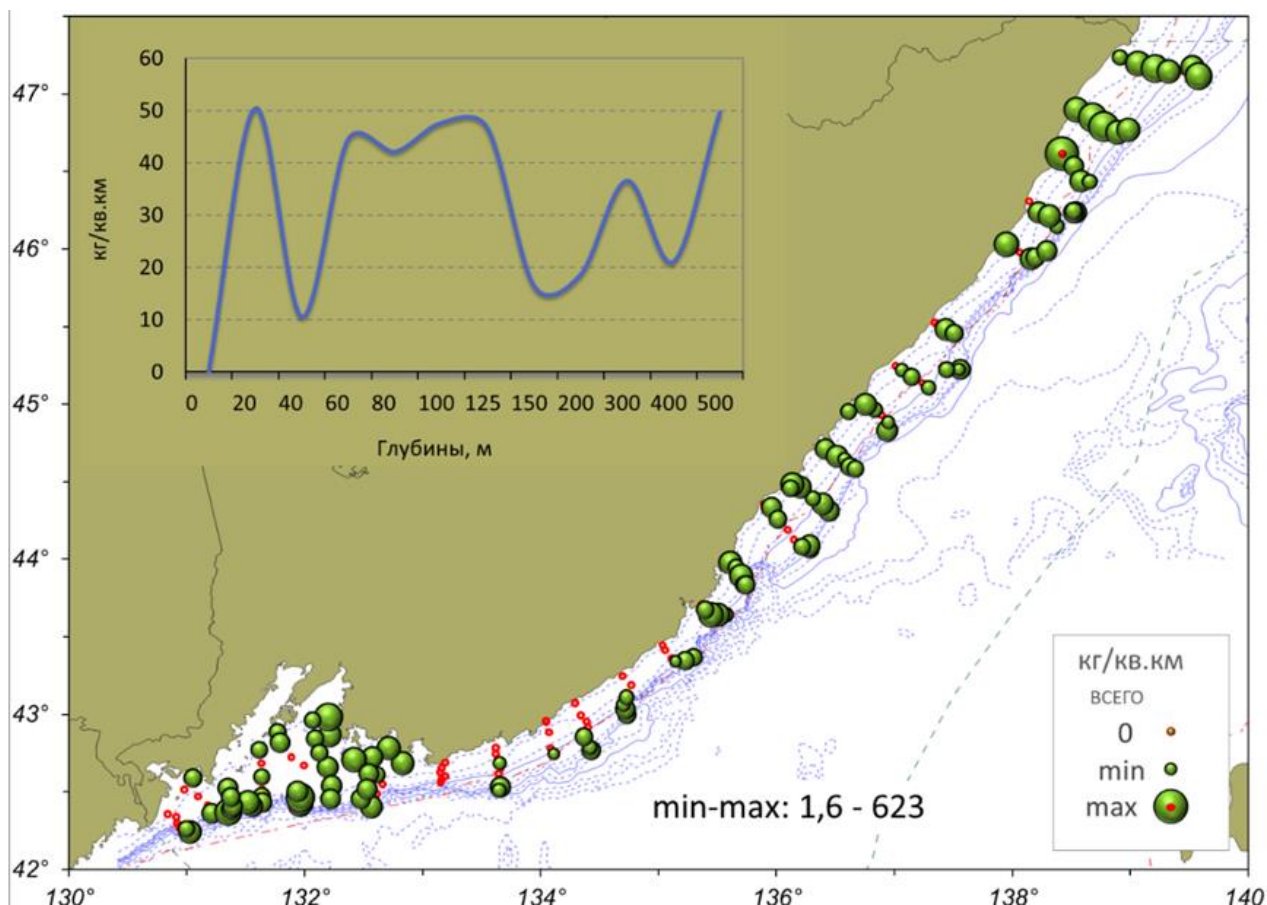


Рис. 5. Распределение биомассы трубочей на участке южнее мыса Золотой, 2022 г.

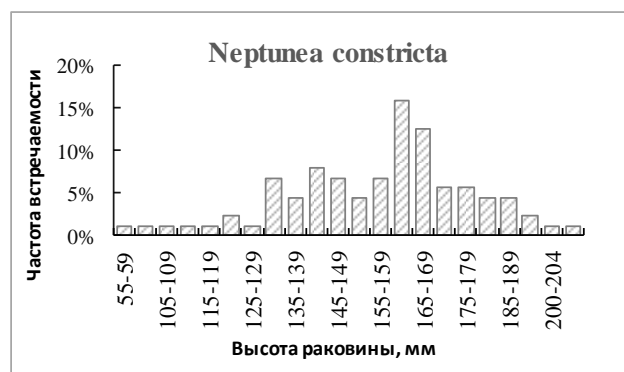
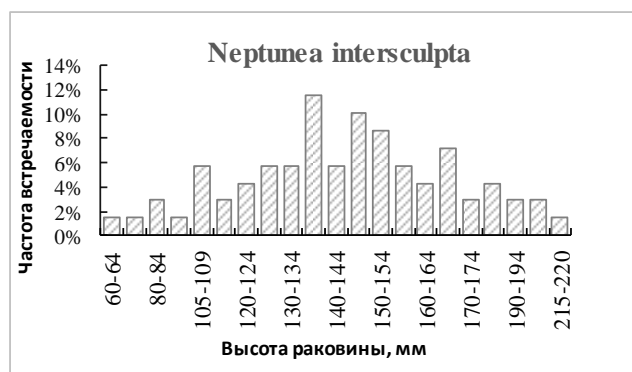
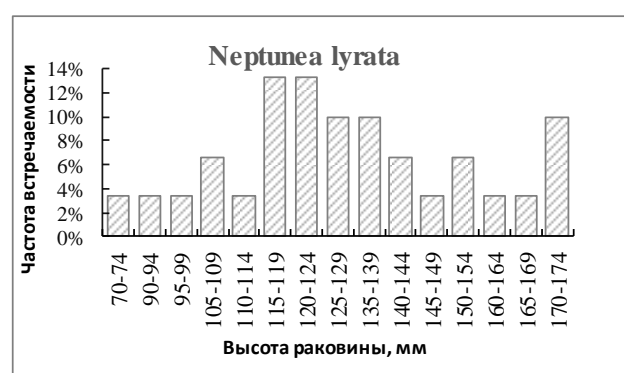
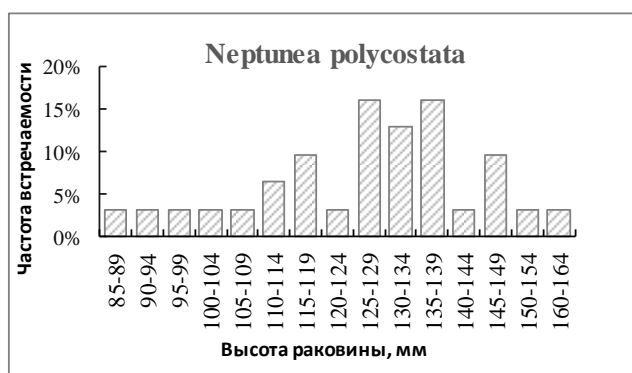
Эврибатный вид *B. bayani* встречается практически на всей исследованной акватории на глубинах от 60 до 522 м, стенобатный *B. verkruzeni* имеет гораздо более узкий батиметрический диапазон обитания (33-81 м) и за пределами зал. Петра Великого обнаружен от мыса Егорова до мыса Гиляк. По сравнению с данными съемки 2019 г., оценка ресурсов этих видов демонстрирует разнонаправленные тенденции: у *B. bayani* наблюдается увеличение биомассы в обоих районах, а у *B. verkruzeni* в зал. Петра Великого отмечено снижение запаса, в то время как в районе к северо-востоку от мыса Поворотный – увеличение.

В подзоне Приморье севернее мыса Золотой в ходе траловой съемки 2022 г. средний улов трубочей составил 3,2 экз./траление, максимальный – 18 экз./траление. В уловах трала среди моллюсков р. *Neptunea* преобладала *N. constricta* (73% от общей численности). Из промысловых моллюсков р. *Buccinum*, как и в прошлые годы, наиболее многочисленным был *B. bayani* (82% от общей численности). Размерные характеристики трубочей по результатам траловых съемок 2016-2022 гг. приведены в таблице 6 и рисунке 6.

Таблица 6

Размерные характеристики трубочей на участке севернее мыса Золотой по результатам траловых съемок 2016-2020 гг.

Год	<i>Buccinum bayani</i>	<i>Buccinum verkruzeni</i>	<i>Neptunea constricta</i>	<i>Neptunea bulbacea</i>	<i>Neptunea intersculpta</i>	<i>Neptunea lyrata</i>	<i>Neptunea polycostata</i>	Н экз.
2016	76-167 (128)	40-114 (90)	64-217 (151)	-	44-214 (140)	91-181 (137)	69-167 (119)	877
2018	67-151 (122)	-	97-202 (163)	110-144 (112)	106-197 (148)	69-156 (131)	109-157 (137)	174
2020	46-169 (106)	42-150 (88)	58-208 (156)	100-126 (111)	62-220 (143)	73-172 (131)	85-162 (127)	406



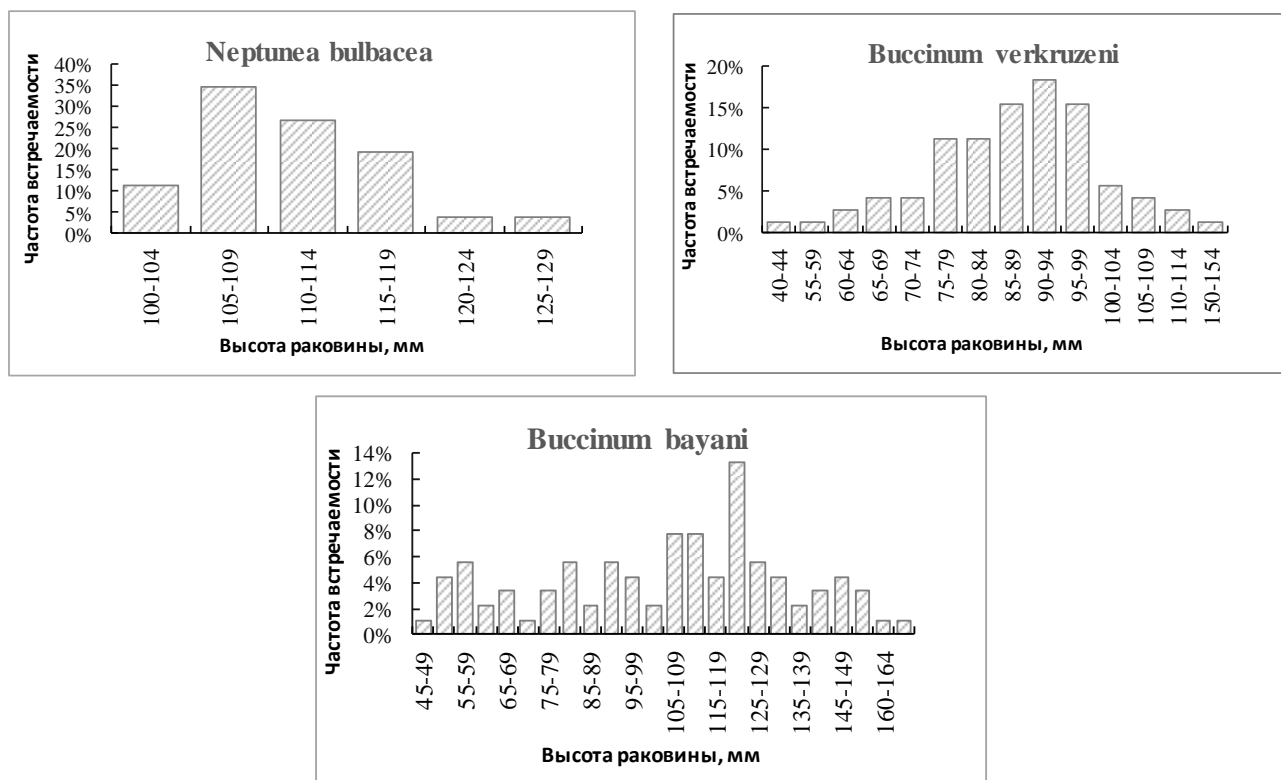


Рис. 6. Размерный состав уловов брюхоногих моллюсков по результатам траловой съемки в подзоне Приморье севернее мыса Золотой в апреле-мае 2022 г.

В уловах *B. bayani* были отмечены моллюски размером 32-166 мм, при среднем показателе 104,8 мм. Доля моллюсков *B. bayani* непромыслового размера составила в уловах 13,8% (рис. 6). Отмечено, что в последние годы особи *B. bayani* стали мельче в среднем на 23 мм по сравнению с 2016 г., что может являться косвенным показателем промысловой нагрузки на данный вид.

В уловах *B. verkruzeni* присутствовали животные размером от 54 до 119 мм, средний размер составил 88 мм. Размерный состав уловов самого массового вида *N. constricta* был представлен особями с высотой раковины от 80 до 219 мм, средний показатель – 149 мм. Высота раковины особей *N. bulbacea* находилась в пределах 104-122 мм, при среднем показателе равном 113 мм. В выборках *N. intersculpta* присутствовали моллюски размером 90-167 мм, средний показатель составил 134,4 мм. Превалировали особи размером 135-169 мм (53,6%). Высота раковины *N. lyrata* изменялась от 98 до 163 мм (в среднем – 131,5 мм) (рис. 6). В уловах *N. polycostata* были представлены особями с высотой раковины 140-151 мм, средний показатель – 145,5 мм. Все вышеперечисленные в уловах виды (*B. verkruzeni* и представители р. *Neptunea*) имели промысловые размеры.

Анализ межгодовой динамики размерного состава уловов моллюсков рода *Neptunea* показал, что в последние годы заметных изменений в размерной структуре популяции не происходило. Это косвенно свидетельствует о стабильном состоянии популяции моллюсков.

На участке севернее мыса Золотой плотные скопления трубачей встречаются агрегировано. Самый многочисленный вид в уловах – *N. constricta*, встречался по всему обследованному району на глубинах от 38 до 397 м. Максимальный улов 56 экз./час траления был отмечен в координатах 48°11,6'-12,0' с.ш. 140°08,9'-09,8' в.д., на глубине 80 м (рис. 7). Биомасса составила 1077 т. При доле особей, достигших промысловой меры 100%, промысловый запас оценен в 1077 т. *N. lyrata* отмечена на глубинах от 40 до 80 м. Максимальный улов 6 экз./час траления был зафиксирован на участке 52°23' с.ш. 141°25' в.д. на глубине 39 м (рис. 8). Средний улов – 1,5 экз./траление. При доле особей,

достигших промысловой меры 100%, промысловый запас оценен в 107 т.

Вторым по биомассе видом была *N. intersculpta*. Предпочитаемые глубины от 38 до 510 м. Максимальный улов – 12 экз./час траления (47°55' с.ш.-140°20' в.д., глубина 388 м) (рис. 9). Расчетная биомасса составила 219 т. При 100% промысловых особей промысловый запас составил 219 т. Основное скопление *B. bayani* было отмечено на участке 48°51,2' с.ш. 140°56,6' в.д. на глубине 165 м (рис. 10). Максимальный улов – 30 экз./час траления. Биомасса оценена в 384 т. Промысловый запас – 366 т. Промысловый запас прочих, встречающихся в уловах, промысловых брюхоногих моллюсков (*N. polycostata*, *N. bulbacea*, *B. verkruezeni*) составил в сумме 43 т. Общая величина промыслового запаса трубачей, по результатам траловой съемки в июне 2022 г. – 1812 т (табл. 8).

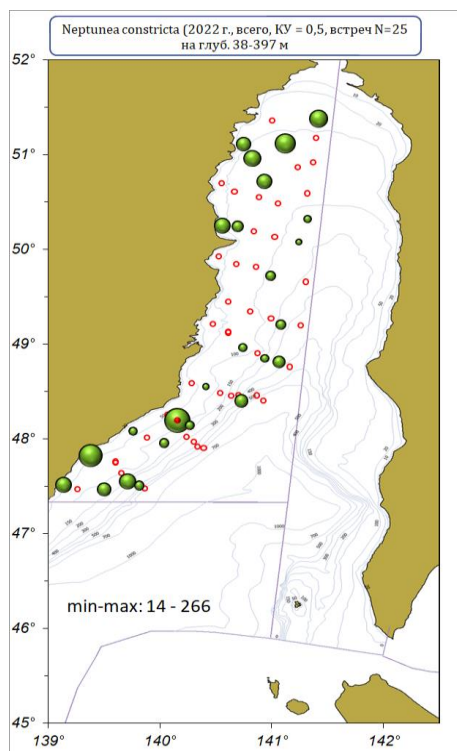


Рис. 7. Распределение *N. constricta* по результатам траловой съемки в апреле-мае 2022 г.

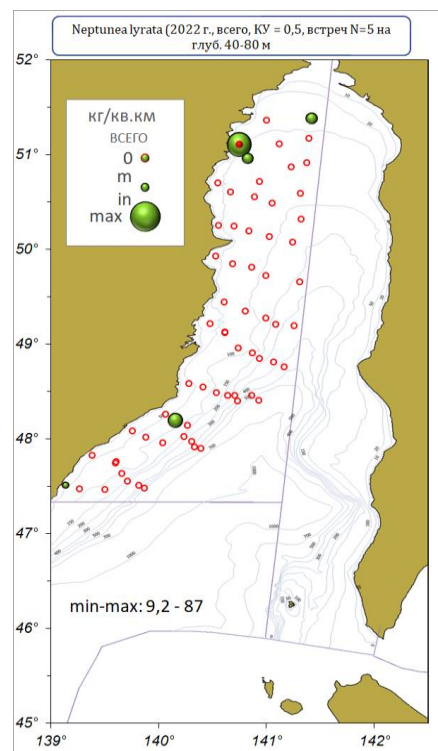


Рис. 8. Распределение *N. lyrata* по результатам траловой съемки в апреле-мае 2022 г.

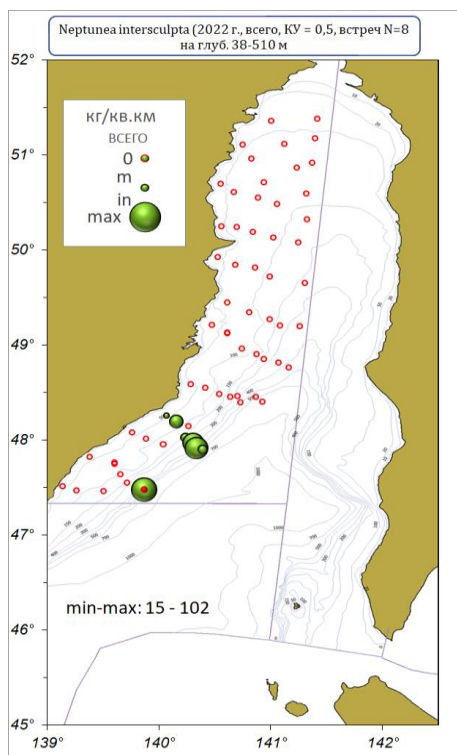


Рис. 9. Распределение *N. intersculpta* по результатам траловой съемки в апреле-мае 2022 г.

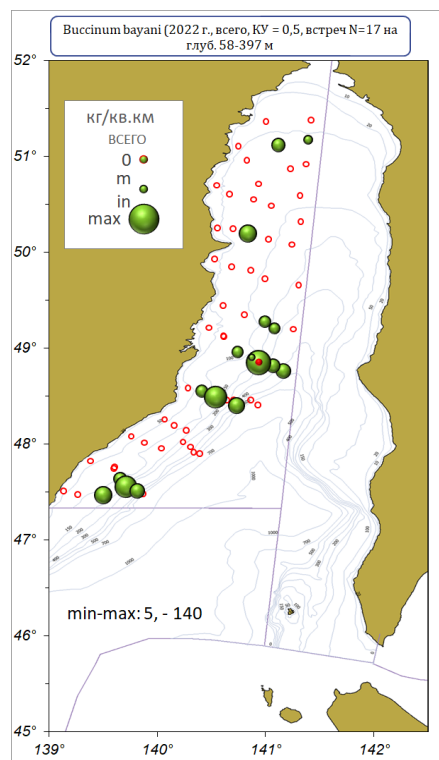


Рис. 10. Распределение *B. bayani* по результатам траловой съемки в апреле-мае 2022 г.

Таблица 8

Запас трубочей по результатам исследований 2022 г. на участке севернее мыса Золотой

Вид	Численность, тыс. шт.	Биомасса, т	Промысловый запас, т
<i>B. bayani bayani</i>	3316	384	366
<i>N. polycostata</i>	87,7	27	27
<i>N. bulbacea</i>	112,4	15	15
<i>N. lyrata</i>	583,4	107	107
<i>N. constricta</i>	4430	1077	1077
<i>N. intersculpta</i>	1037,3	219	219
<i>B. verkruezeni</i>	7,1	1	1
Итого	9573,9	1830	1812

Необходимо отметить, что для северо-западной части Татарского пролива (севернее мыса Золотой) характерны задиристые грунты, поэтому траловой съемкой не всегда учитываются основные концентрации ресурса. Работа трала зависит, как от человеческого фактора, так и от многих внешних условий среды: глубины, грунта, направления и скорости течения по отношению к движению трала и т.д. Значительные колебания запаса и численности трубочей в районе работ в разные годы, в том числе и 2022 г., являются, по нашему мнению, в основном, результатом влияния указанных выше условий на работу трала (табл. 9).

Таблица 9

Общий запас моллюсков р. *Buccinum* и р. *Neptunea* по результатам исследований в северо-западной части Татарского пролива в 2011-2022 гг.

Род	Общий запас, т									
	Год									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2018	2020	2022	

Род	Общий запас, т								
	Год								
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2018	2020	2022
<i>p. Vuccinum</i>	2921	907	1114	397	1063	768 (1152) ¹	3504 (5256) ¹	670 ¹	385 ¹
<i>p. Neptunea</i>	3935	1815	5130	1653	3160	4980 (7470) ¹	7368 (11052) ¹	1978 ¹	1445 ¹
Всего	6856	2722	6244	2663	4223	5748 (8622) ¹	10872 (16308) ¹	2648 ¹	1830 ¹
Источник информации	НИС "Бухоро" траловая съёмка	НИС "Бухоро" траловая съёмка	НИС "Бухоро" траловая съёмка	НИС "Бухоро" траловая съёмка	НИС "Бухоро" траловая съёмка	НИС "Бухоро" траловая съёмка	НИС "Бухоро" траловая съёмка	НИС "Владимир Сафонов" траловая съёмка	НИС "Владимир Сафонов", НИС "Дмитрий Песков" траловая съёмка

¹- коэффициент уловистости = 0,5

Определение биологических ориентиров и обоснование правила регулирования промысла. В настоящее время, ввиду недостаточного уровня информационного обеспечения, определить биологические ориентиры управления и обосновать правило регулирования промысла трубачей в подзоне Приморье не представляется возможным.

Прогнозирование состояния запаса. Расчет запасов трубачей на участке южнее мыса Золотой осуществлялся методом многоугольников близости (диаграмм Вороного), построенных с учетом батиметрических диапазонов. Рассчитывался общий запас моллюсков сем. Vuccinidae, так как при промысловом изъятии улов не дифференцируется по видам. До 2018 г. коэффициент уловистости трала, как и в предыдущие годы, принимался равным 0,75 [Пискунов, 1985; Планирование..., 2005]. С 2019 г., учитывая исследования, которые позволили более дифференцировано подойти к определению коэффициента уловистости [Шунтов и др., 2014], применяется показатель КУ, равный 0,5, как наиболее приемлемый для оценки запасов трубачей.

Общий запас трубачей в подзоне Приморье южнее мыса Золотой составил 2,959 тыс. т, промысловый – 2,928 тыс. т на площади 3,0 тыс. км². Учитывая низкий уровень освоения ресурсов трубачей в последние годы, можно предположить, что к 2025 г. значительного снижения запаса не произойдет.

В подзоне Приморье севернее мыса Золотой оцененный промысловый запас для моллюсков рода *Vuccinum*, по данным траловой съёмки 2022 г., составил 367 т, для рода *Neptunea* – 1445 т. При этом необходимо учитывать, что реально эксплуатируемый промыслом запас трубачей состоит, в основном, из моллюсков р. *Vuccinum*, и, частично, из моллюсков р. *Neptunea*, так как последние хуже облавливаются ловушками. Однако, имея крупные размеры и массу (в том числе за счет раковины), нептуеи по общей массе в уловах сравнимы с представителями промысловых видов моллюсков р. *Vuccinum*.

Анализ ловушечных уловов показал, что частота встречаемости по массе составляет для представителей р. *Neptunea*, в среднем 47,4%. По имеющимся данным для *N. constricta* встречаемость по массе в уловах равна 27,4%; *N. poiycostata* – 11,7%; *N. lyrata* – 10,9%. Для *N. bulbacea* и *N. intersculpta* таких сведений нет. Предположительно их масса может составлять 3,0 и 10,0% от улова. Исходя из частоты встречаемости по массе указанных видов в уловах, находим величину промыслового запаса, которая будет задействована промыслом. Пересчитанные величины промыслового запаса, с учетом попадания моллюсков в ловушку представлены в таблице 10.

Таблица 10

Промысловый и доступный ловушечному промыслу запас моллюсков рода *Neptunea* на участке севернее мыса Золотой в 2022 г.

Вид	Промысловый запас, т	Промысловый запас, доступный промыслу, т
<i>N. polycostata</i>	27	3,2
<i>N. bulbacea</i>	15	1
<i>N. lyrata</i>	107	11,7
<i>N. constricta</i>	1077	295
<i>N. intersculpta</i>	219	21,9
Итого	1445	332,8

Таким образом, доступный промысловый запас моллюсков рода *Neptunea* в 2022 г. оценен в 332,8 т. Общий промысловый запас трубачей по району, с учетом моллюсков р. *Vuccinum* (367 т) – 700 т. Учитывая низкую промысловую нагрузку при добыче трубачей и степень их освоения, можно предположить, что величина биомассы не претерпит существенных изменений и промысловый запас на 2025 г. будет не менее 700 т.

Предполагается, что в подзоне Приморье суммарный промысловый запас трубачей в 2025 г. составит не менее 3,628 тыс. т.

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Промысловый запас трубачей на 2025 г. в подзоне Приморье прогнозируется на уровне не менее 3,628 тыс. т (2,928 тыс. т в районе южнее мыса Золотой и 0,700 тыс. т – в районе севернее мыса Золотой). С учетом оцененного запаса трубачей и состояния их поселений в прибрежной зоне Приморского края, ОДУ на участке южнее мыса Золотой в 2025 г. рекомендуется в объеме 0,050 тыс. т. Эта величина составляет менее 2% от промыслового запаса и не является максимальной. Ее увеличение в настоящее время не считаем целесообразным, учитывая недостаточный спрос промышленности к этому ресурсу. Учитывая стабильное состояние промыслового запаса трубачей на участке севернее мыса Золотой, наиболее оптимально будет установить ОДУ на 2025 г. на уровне последних лет – в объеме 0,152 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ трубачей в подзоне Приморье на 2025 г. в объёме 0,202 тыс. т.**

Литература

Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. 2006. Новая географическая информационная система «КартМастер» для обработки данных биоресурсных съемок // VII Всероссийская конференция по промысловым беспозвоночным (памяти Б.Г. Иванова): Тезисы докладов. М.: Изд-во ВНИРО. С. 18-24.

Борисовец Е.Э., Вдовин А.Н., Панченко В.В. 2003. Оценки запасов керчаков по данным учетных траловых съемок залива Петра Великого // Вопросы рыболовства. Т. 4. № 1 (13). С. 157-170.

Основные методы оценки численности и биомассы водных биологических ресурсов, величины запаса и его прогноза, оценки возможной доли изъятия, а также сбора данных, характеризующих численность, биомассу, величину запаса, а также биологических и промысловых данных, используемые в ФГУП "ТИНРО-Центре". 2013 // Владивосток: ФГУП "ТИНРО-Центр". 49 с.

Пискунов А.И. Основные черты экологии, распределения и промысел брюхоногих моллюсков сем. Vuccinidae на шельфе Охотского моря: Сводный отчет / ТИНРО. № 19635. Владивосток, 1985. 314 с.

Планирование, организация и обеспечение исследований рыбных ресурсов дальневосточных морей России и северо-западной части Тихого океана. Владивосток : ТИНРО-Центр, 2005. с. 51.

Поляков А.В. 2008. КартМастер 4.1. Построение и анализ карт распределения запаса. М.: ВНИРО. 183 с.

Шунтов В.П., Волвенко И.В., Кулик В.В., Бочаров Л.Н. 2014. Макрофауна бентали северо-западной части Японского моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы

Морские гребешки (виды родов *Chlamys*, *Mizuhopecten*, *Swiftopecten*)

61.06 - зона Японское море

61.05.1 - подзона Приморье

Исполнители: Д.А. Соколенко, Л.Г. Седова, Д.Т. Карпенко («ТИНРО»), П.А. Дуленина («ХабаровскНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения

Участок подзоны Приморье южнее мыса Золотой

Гребешок приморский и гребешок Свифта. Информация о современном состоянии поселений этих видов дается по результатам комплексных водолазных исследований в водах Приморского края в 2010-2021 гг. с использованием полученных ранее данных [Седова, Соколенко, 2014, 2015а; Соколенко, Седова, 2023]. При проведении работ использовали стандартные гидробиологические методы [Блинова и др., 2003]. До 2017 г. ежегодно выполнялось более 1000 водолазных станций от уреза воды до глубины 20 м, затем, в связи с сокращением сроков проведения комплексных исследований, в 2017 г. было выполнено 656, в 2019 г. – 747, в 2020 г. – 644, в 2021 г. – 307 учетных водолазных станций. В 2021-2022 гг. запасы видов не оценивались, проводились мониторинговые работы по оценке состояния поселений в отдельных районах. В 2023 г. исследований не проводили. Сбор проб на каждой станции осуществлялся с площади 1 м². Всех собранных особей измеряли и определяли индивидуальную массу.

Гребешок японский. Информация о состоянии поселений гребешка японского была получена при проведении комплексных водолазных исследований по беспозвоночным в водах Приморья в 2015-2022 гг., также использованы ранее полученные сведения [Седова, Соколенко, 2016]. В 2015 г. были исследованы поселения гребешка японского в бухтах Экспедиции и Новгородская залива Посыета (120 станций), в районе о. Попова и Русский в 2017-2018 г. – 156 станций, в 2020 г. – 96 станций, в 2021 г. – 30 станций, в 2022 г. – 3 станции (о. Попова), в 2023 г. – 17 станций (акватории о. Русский). Были применены стандартные гидробиологические методы [Блинова и др., 2003]. Разрезы располагались перпендикулярно береговой линии через 200-300 м друг от друга. На каждом разрезе выполняли от 3 до 8 водолазных станций на глубинах 1-10 м. Сбор материала на каждой станции осуществляли с рамки площадью 1 м². Всех собранных особей измеряли, определяли индивидуальную массу.

Единовременно охватить учетными съемками все имеющиеся поселения гребешков приморского, Свифта и японского в подзоне Приморье южнее мыса Золотой не представляется возможным ни по временным, ни по финансовым соображениям. Поэтому мы придерживаемся допущения об относительной стабильности поселений в период времени, сопоставимый со средним сроком жизни моллюсков (не менее 10 лет) при отсутствии катастрофических явлений (тайфуны, сильные шторма и т.п.) и официального промысла.

Гребешок бело-розовый. В основу прогноза положены результаты учетных траловых съёмок, выполненных в 2022 г. на НИС "Дмитрий Песков", с использованием ранее полученных данных на РКМРТ «Бухоро» в подзоне Приморье в 2013-2018 гг. и СТР «Владимир Сафонов» в 2019 г. Траления выполнялись донным тралом ДТ/ТВ 27,1/24,4 м с ячеей 30 мм в кутцовой части.

В марте-мае 2013 г. выполнена траловая съемка в диапазоне глубин 20-1000 м (231 станция) на площади более 55 тыс. км². В 2014-2015 гг. в прибрежье Приморского края проводились гидробиологические съемки в диапазоне глубин 10-750 м (294 станции). В марте-мае 2016 г. выполнена траловая съемка в диапазоне глубин 15-735 м (212 станций). В 2018 г. в подзоне Приморье южнее мыса Золотой было выполнено 168 траловых станций на глубинах 20-654 м. В апреле-июне 2019 г. выполнено 212 станций в диапазоне

глубин 19-820 м, в мае-июне 2022 г. – 174 траловые станции на глубинах 25-557 м. В 2023 г. исследований не проводили.

Участок подзоны Приморье севернее мыса Золотой

Гребешок приморский и гребешок Свифта. Данные о современном состоянии ресурсов гребешка приморского получены в результате комплексной водолазной гидробиологической съемки на НИС РС «Убежденный» в сублиторальной зоне северо-западной части Татарского пролива от залива Накатова на севере до мыса Аварийного на юге в период с 26 июня по 11 июля 2021 г. (рис. 1).

Разрезы выполняли из серий станций перпендикулярно берегу на глубинах от 3 до 20 м. Расстояние между разрезами зависело от однородности рельефа и подводной растительности и составляло от 0,5 до 6 миль. Количество станций на разрезе – от 3 до 6 на расстоянии от 15 до 1000 м друг от друга, в зависимости от уклона дна.

Параллельно и одновременно с водолажными станциями выполняли погружения ТНПА с фото- и видеозаписью участков дна. Треки передвижений и координаты станций записывали при помощи мобильной ГИС, фотоматериалы геореферировали. Результаты обработки водолажных проб вносили в стандартизированные электронные таблицы. Всего выполнено 400 водолажных станций и 409 станций с использованием ТНПА.

Проведен биоанализ 420 экз. гребешка приморского и 123 экз. гребешка Свифта.



Рис. 1. Карта-схема станций, выполненных во время водолажной гидробиологической съемки в северо-западной части Татарского пролива в июне-июле 2021 г.

Дополнительно использованы материалы, полученные во время работы с ООО «ВПК» на КЛС «Байкал» при выполнении дражной съемки по кукумарии японской в северо-западной части Татарского пролива от бух. Аджима на юге до мыса Южный на севере в период с 21 июля по 7 августа 2018 г. Гребешок учитывался в качестве прилова и после всех измерений возвращался в естественную среду обитания. Всего промерено 358 экз. моллюсков. Также приведены опросные данные местных жителей и рыбаков-

любителей в 2022 г. В 2023 г. исследований не проводили.

Полноценные водолазные съемки, охватывающие все побережье, или хотя бы значительную часть прибрежной зоны района, проведены только в 2010 и 2021 гг., дражные съемки – в 2003 и 2018 гг. Остальные исследования выполнены с борта маломерных судов, и, по необходимости, охватывали только отдельные участки вдоль побережья. Вследствие этого, мы имеем III уровень информационного обеспечения прогноза, а обоснование ОДУ может строиться только на эмпирических и трендовых методах.

Вместе с тем, характеристики поселений на отдельных участках побережья репрезентативны и достаточно полны. Они позволяют делать выводы об изменениях плотности, биомассы, размерно-массовых характеристик и относительных уловов, произошедших в течение нескольких лет.

В целом, информационную обеспеченность прогноза можно признать удовлетворительной, соответствует III-ему уровню.

Обоснование выбора методов оценки запаса

Участок подзоны Приморье южнее мыса Золотой. Оценка запасов выполнялась традиционными методами, утвержденными во ФГБНУ «ТИНРО-Центр» 29 марта 2013 г., как основные методы оценки численности и биомассы водных биологических ресурсов, величины запаса и его прогноза, оценки возможной доли изъятия [Основные методы оценки..., 2013], включая метод диаграмм Вороного (полигоны Тиссена) [Борисовец и др., 2003]. Для расчета запасов гребешка бело-розового также применяли ГИС «КартМастер» [Поляков, 2008] с использованием метода сплайн-аппроксимации. Коэффициент уловистости гребешка бело-розового (КУ) тралом принят за 0,5.

Для подготовки картографических материалов использовали геоинформационную систему MapInfo Professional. Статистическую обработку полученных данных проводили с применением статистических программ и геоинформационных систем (STATISTICA, Microsoft Excel, MapInfo, ArcView).

Участок подзоны Приморье севернее мыса Золотой. Оценку запаса можно выполнить методами водолазной съемки, при помощи использования систем подводного видеонаблюдения и подводных роботов (ТНПА) и методом дражной съемки. Что касается систем подводного видеонаблюдения и подводных роботов, принципиальное ограничение их использования заключается в том, что с их помощью невозможно достать материал со дна для выполнения биоанализа. Поэтому их целесообразно применять в сочетании с методами, обеспечивающими возможность изъятия моллюсков.

В 2021 г. исследования проводились методом водолазной съемки, выполненной по стандартным методикам [Блинова и др., 2003]. Собранный материал с протяженной площади позволил получить достоверную информацию о состоянии популяции и плотности поселений гребешка приморского в районе исследования. Расчет запаса и площади поселений гребешка проводился методом средней. Для подготовки картографических материалов использовали геоинформационную систему QGIS 3.16. Для оценки состояния поселений гребешка на недоступных для водолаза глубинах были дополнены сведениями, полученными при использовании ТНПА. Таким образом, использованные методы дополняют друг друга, позволяя получить максимально полную характеристику запаса гребешков.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. *Гребешок приморский* обитает на песчаных и илисто-песчаных грунтах с включением ракушки, гальки и гравия, становится половозрелым на третьем году жизни. Промысловая мера – 120 мм по высоте раковины.

В зал. Петра Великого промысел гребешка осуществлялся в 1920-1937-х годах, в 1950-е годы, в связи со снижением его численности, промысел был закрыт. В настоящее время, согласно Правилам рыболовства, промышленный лов гребешка приморского в подзоне Приморье запрещен, официально в небольших количествах его вылавливают при

проведении НИР. В зал. Петра Великого наибольшие ресурсы гребешка сосредоточены в районах от устья реки Туманная до границы ДВГМПБЗ и архипелага Императрицы Евгении (острова Попова, Рейнеке, Рикорда, Русский) (рис. 2).

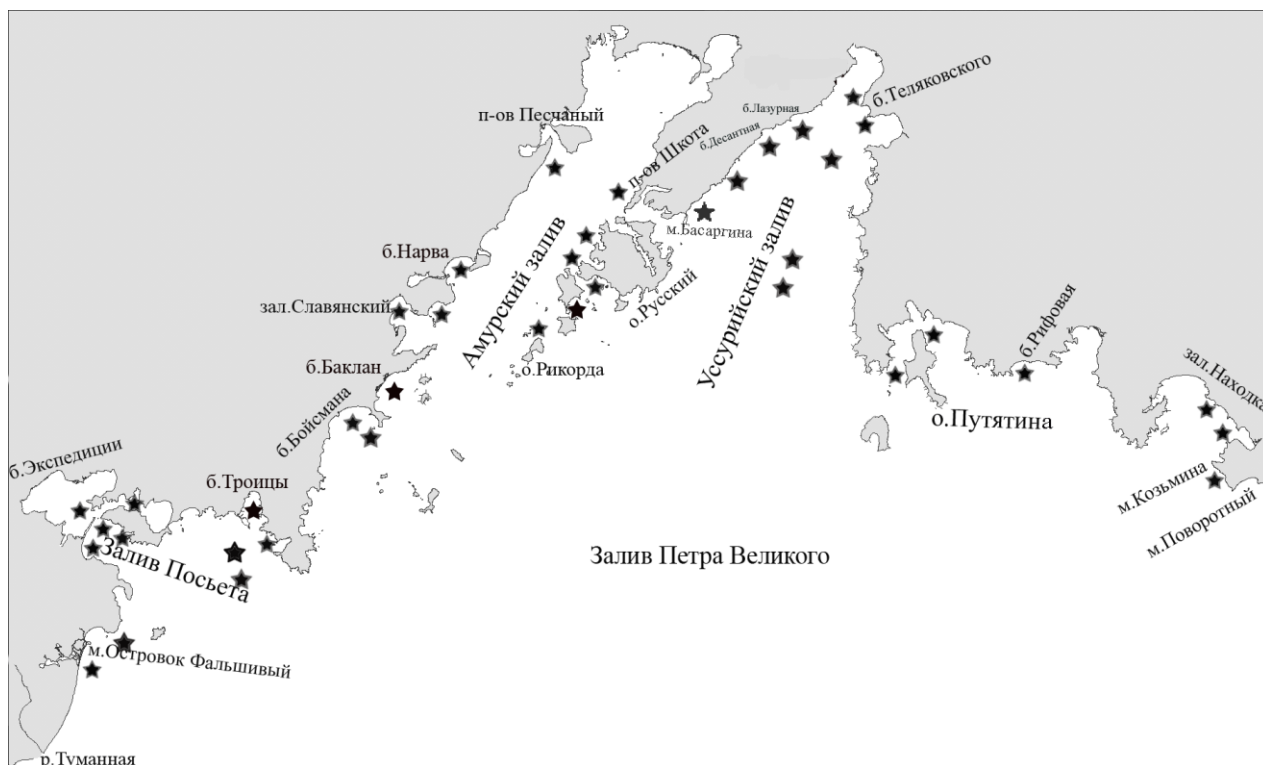


Рис. 2. Места поселений гребешка приморского в заливе Петра Великого

В зал. Петра Великого плотность поселений гребешка низкая (0,01-0,2 экз./м²), биомасса – 1-35 г/м². Более высокие показатели были отмечены в районе устья реки Туманная, Амурском заливе, районе архипелага Императрицы Евгении. По исследованиям, проведенным в разные годы, наименьшая доля особей непромыслового размера была отмечена в районе устья реки Туманная и бух. Рифовая (0,1-4,3%), наибольшая – в Амурском заливе (93,1%), районе архипелага Императрицы Евгении (54,5-81,0%), в Уссурийском заливе (31,9-65,5%).

В 2016 г. в поселениях гребешка в бух. Рейд Паллада преобладали особи с высотой раковины 105-110 мм (9,5%) и 120-150 мм (71,4%) (рис. 3); в бух. Баклан – с высотой раковины 110-115 мм (13,3%) и 125-135 мм (26,7%) (рис. 4). В районе архипелага Императрицы Евгении в 2017 г. преобладали особи с высотой раковины 85-105 мм (52,8%) (рис. 5). В 2020 г. преобладали моллюски размером 80-90 мм (31,8%) и 120-125 мм (18,2%).

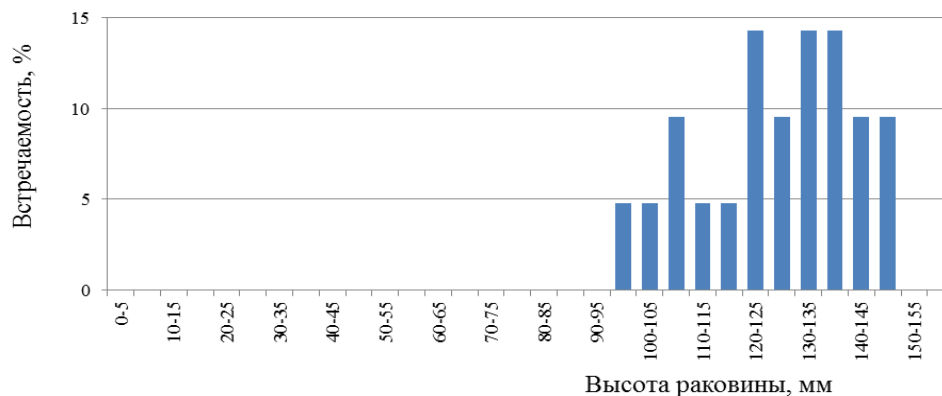


Рис. 3. Размерный состав поселения гребешка приморского в бух. Рейд Паллада, 2016 г.

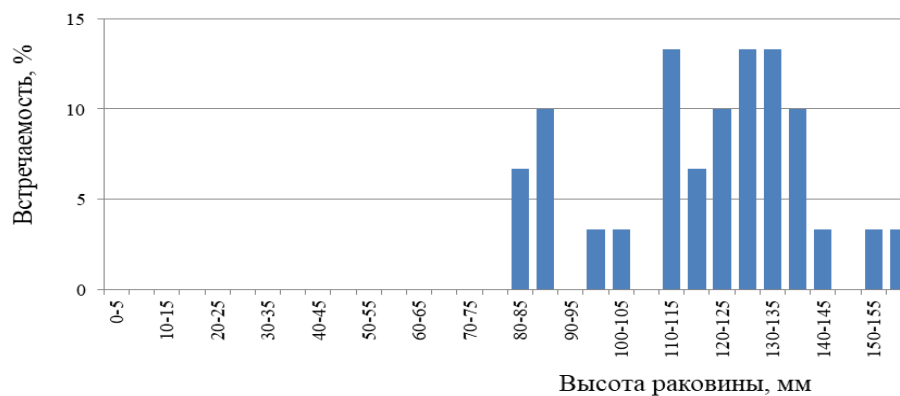


Рис. 4. Размерный состав поселения гребешка приморского в бух. Баклан, 2016 г.

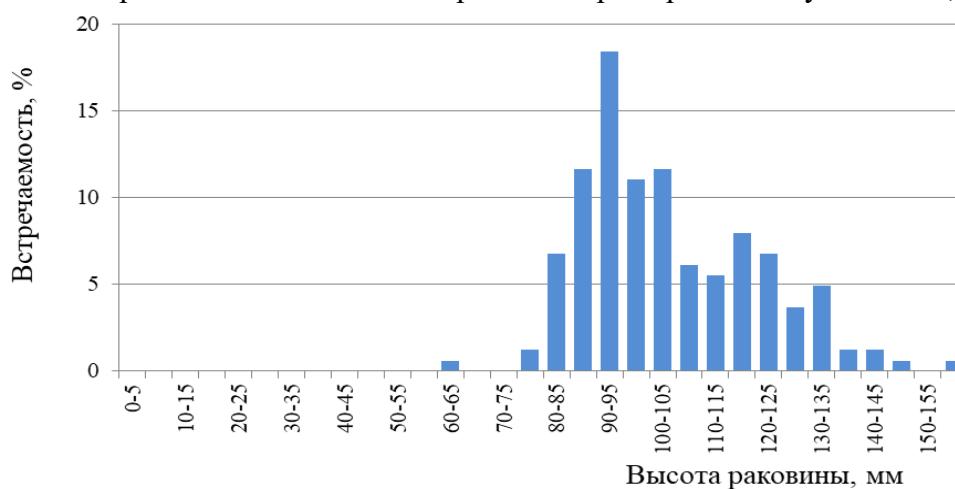


Рис. 5. Размерный состав поселений гребешка приморского в районе архипелага Императрицы Евгении, 2017 г.

Общий и промысловый запас в заливе Петра Великого на глубинах до 20 м соответственно оценен в 721 и 414 т на площади 4248 га (табл. 1).

Таблица 1

Запасы гребешка приморского в заливе Петра Великого

Район	Глубина, м	Площадь, га	Запас		Годы исследований
			общий, т	промысловый, т	
Устье р. Туманная-граница ДВГМПБЗ	10-20	385	183,0	175,0	2007
Бух. Рейд Паллада	1,5-12	53	7,8	6,8	2016
Бух. Троицы	9-16	27	50,7	27,7	2010
Бух. Бойсмана	2-20	751	47,7	37,0	2014
Бух. Баклан	7-14	390	19,6	15,4	2016
Амурский залив	2-16	799	177,8	19,4	2009
Район архипелага Императрицы Евгении	3-20	1390	197,6	115,6	2017
Уссурийский залив	6-20	273	25,1	12,7	2014
Район о. Путятина	1-20	114	10,0	3,0	2007
Бух. Рифовая	14-16	22	1,3	1,3	2010
Зал. Находка	2-16	44	0,4	0,1	2012
Итого:		4248	721,0	414,0	

От мыса Поворотный до мыса Золотой (рис. 6) гребешок приморский встречается повсеместно на подходящих грунтах, однако скопления сильно разрежены.

В различных поселениях средняя плотность и биомасса гребешка приморского составляют 0,01-0,6 экз./м² и 2-127 г/м², соответственно. Наиболее высокие показатели имеют поселения гребешка в бух. Успения, Киевка и зал. Владимира, пополнение которых молодью происходит с расположенных на их территориях хозяйств марикультуры. Доля особей непромыслового размера в поселениях варьирует от 14,3 до 62,5%, составляя в среднем 35,7%. На участке от мыса Маячный до мыса Теплый молодь не была обнаружена.

От мыса Поворотный до мыса Золотой гребешок встречался с высотой раковины 35-190 мм, массой 6-927 г в возрасте от 0,5 до 20 лет. На участке мыс Поворотный – мыс Разградского (2020 г.) преобладали особи с высотой раковины 110-130 мм (69,4%), доля особей непромыслового размера составляла 52,4% (рис. 7); в бух. Киевка (2017 г.), соответственно, 105-140 мм (76,7 %) и 41,8% (рис. 8); в бух. Соколовская (2020 г.) – 115-135 мм (51,7%) и 45,3%. (рис. 9).

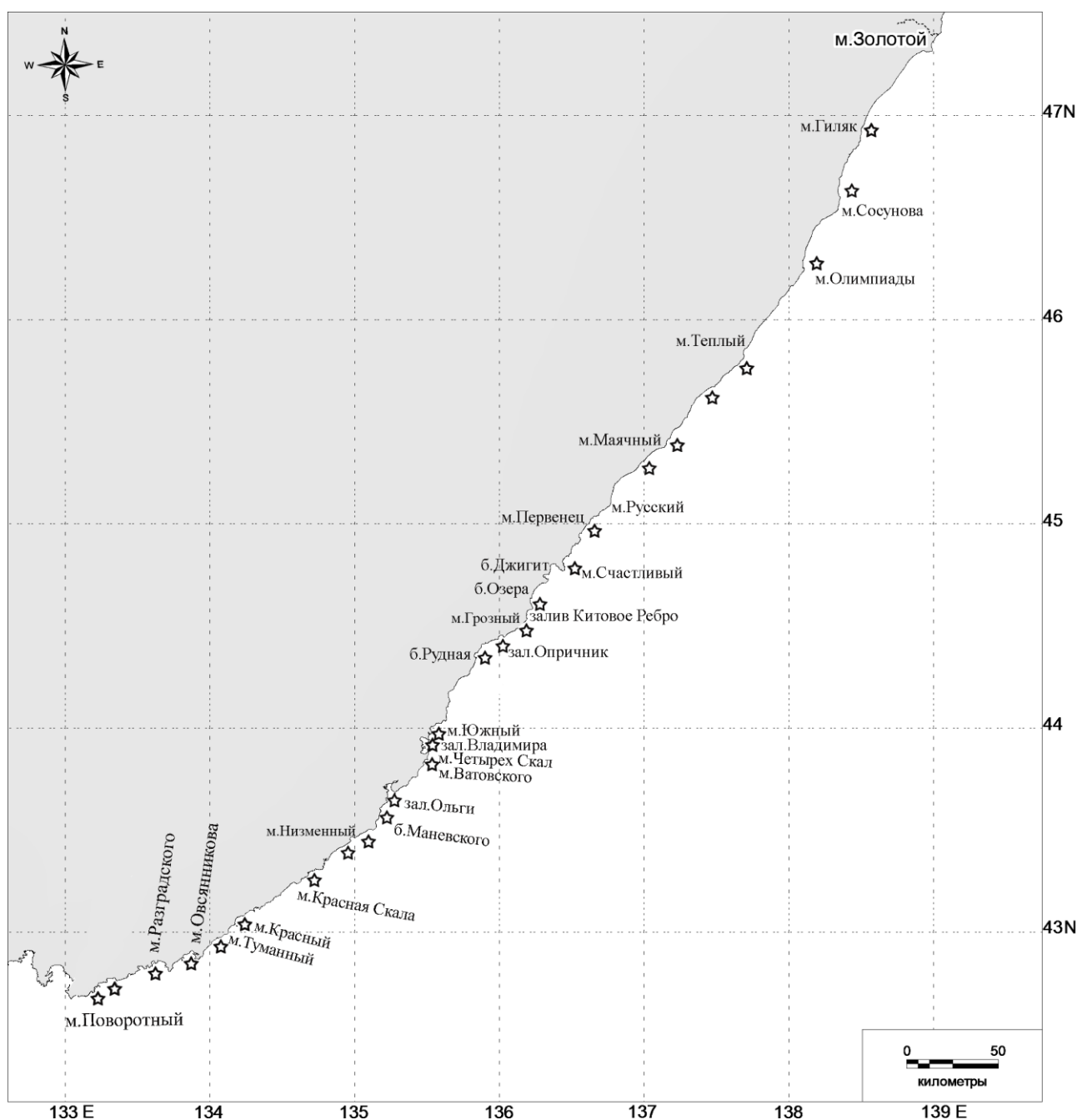


Рис. 6. Места поселений гребешка приморского от мыса Поворотный до мыса Золотой

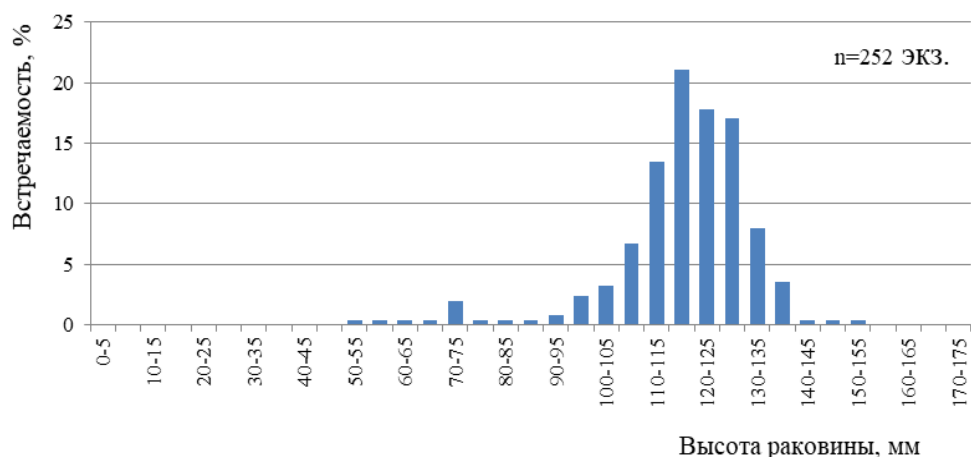


Рис. 7. Размерный состав поселения гребешка приморского на участке мыс Поворотный – мыс Разградского, 2020 г.

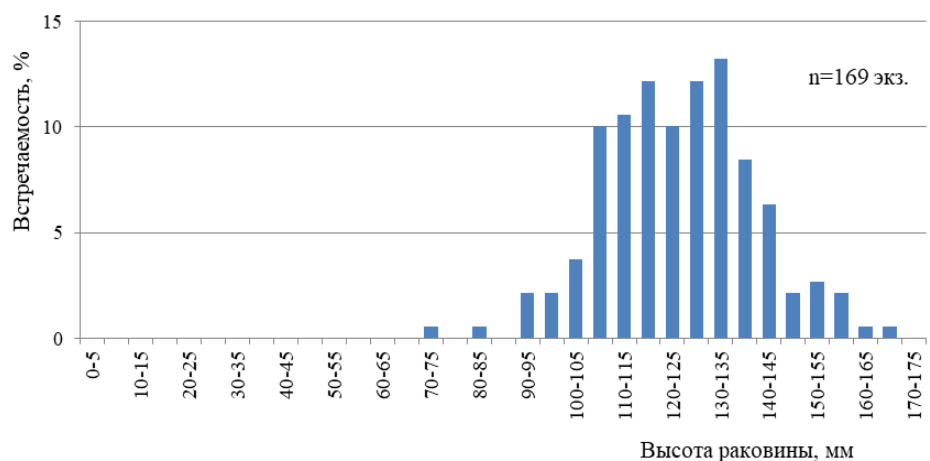


Рис. 8. Размерный состав поселения гребешка приморского в бух. Киевка, 2017 г.

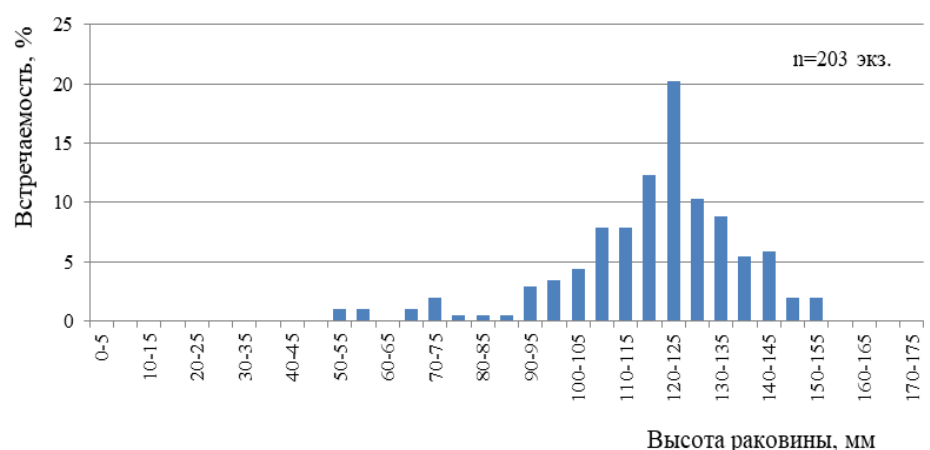


Рис. 9. Размерный состав поселения гребешка приморского в бух. Соколовская, 2020 г.

На участке от мыса Туманный до мыса Маневского (2020 г.) преобладали особи с высотой раковины 55-65 мм (14,0%) и 125-145 мм (37,0%), доля особей непромыслового размера – 52,0% (рис. 10).

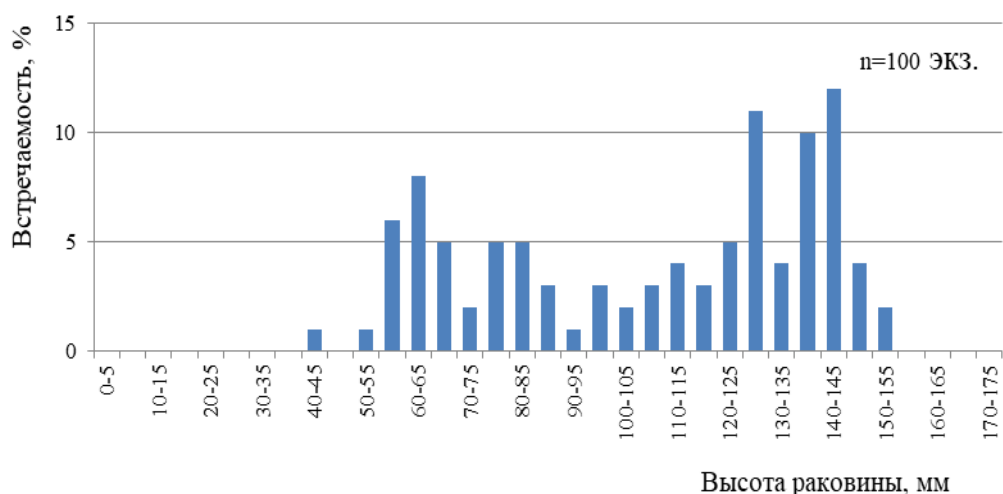


Рис. 10. Размерный состав поселения гребешка приморского на участке от мыса Туманный до мыса Маневского, 2020 г.

На участке от мыса Маневского до бух. Рудная, включая зал. Владимира, (2021 г.) преобладали моллюски с высотой раковины 130-145 мм (48,0%), доля особей непромыслового размера составляла 24,0% (рис. 11). Мониторинг поселений гребешка в зал. Владимира показал постоянство мест его локализации, однако, по сравнению с 2017 г., отмечено снижение обилия моллюсков в 3 раза (от 82,4 до 25,9 г/м²), Оценку запаса гребешка приморского не проводили, так как на большей части акватории залива размещены рыбоводные участки, в том числе и на ранее исследованных территориях, что затрудняет проведение исследовательских работ.

На участке бух. Рудная – бух. Джигит преобладали моллюски с высотой раковины 105-145 мм (86,5%), доля особей непромыслового размера – 30,0% (рис. 12).

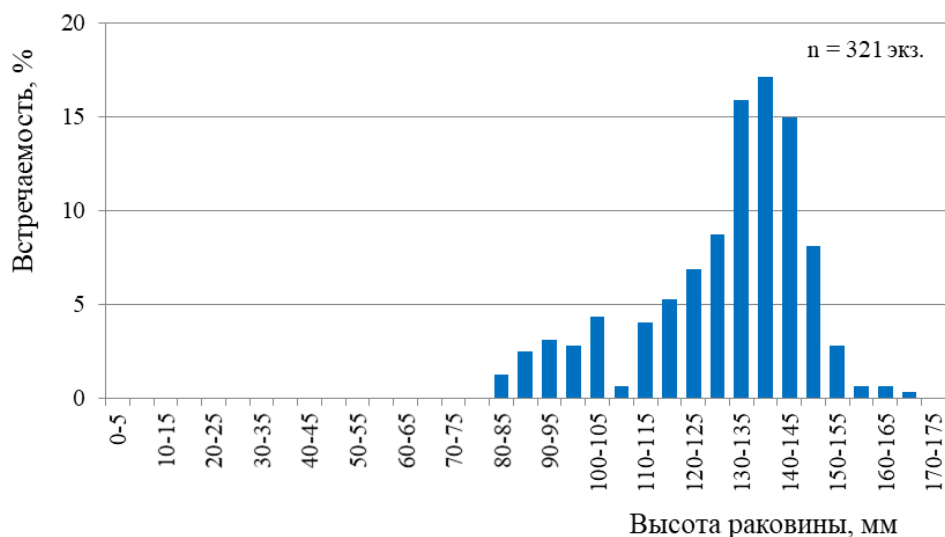


Рис. 11. Размерный состав поселения гребешка приморского на участке от мыса Маневского до бух. Рудная, 2021 г.

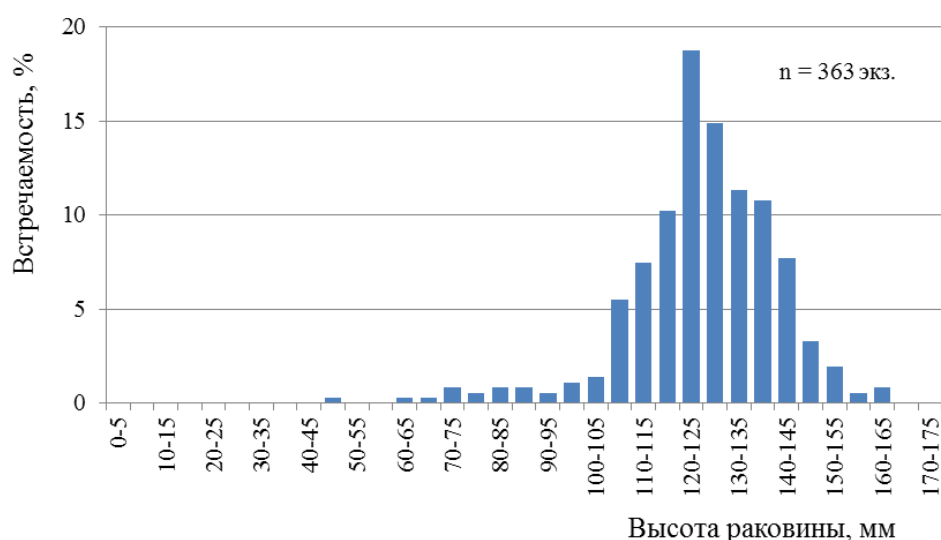


Рис. 12. Размерный состав поселения гребешка приморского на участке бух. Рудная – бух. Джигит, 2019 г.

Общий и промысловый запасы вида оценены, соответственно, в 1636,6 и 755,8 т на площади 4655 га (табл. 2).

Таблица 2

Запасы гребешка приморского от мыса Поворотный до мыса Золотой

Район	Глубина, м	Площадь, га	Запас		Годы исследований
			общий, т	промысловый, т	
Мыс Поворотный – мыс Разградского	5-20	352	150,3	52,3	2012
Бух. Киевка	6-20	438	193,9	146,6	2017
Бух. Соколовская	5-17	120	65,4	51,0	2020
Мыс Красный – мыс Красная Скала	7-21	660	194,5	100,6	2011
Мыс Ватовского – мыс Четырех Скал	17-21	40	13,6	12,0	2012
Мыс Балюзек – мыс Южный	12-20	279	209,0	146,0	2010
Мыс Южный – бух. Рудная	13-20	92	8,8	1,9	2013
Бух. Рудная – бух. Пластун	9-20	647	425,8	59,2	2014
Бух. Джигит	11-20	274	274,7	106,3	2016
Мыс Счастливый – мыс Золотой	12-20	1753	100,6	79,9	2013
Итого:		4655	1636,6	755,8	

Гребешок Свифта ведет прикрепленный образ жизни, предпочитает каменистые и скальные грунты. Промысловая мера, как и для осуществления любительского и спортивного рыболовства, составляет 70 мм по высоте раковины. В настоящее время, согласно Правилам Рыболовства, промышленный лов гребешка Свифта в подзоне Приморье запрещен, официально в небольших количествах его вылавливают при проведении НИР.

В зал. Петра Великого гребешок Свифта образует небольшие скопления на глубинах 2-20 м (рис. 13). Поселения имеют низкую плотность (0,01-0,2 экз./м²) и биомассу (до 5 г/м²), занимают небольшие площади. Запасы гребешка Свифта на глубинах

до 20 м в заливе Петра Великого (залив Посьета, бухты Бойсмана и Рифовая, акватории островов Аскольд, Путятина, Русский, Попова, Стенина) составляют в сумме: общий – 14,0 т, промысловый – **13,6** т на площади 372 га.

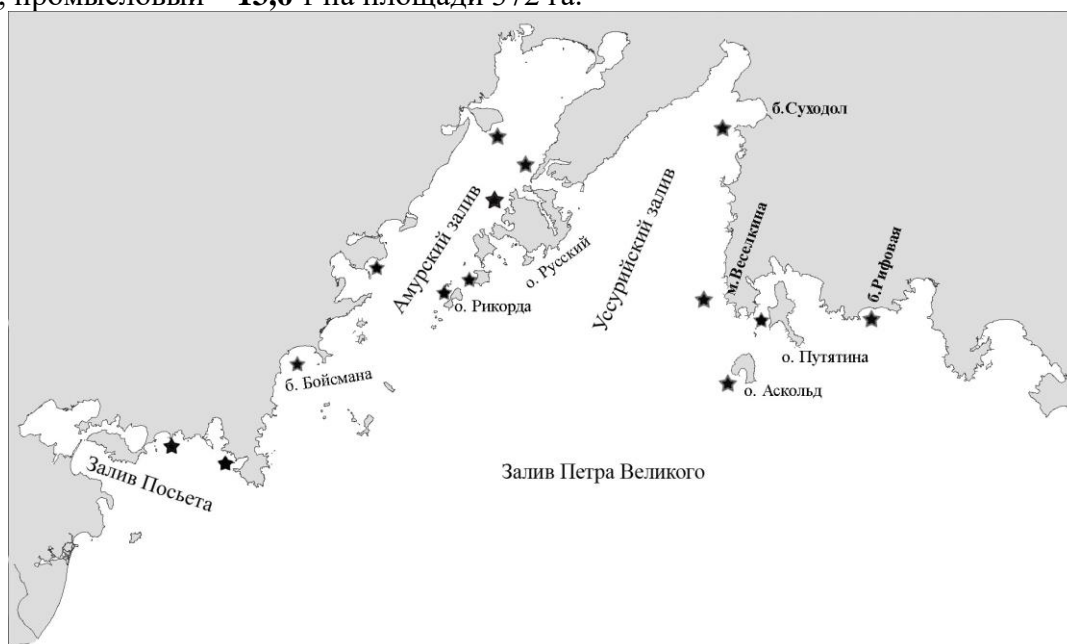


Рис. 13. Места поселений гребешка Свифта в заливе Петра Великого

По данным 2015 г., в заливе Петра Великого гребешки встречались с высотой раковины 58-118 мм (среднее значение – 94 мм), массой – 31-274 г (средняя масса – 127 г) в возрасте от 2 до 6 лет. Преобладали особи размером 80-95 (46,8%) и 105-110 мм (16,5%) (рис. 14), доля особей непромыслового размера составляла 2,5% (промысловая мера – 70 мм по высоте раковины).

В 2017 г. размерный состав поселений имел сходный характер: преобладали особи размером 85-100 мм (44,4%) и 105-110 мм (25,4%) (рис. 15). Моллюски встречались с высотой раковины 53-114 мм (среднее значение – 93 мм) и массой 27-349 г (средняя масса – 130 г) в возрасте 2-12 лет. Доля особей непромыслового размера на разных участках варьировала от 1,7% до 17,3%, составляя в среднем 7,7%. В 2020 г. в заливе Петра Великого гребешки имели высоту раковины 86-107 мм, массу – 91-308 г, в 2021 г., соответственно, – 85-96 мм и 100-151 г., молодь не попадалась.

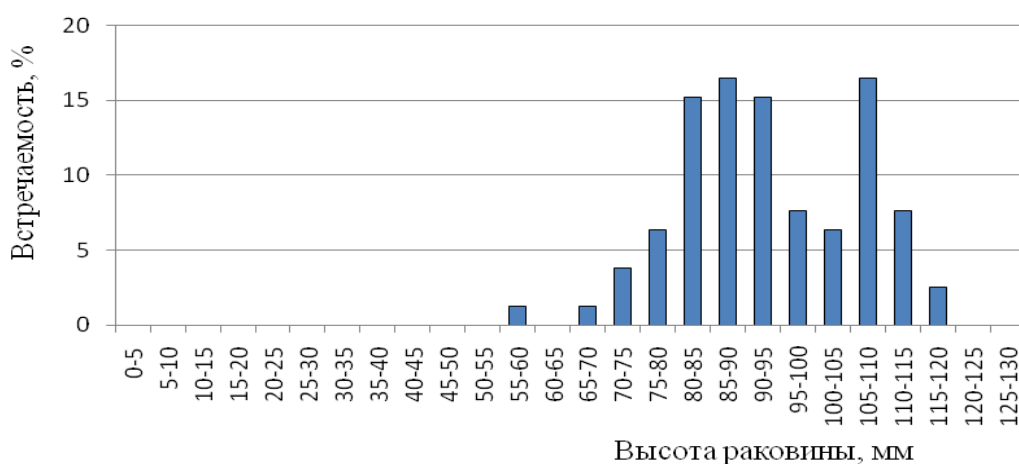


Рис. 14. Размерный состав поселений гребешка Свифта в заливе Петра Великого, 2015 г.

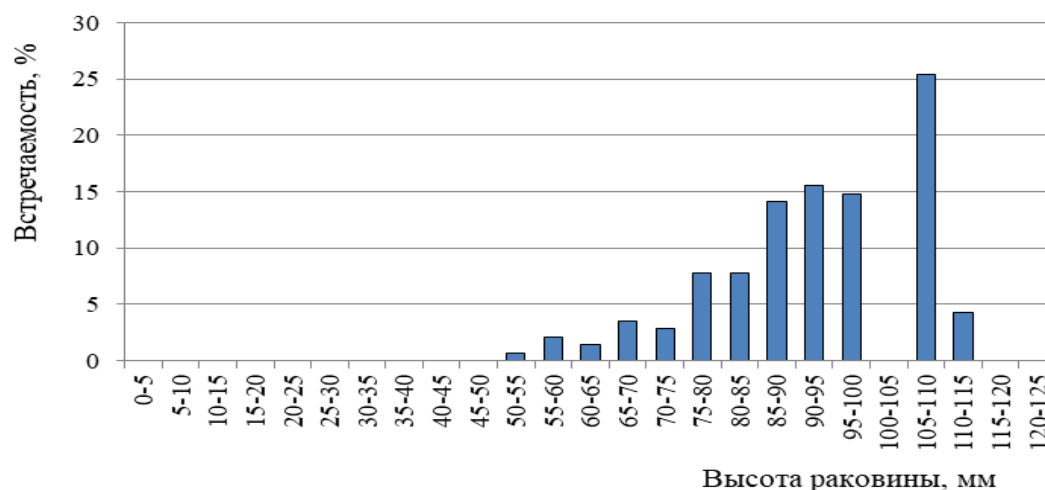


Рис. 15. Размерный состав поселений гребешка Свифта в заливе Петра Великого, 2017 г.

От мыса Поворотный до мыса Золотой моллюски встречались на глубинах 1,5-21 м (рис. 16, табл. 3). Общий запас гребешка Свифта на этом участке площадью около 165 км² оценен в **1427 т**, промысловый – **1275 т** (табл. 3). Плотность поселений низкая, в разных районах варьирует от 0,03 до 0,4 экз./м², биомасса – от 3 до 42 г/м².

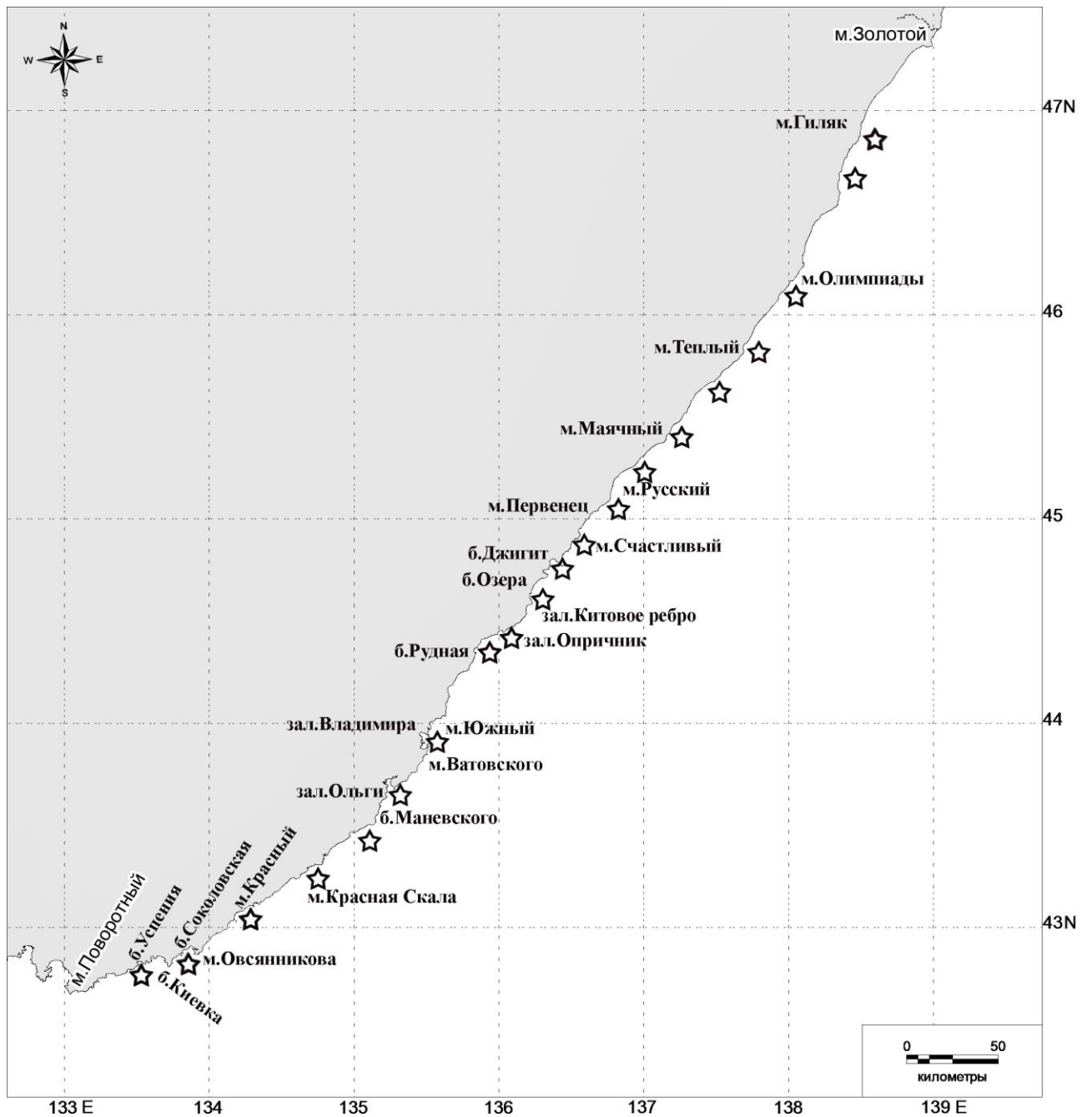


Рис. 16. Места поселений гребешка Свифта от мыса Поворотный до мыса Золотой

Моллюски встречались размером от 2 до 144 мм, массой до 340 г в возрасте от 0,5 до 12 лет. Доля особей непромыслового размера в разных районах составляла 3,4-33,3%. На участке бух. Успения – мыс Красная Скала, по данным 2020 г., преобладали особи размером 80-100 мм (60,0%) (рис. 17); на участке от мыса Красный до мыса Ватовского (2019 г.) – 90-110 мм (83,2%) (рис. 18).

Таблица 3

Запасы гребешка Свифта от мыса Поворотный до мыса Золотой

Район	Глубина, м	Площадь, га	Запас		Годы исследований
			общий, т	промысловый, т	
Бух. Успения	3-13	30	5,5	5,3	2012
Бух. Киевка	4-19	109	38,5	35,2	2016
Бух. Соколовская – мыс Маневского	4-21	240	52,3	46,7	2011

Район	Глубина, м	Площадь, га	Запас		Годы исследований
			общий, т	промысловый, т	
От зал. Ольги до зал. Владимира	2-20	166	33,6	29,0	2012
Зал. Владимира – мыс Южный	1,5-20	481	120,1	114,3	2017
Мыс Южный – бух. Джигит	3-20	987	168,1	146,2	2013-2017
Мыс Счастливый – мыс Золотой	3-20	14471	1009,5	898,4	2009-2013
Итого:		16484	1427,6	1275,1	

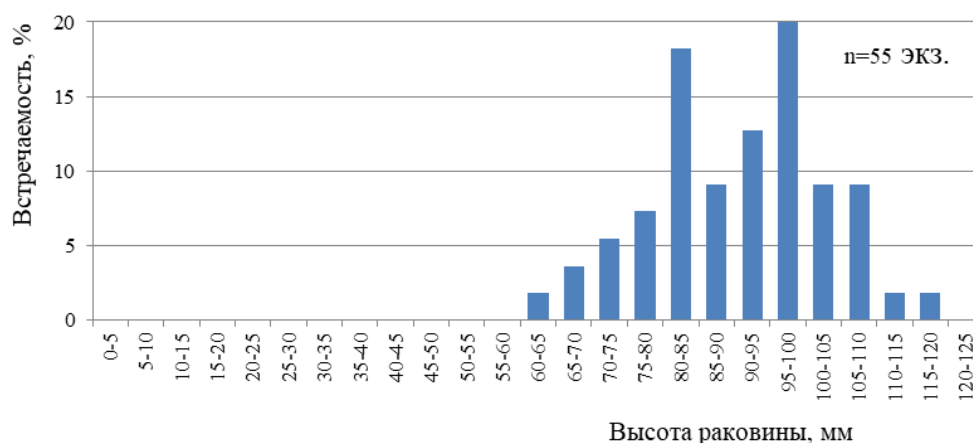


Рис. 17. Размерный состав поселения гребешка Свифта на участке от бух. Успения до мыса Красная Скала, 2020 г.

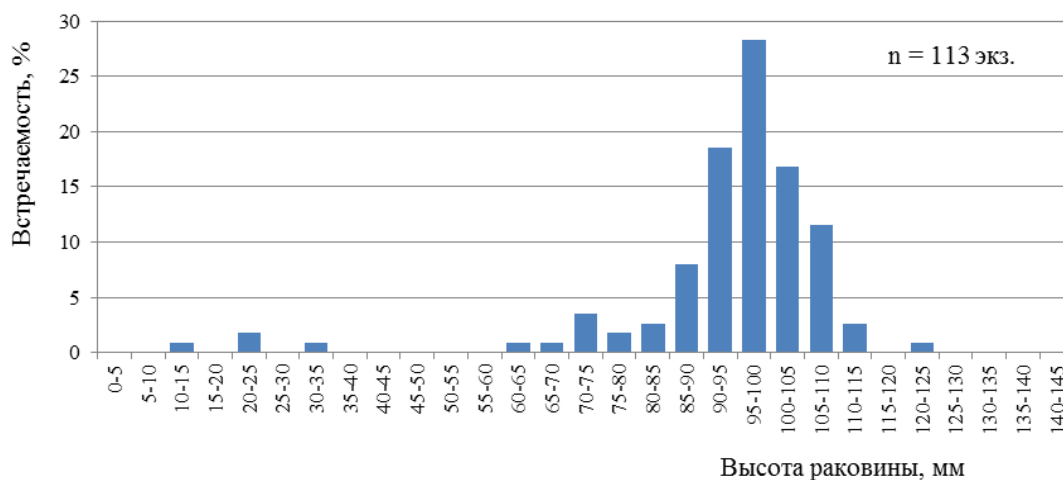


Рис. 18. Размерный состав поселения гребешка Свифта на участке от мыса Красный до мыса Ватовского, 2019 г.

На участке от мыса Ватовского до мыса Русский (2019 г.) моллюски встречались в возрасте от 0,5 до 11 лет с высотой раковины 14-144 мм и индивидуальной массой от 0,5 до 307 г. Превалировали особи с высотой раковины 60-70 мм (22,4%) и 85-110 мм (51,3%) (рис. 19). По данным 2021 г., моллюски встречались в возрасте от 2 до 9 лет с высотой раковины 45-116 мм, их индивидуальная масса изменялась от 13 до 350 г. Преобладали особи размером 75-80 мм (11,5%) и 85-110 мм (58,6%) (рис. 20). В поселении гребешка в 2021 г., по сравнению с 2019 г., доля особей непромыслового размера уменьшилась с 27,6% до 12,6% от общего числа животных, но основная часть их поселения не претерпела значительных изменений.

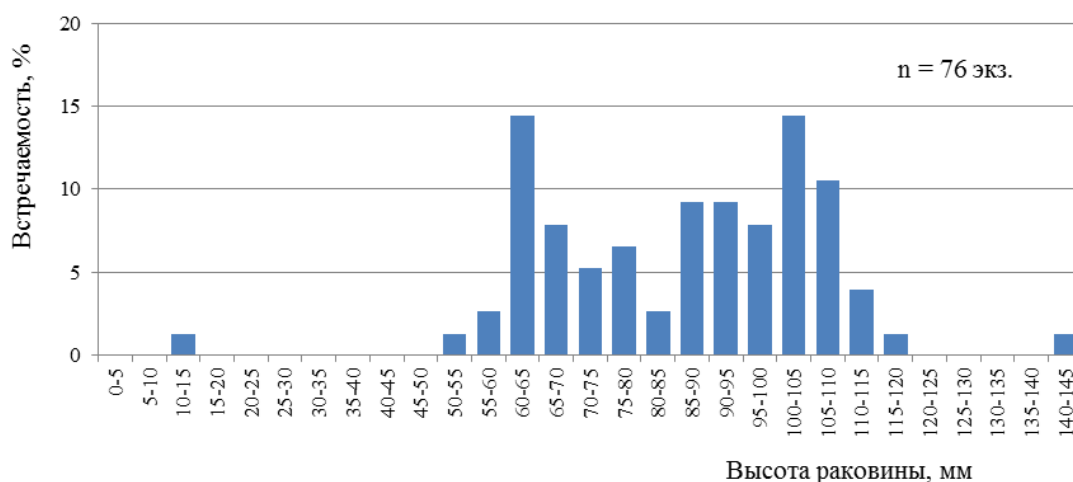


Рис. 19. Размерный состав поселения гребешка Свифта на участке от мыса Ватовского до мыса Русский, 2019 г.

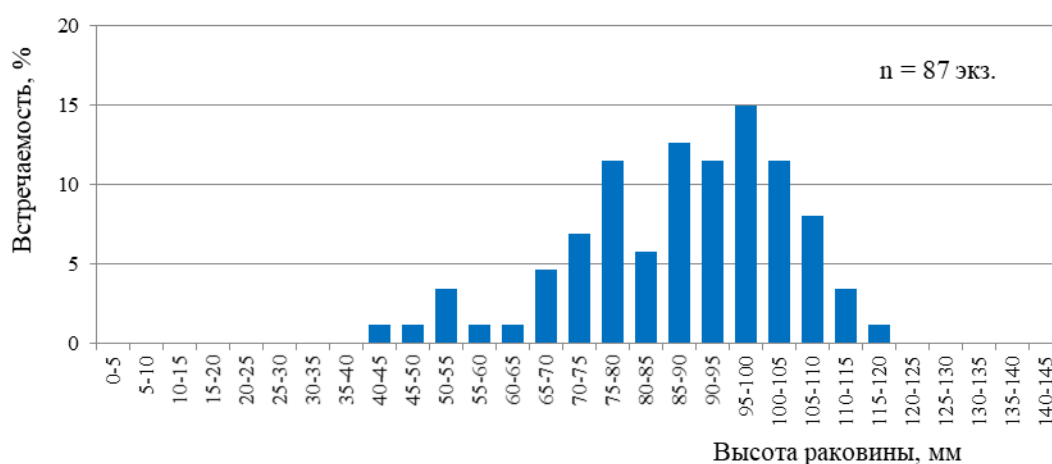


Рис. 20. Размерный состав поселения гребешка Свифта на участке от мыса Ватовского до мыса Русский, 2021 г.

Гребешок японский. Залив Петра Великого является северной границей распространения теплолюбивого гребешка японского, который не образует здесь значительных скоплений. Моллюски ведут прикрепленный образ жизни. Гребешок хорошо заселяет различного рода искусственные сооружения, на которых плотность его скоплений может достигать 100 экз./м². Половозрелыми особи становятся на втором году жизни. Промысловая мера, как и для осуществления любительского и спортивного рыболовства, составляет 60 мм по высоте раковины. Промышленный лов вида в подзоне Приморье запрещен, освоение ресурсов гребешка японского осуществляется только в научно-исследовательских целях.

Гребешок японский единично встречается на глубинах 2,5-5 м в северо-западной части Амурского залива, Славянском заливе, кутовой части Уссурийского залива, бух. Баклан. Наиболее плотные поселения гребешка выявлены на глубинах 1-5 м в мелководных бухтах зал. Посыета (Новгородская и Экспедиции) и бухтах островов Попова и Русский (Новик, Рында) (рис. 21).

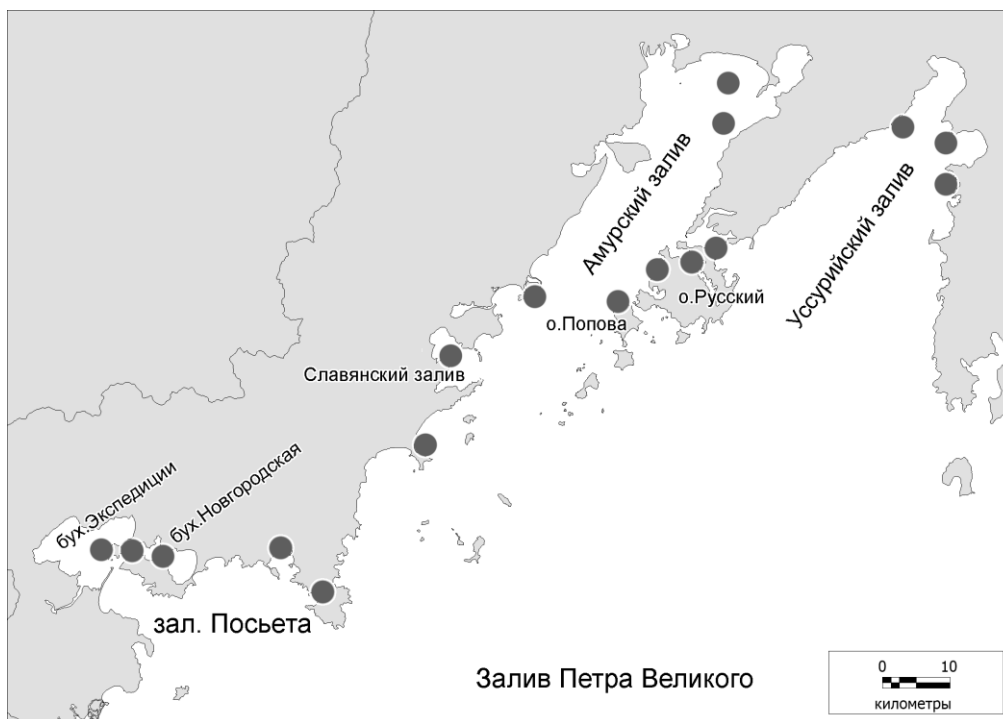


Рис. 21. Места основных поселений гребешка японского в зал. Петра Великого

По данным 2015 г., средние плотность поселения и биомасса гребешка в бух. Новгородская составляли соответственно $3,0 \text{ экз./м}^2$ и 89 г/м^2 , максимальные значения достигали 15 экз./м^2 и 568 г/м^2 . Общий запас составлял 103 т, промысловый – 42 т на площади 170 га. В бух. Экспедиции средние плотность поселения и биомасса гребешка составляли соответственно $3,4 \text{ экз./м}^2$ и 164 г/м^2 , максимальные значения достигали 25 экз./м^2 и 1540 г/м^2 . Общий запас был оценен в 60 т, промысловый – 25 т на площади 91 га. Таким образом, общий запас гребешка японского в зал. Посьета составил 163 т, промысловый 67 т на площади 261 га.

В бух. Новгородская гребешок японский встречался с высотой раковины 15-101 мм (среднее значение – 52 мм) и массой 0,5-166 г (средняя масса – 32 г). Преобладали особи с высотой раковины 25-40 мм (30,1%), доля особей до 60 мм составляла 59,8% (рис. 22).

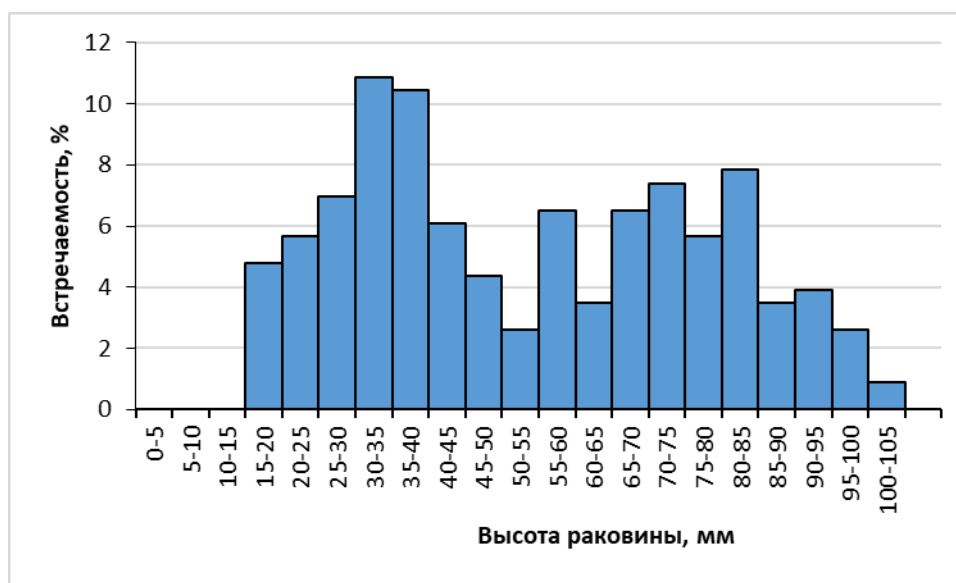


Рис. 22. Размерный состав поселения гребешка японского в бух. Новгородская, 2015 г.

В бух. Экспедиции гребешок японский встречался с высотой раковины 13-103 мм

(среднее значение – 50,3 мм) и массой 0,5-157 г (средняя масса – 39,2 г). Преобладали особи с высотой раковины 25-40 мм (37,8%) и 65-80 мм (22%), доля особей непромыслового размера (до 60 мм) составляла 63% (рис. 23).

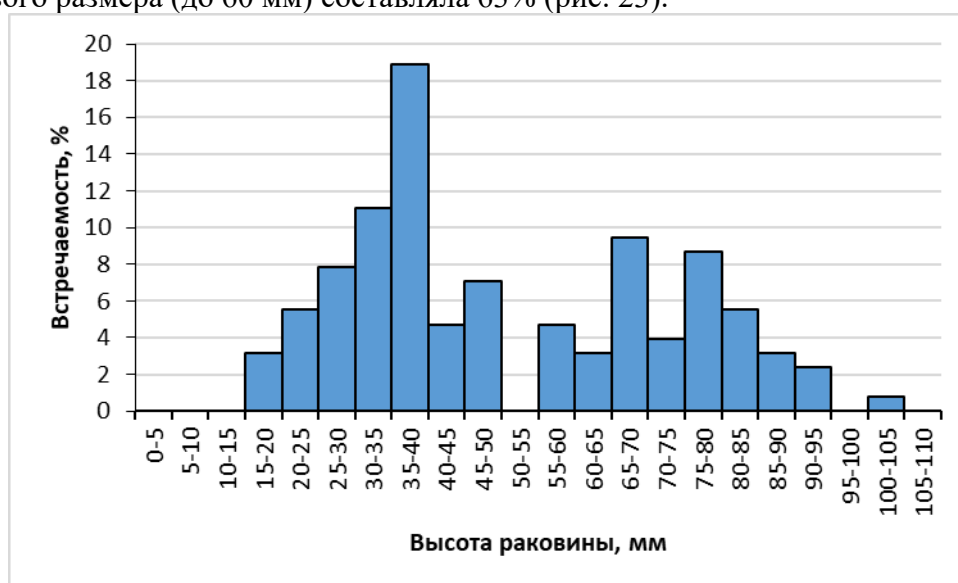


Рис. 23. Размерный состав поселения гребешка японского в бух. Экспедиции, 2015 г.

В бухтах о. Русский (Новик, Рында) в 2020 г. гребешок японский встречался размером 7-103 мм (средняя высота раковины – 61,4 мм) и индивидуальной массой 0,5-156,0 г (средняя масса – 57,6 г). Размерная структура скоплений имела двумодальный характер, преобладали моллюски размером 5-20 мм (17,4%) и 70-85 мм (37,2%) (рис. 24). Доля особей непромыслового размера – 36,0%.

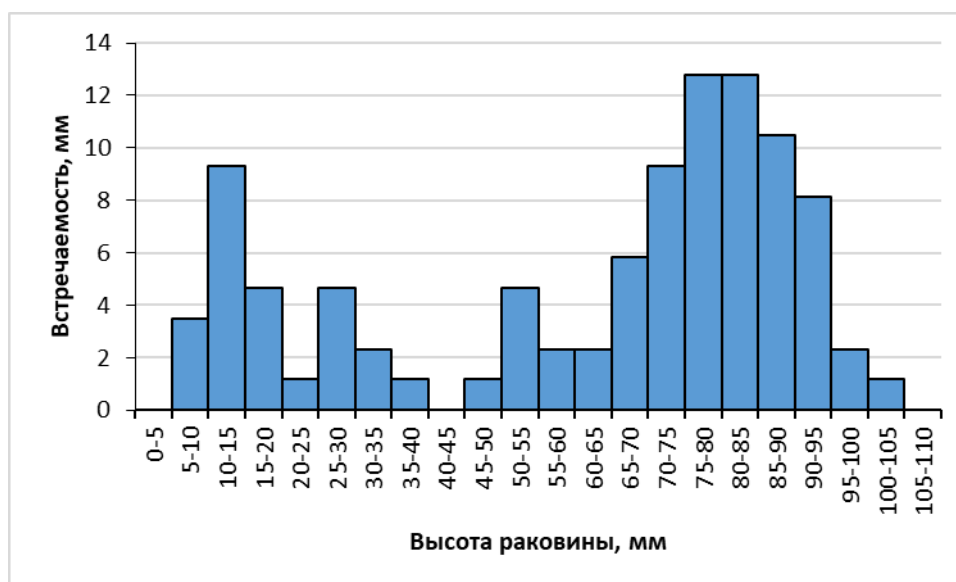


Рис. 24. Размерный состав поселений гребешка японского в бухтах о. Русский, 2020 г.

В бух. Новик гребешок японский образует скопление на площади 84,6 га, общий запас оценен в 379,3 т, промысловый – 347,8 т. Средние значения плотности и биомассы в 2017-2018 гг. составляли, соответственно 11,6-24,2 экз./м² и 609-923 г/м². В 2017, 2018 гг. преобладали особи размером 55-90 мм, соответственно 78,1 и 84,3%. В 2020 г. – 70-90 мм (54,0%). Доля особей непромыслового размера составляла 29,2; 24,2 и 36,5%, соответственно в 2017, 2018 и 2020 гг. Поселение находится в стабильном состоянии.

В бух. Рында, по данным 2020 г., гребешки образовывали скопление со средней

плотностью 3 экз./м² и биомассой 210 г/м². Общий, он же промысловый, запас составлял 7,7 т на площади 4,7 га. Гребешки имели высоту раковины 14-103 мм и массу 1-156 г. Преобладали особи 65-95 мм (68,4%), доля особей непромыслового размера – 21,6%.

В проливе Босфор Восточный (о. Русский) в 2021 г. встречался гребешок японский с высотой раковины 7,5-93 мм (средний показатель – 71,5 мм) и массой 0,07-145 г (среднее значение – 72,7 г). Преобладали моллюски с высотой раковины 65-65 мм (80,0%) (рис. 25). Доля особей непромыслового размера составила 17,1%.

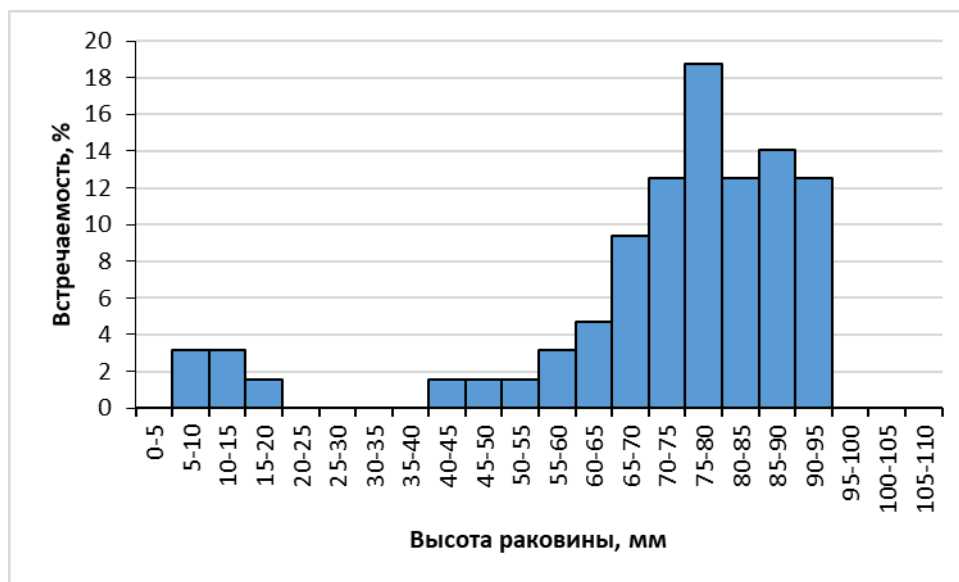


Рис. 25. Размерный состав поселений гребешка японского в проливе Босфор Восточный (о. Русский), 2021 г.

В проливе Босфор Восточный гребешок японский образует скопление на площади 23,6 га. Средние показатели плотности поселений и биомассы были равны 3,98 экз./м² и 295,2 г/м², соответственно. Максимальные значения данных показателей достигали 10 экз./м² и 672 г/м². Общий запас вида был оценен в 57,8 т, промысловый – 56,1 т.

В проливе Старка (о. Попова) в 2022 г. обнаружено поселение японского гребешка со средней плотностью 1 экз./м² и биомассой 52,2 г/м² на площади 2,6 га. Размерный состав характеризовался мономодальным распределением, доминировала группа с высотой раковины 65-80 мм (58,7%) (рис. 26). Доля непромысловых моллюсков составила 15,6%. Общий запас оценен в 1,4 т, промысловый – 1,3 т.

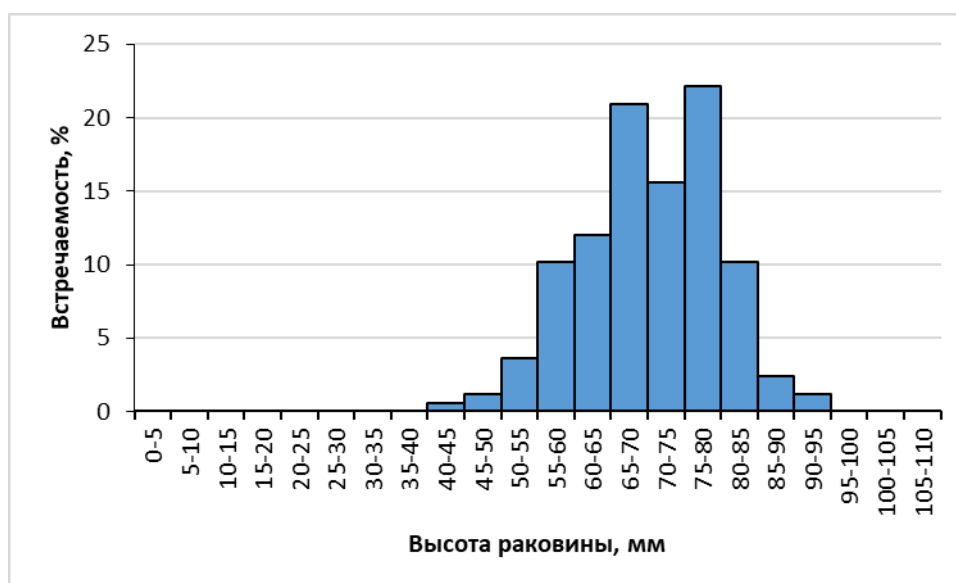


Рис. 26. Размерный состав поселений гребешка японского в проливе Старка (о. Попова), 2022 г.

Мониторинг поселений японского гребешка в водах о. Русский показал, что показатели обилия моллюсков находятся на стабильном уровне – средняя плотность составила 4,91 экз./м², средняя биомасса – 393,0 г/м². В размерном составе присутствовали особи с высотой раковины от 22 до 94 мм (средняя 60,5 мм) и массой от 3 до 245 г (средняя 55,3 г), доля непромысловых моллюсков составила 42,3% (рис. 27) В отличие от предыдущих лет, осенью 2023 г. в пробах отсутствовали сеголетки (размером менее 20 мм), что, вероятно, обусловлено воздействием аномального количества атмосферных осадков, выпавших в августе 2023 г. Опреснение поверхностных морских вод, произошедшее в пелагический период жизни личинок и на стадии оседания, вызвало их массовую гибель в исследованном районе.

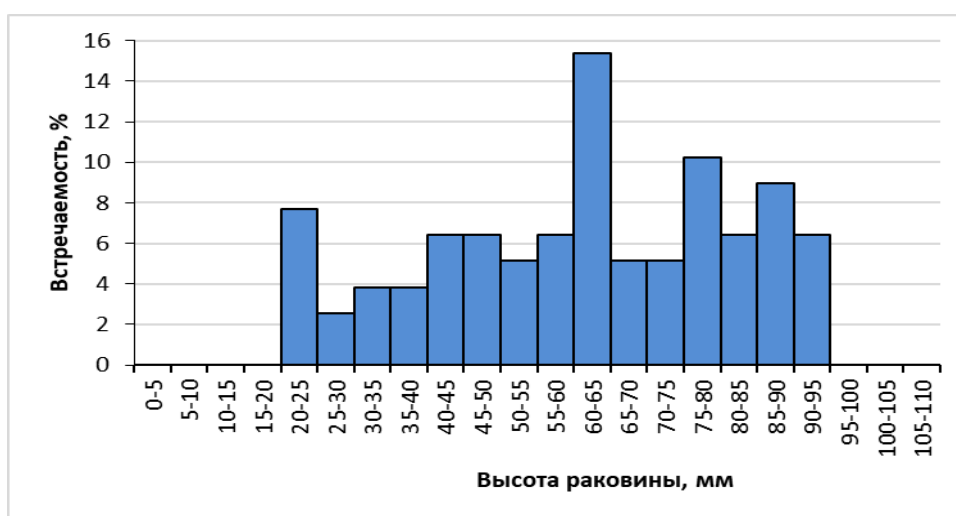


Рис. 27. Размерный состав поселений гребешка японского в водах о. Русский в 2023 г.

Гребешок бело-розовый обитает на глубинах до 300 м, ведёт прикрепленный образ жизни на илисто-песчаных, галечных и каменистых грунтах. Гребешки достигают половозрелости в возрасте 5-6 лет при высоте раковины 60 мм [Атлас..., 2000]. Эту величину принимаем за промысловую меру. Промысловый размер в Правилах Рыболовства для группы «Морские гребешки в зоне Японское море, зоне Южно-Курильская и в подзоне Восточно-Сахалинская» установлен в размере 12 см по высоте раковины, а максимальный размер раковины бело-розового гребешка – 11,2 см.

От мыса Поворотный до мыса Золотой в 1980-1990-е годы [Мясников, 1982; 1992] было выделено три обособленных промысловых поселения бело-розового гребешка: от бух. Валентина до зал. Ольги (на глубинах 20-200 метров), от мыса Сигнальный до мыса Маячный (25-250 м) и от мыса Белкина до мыса Золотой (50-100 м) (рис. 28). Их общая площадь составляла 11 тыс. км². Максимального значения запас гребешка достигал в 1991 г. – 16 тыс. т. Уже в 1995 г. его объем в результате, предположительно, перелова, был оценен на уровне 1 тыс. т. Максимальной плотности (25 экз./м²) поселение гребешка достигало на глубинах 80-90 метров, средняя плотность не превышала 8 экз./м².

По результатам исследований 2002-2010 гг. бело-розовый гребешок в заливе Петра Великого и на участке от мыса Поворотный до мыса Южный встречался преимущественно на глубинах 50-100 м, а на участке от мыса Южный до мыса Золотой – на 50-200 м. Более плотные скопления моллюска были выявлены в районах от мыса Низменный до мыса Южный и от мыса Егорова до мыса Олимпиады (рис. 28).

В районе от устья р. Туманная до мыса Золотой, по данным комплексной траловой съемки 2013 г., моллюски встречались в диапазоне глубин 20-300 м на площади 15200

км². Основные поселения гребешка были сосредоточены северо-восточнее мыса Поворотный. Наиболее крупные поселения выявлены на участках от мыса Красная Скала до зал. Ольги и от мыса Егорова до мыса Олимпиады (рис. 28).

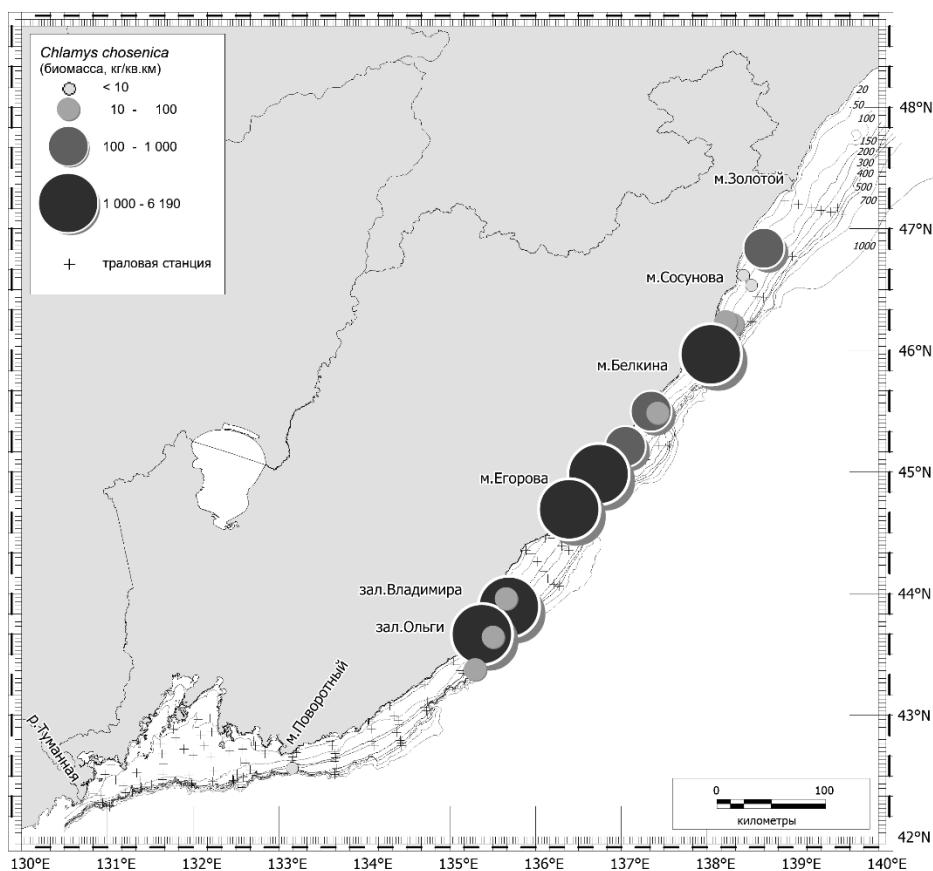


Рис. 28. Распределение бело-розового гребешка в подзоне Приморье южнее мыса Золотой, Японское море (май-июнь 2022 г.)

Оснащение трала, оптимальное для облова неподвижных и малоподвижных донных беспозвоночных, позволило более точно определить запасы вида. Наиболее плотные скопления моллюски формировали в диапазоне глубин 55-80 м. Биомасса гребешка на этих глубинах достигала 61 т/км², в среднем – 34 т/км². В целом от мыса Поворотный до мыса Золотой этот показатель изменялся от 0,00018 до 61 т/км², в среднем составляя 3,8 т/км². В зал. Петра Великого моллюски встречались крайне редко и не образовывали плотных поселений. Биомасса моллюсков варьировала от 0,00014 до 0,008 т/км² и в среднем составляла 0,003 т/км². Общий запас вида составил 51,1 тыс. т., промысловый – 48,2 тыс. т (табл. 4). Доля особей непромыслового размера – 5,6%.

Таблица 4

Состояние ресурсов бело-розового гребешка в подзоне Приморье (южнее мыса Золотой) в период 2013-2022 гг.

Год	Предпочтительные глубины, м	Площадь поселения, км ²	Запас, тыс. т (КУ=0,5)	
			общий	промысловый
2013	55-80	11500	51,1	48,2
2014	57-120	11445	42,0	33,4
2015	54-106	11276	5,9	5,8
2016	59-107	10566	12,6	12,3
2018	72-92	10844	1,1	0,6
2019	28-328	11139	14,8	14,1
2022	57-306	5657	5,3	4,0

В 2014 г. биомасса моллюсков изменялась от 0,00005 до 48,1 т/км², при среднем

показателе 2,8 т/км². Наибольшие показатели обилия были отмечены в диапазоне глубин 57-120 м и в среднем составили 10,5 т/км². Общий запас гребешка оценен в 42,0 тыс. т, промысловый – 33,4 тыс. т (табл. 4). Доля особей непромыслового размера – 20,4%.

По данным траловой съемки 2015 г., характер пространственного распределения поселений бело-розового гребешка изменился незначительно, однако уловы и оцененная биомасса значительно снизились по сравнению с предыдущими годами. Так, биомасса изменялась от 0,00007 до 3,5 т/км², составляя в среднем 0,3 т/км². Максимальные концентрации моллюсков были сосредоточены на глубинах 54-106 м, биомасса составляла в среднем 1,8 т/км². Общий запас оценен в 5,9 тыс. т, промысловый – 5,8 тыс. т (табл. 4). Доля непромысловой части поселений составила 8,1% от общей численности.

По данным траловой съемки 2016 г., бело-розовый гребешок встречался на глубинах 54-335 м, образуя наиболее плотные скопления на глубинах 59-107 м в районе мысов Низменный, Егорова и Маячный, на выходе из зал. Владимира (рис. 28). Общий запас бело-розового гребешка оценен в 12,6 тыс. т, промысловый – 12,3 тыс. т, что более чем в два раза выше оценок предыдущего года (табл. 4).

В 2018 г. гребешок был обнаружен на глубинах 59-207 м, максимальные показатели обилия (до 1,7 т/км²) отмечены в диапазоне 72-92 м в районе мыса Егорова, в зал. Петра Великого моллюски попадались единично на свале глубин. Общий запас бело-розового гребешка был оценён в 1,1 тыс. т, промысловый – 0,6 тыс. т, что значительно ниже результатов предыдущих съемок (табл. 4). Одна из причин этого – отсутствие станций в районе зал. Владимира и мыса Низменный, где традиционно были сосредоточены основные скопления моллюсков, также повлияли проблемы с уловистостью трала в данной экспедиции.

В 2019 г. бело-розовый гребешок был обнаружен на глубинах от 28 до 328 м (табл. 4). Частота встречаемости в зал. Петра Великого составила 14,0%, а максимальное обилие (0,0018 т/км²) отмечено в диапазоне глубин 75-100 м в районе Тафуинских свалов, на участке мыс Поворотный – мыс Золотой моллюски обнаружены на 30% станций, пик обилия (67,5 т/км²) отмечен на 50-75 м южнее зал. Ольги.

По данным траловой съемки 2022 г., бело-розовый гребешок в зал. Петра Великого не был отмечен, на участке мыс Поворотный–мыс Золотой частота встречаемости составила 16,4% в диапазоне глубин 57-306 м, наиболее плотные скопления отмечены на глубинах менее 100 м. Показатели биомассы вида варьировали от 1,8 до 6190 кг/км², в среднем составляя 882,6 кг/км², максимальная биомасса зафиксирована в районе мыса Белкина на глубине 74 м.

По сравнению с данными траловой съемки 2019 г., в 2022 г. встречаемость моллюсков в уловах снизилась почти в 2 раза, отмечен сдвиг областей с максимальными уловами по направлению к северу. В результате оценка общего запаса составила 5,2 тыс. т, промыслового – 4,0 тыс. т (табл. 4).

Наблюдаемые флуктуации оценок величины запаса, при отсутствии промысла, можно объяснить особенностью гребешков к формированию агрегаций ленточной формы в «ядрах» скоплений, чередующихся с участками разреженной плотности. Разница в уловах в пределах ограниченной акватории может быть очень большой даже в серии близких по времени тралений. Сезонная и межгодовая пространственная динамика поселений могут еще более способствовать колебаниям оценки обилия животных. Сложившаяся ситуация требует более детального изучения и последующего мониторинга состояния поселений бело-розового гребешка. Местоположения основных скоплений гребешков не претерпели значимых изменений по сравнению с многолетними данными, за исключением съемки 2018 г., когда были пропущены разрезы с основными скоплениями моллюсков.

Высота раковины гребешков из траловых уловов в 2022 г. изменялась от 15 до 114 мм, средняя составила 64 мм. В тотальной выборке преобладали моллюски размером 55-80 мм (64,4%) (рис. 29).



Рис. 29. Размерный состав поселений бело-розового гребешка в водах Приморья (май-июнь 2022 г.)

Доля непромысловой части (особи с высотой раковины менее 60 мм) составила 35,2%.

Участок подзоны Приморье севернее мыса Золотой

Гребешок приморский. До настоящего времени добыча гребешка велась водолазным способом. До 2008 г. применялась гребешковая драга. С 2019 г. в связи со снижением численности гребешка приморского промышленный промысел вида в подзоне Приморье севернее мыса Золотой запрещен сроком на 5 лет.

Приведенная в таблице 5 статистика вылова и освоения прошлых лет (по данным Амурского территориального управления Росрыболовства) слабо отражала реальную промысловую нагрузку на скопления гребешка. Но, даже опираясь на официальные данные, можно увидеть, что за все годы при низких значениях ОДУ промысловикам никогда не удавалось освоить эти объемы в полной мере. Начиная с 2020 г. объемы ОДУ выделяются только на НИР – 1 т (табл. 5).

Таблица 5

Объемы ОДУ и вылова гребешков для подзоны Приморье севернее мыса Золотой

Год	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ОДУ, т	87	87	43,5	30	60	20	20	1	1	1	1
Вылов, т	30	75,007	1,707	22,913	7,159	8,682	7,37	0	0	0	0
Доля освоения, %	34,5	86,2	3,9	76,4	11,9	43,4	36,8	0	0	0	0

При этом, по нашим оценкам, нелегальный вылов составлял не менее 100 т ежегодно вплоть до 2008 г. Перелов, а также применение драги, привело к столь значительному разрежению известных промысловых скоплений, что нерентабельным стал даже браконьерский промысел, и вылов резко упал. Выявленные в ходе съемки 2010 г. промысловые скопления, теоретически позволяли вести рентабельный лов, но возможная прибыль не соответствовала представлениям промышленников о выгодном промысле.

В 2012-2014 гг., в связи с появлением нескольких относительно плотных скоплений в окрестностях зал. Советская Гавань, активизировался нелегальный промысел, что в настоящий момент привело к полному уничтожению этих промысловых поселений. На отдаленных скоплениях некоторые промысловики стали применять в качестве орудий лова так называемый бимтрал, который, по сути, представляет ту же самую гребешковую драгу, только под другим названием. Применение тралящих орудий лова стало вынужденной мерой, т.к. промысел на вновь обнаруженных скоплениях при помощи водолазов стал нерентабельным и промысловики, чтобы хоть как-то восполнить затраты на промысле гребешка пытались осваивать весь диапазон глубин, на которых обитает вид. В результате всех усилий, как уже было отмечено, им так и не удалось освоить ОДУ, при

этом появляющиеся поселения активно уничтожаются.

Гребешок приморский обитает вдоль открытого материкового побережья Татарского пролива на глубинах от 10 до 45 м, в заливах – начиная с 4 м. Вид образует промысловые скопления преимущественно в северной части района, от зал. Советская Гавань до залива Чихачева на глубинах от 13 до 26 м.

Данные 2021 г. показали наличие гребешка приморского вдоль открытого побережья от мыса Пещерный до зал. Накатова на глубине от 5 до 20 м на песчаных и гравийных грунтах. При этом поселения были разрежены. Их плотность изменялась от 0,01 до 0,3 экз./м², средняя – 0,03 экз./м² (рис. 30).

Необходимо отметить, что в ходе съемки 2010 г. на этих же глубинах были отмечены скопления плотностью от 0,01 до 3,5 экз./м², в среднем – 0,2 экз./м². По опросным данным рыбаков-любителей плотности поселений гребешка в 2022 г. остаются низкими, на отдельных участках составляя в среднем 0,001 экз./м². Таким образом, плотность гребешка в поселениях на глубинах менее 20 м снизилась до исторически минимальных значений.

По данным дражной съемки 2018 г., плотность гребешка изменялась от 0,0005 до 0,04 экз./м², средняя – 0,003 экз./м². При сравнении этих данных с результатами аналогичной дражной съемки, проведенной в 2003 г., видно, что на глубинах свыше 20 м средняя плотность в скоплениях гребешка приморского снизилась на порядок, до минимальных значений (табл. 6).

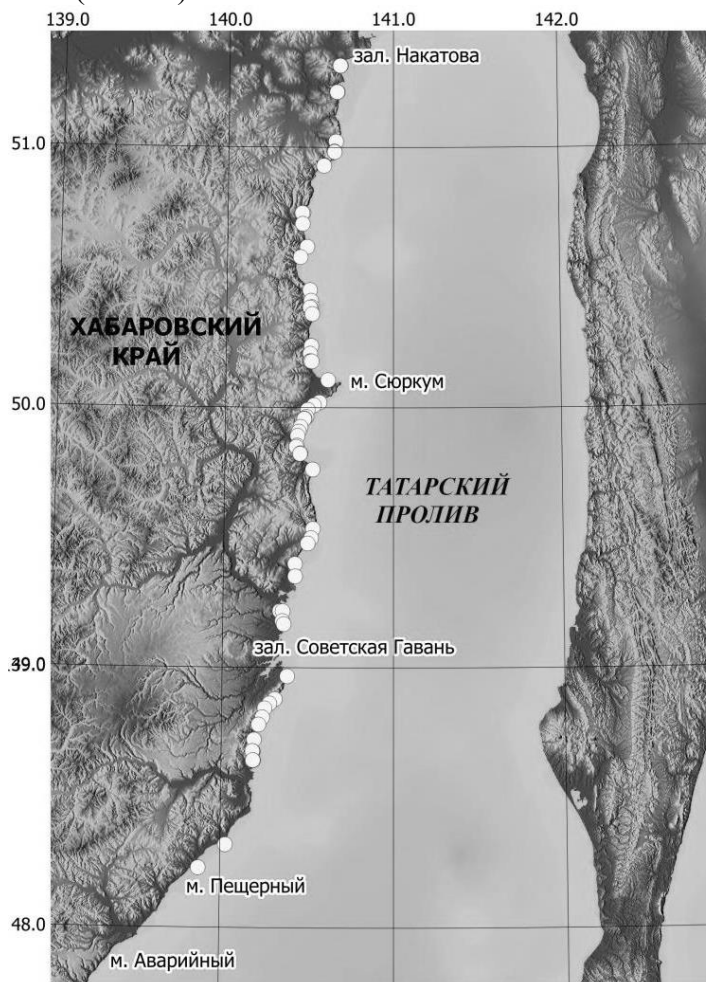


Рис. 30. Поселения гребешка вдоль открытого побережья северо-западной части Татарского пролива, данные 2021 г.

Таблица 6
Средняя плотность в скоплениях гребешка приморского на глубине свыше 20 м в северо-западной части Татарского пролива по данным дражной съемки 2003 и 2018 гг., экз./м²

Участок	2003 г.		2018 г.	
	Средний улов, экз.	Средняя плотность, экз./м ²	Средний улов, экз.	Средняя плотность, экз./м ²
Мыс Загорского – мыс Соловьева	348	0,2	120	0,04
Мыс Аукан – мыс Бычий	74	0,09	6	0,002
Траверз бух. Сизиман	584	0,2	41	0,03
Район мыса Медный	368	0,07	4,5	0,006

В пределах защищенных акваторий наблюдается аналогичная ситуация. В настоящее время в заливе Советская Гавань гребешок приморский отмечается лишь в единичных экземплярах.

Наблюдаемое снижение плотности поселений на глубинах свыше 20 м до минимальных значений и уничтожение скоплений на глубинах, доступных водолазному промыслу (12-20 м), связано как с бесконтрольным нелегальным водолазным выловом, так и с использованием тралящих орудий лова.

По данным съемки 2021 г. в поселениях гребешка вдоль открытого побережья отмечены особи высотой раковины от 104 до 207 мм (в среднем 155 мм), индивидуальной массой от 105 до 940 г (в среднем 479 г) и в возрасте 3-11 лет (средний – 6 лет). Максимальный возраст гребешка в наших уловах составил 11 лет при высоте раковины 207 мм. Биологические показатели гребешка приморского приведены на рисунках 31-33 и в таблице 7.

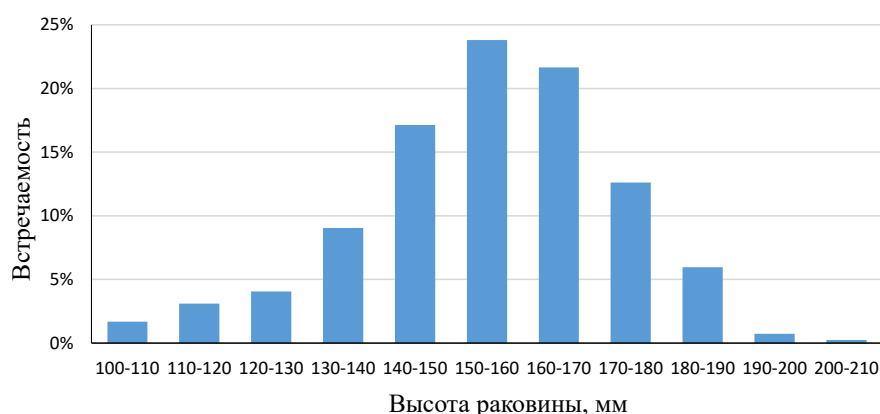


Рис. 31. Размерный состав уловов гребешка приморского вдоль открытого побережья в 2021 г. n = 421 экз.

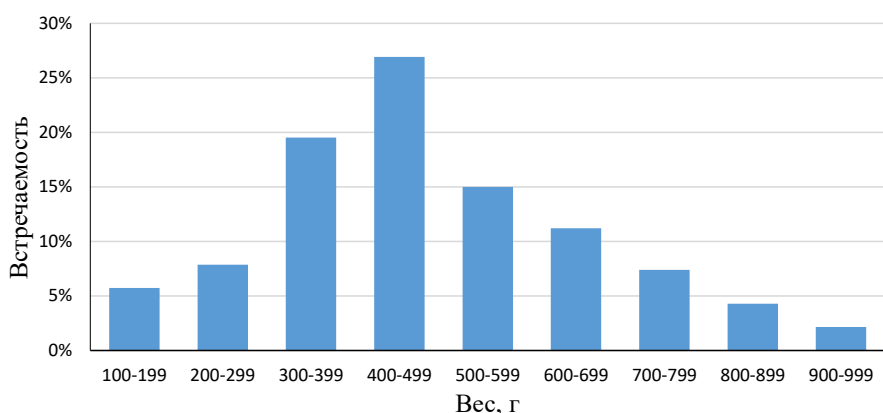


Рис. 32. Весовой состав уловов гребешка приморского вдоль открытого побережья в 2021 г. n = 421 экз.

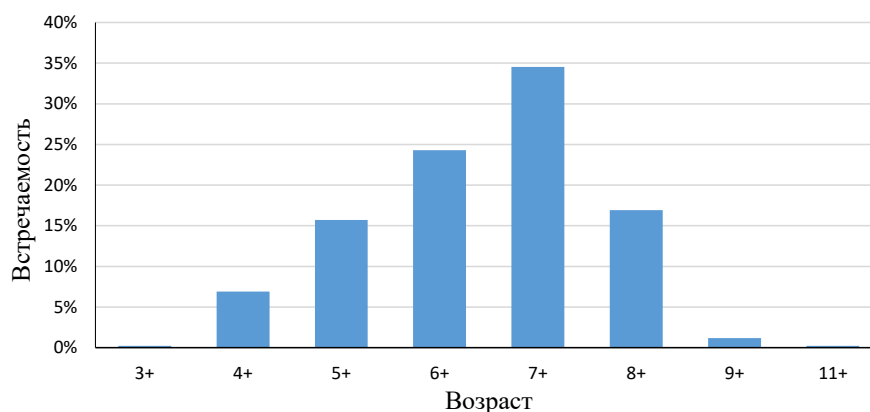


Рис. 33. Возрастной состав уловов гребешка приморского вдоль открытого побережья в 2021 г. n = 421 экз.

Биологические характеристики гребешка приморского вдоль открытого побережья северо-западной части Татарского пролива, данные 2021 г. Таблица 7

	Возраст, лет	Высота раковины, мм	Масса, г
Среднее	6	154,7	479,2
Стандартная ошибка	0,06	0,9	8,7
Медиана	7	155	450
Мода	7	163	410
Минимум	3	104	105
Максимум	11	207	940
N	421	421	421

Доля промысловых особей (высота раковины более 120 мм) была 95%. При этом молодь гребешка на обследованных участках не была обнаружена.

В период с 2010 по 2016 г. на разных участках отмечалось 9-12 скоплений приморского гребешка, доступных для водолазного промысла, которые в настоящее время полностью уничтожены. По данным съемки 2021 г., в поселениях гребешка приморского не отмечено промысловых плотностей вдоль побережья северо-западной части Татарского пролива в пределах Хабаровского края.

Суммарная площадь участков дна, заселенных приморским гребешком – 140 км² (см. рис. 30). При частоте встречаемости 19%, средней плотности 0,03 экз./м² и средней индивидуальной массе 479 г, его **общий запас** составил **382 т**.

В связи с тем, что в настоящий момент поселения промысловой плотности отсутствуют, объем промыслового запаса не обосновывается. Промысловые запасы гребешка приморского были подорваны ранее, в 2003-2016 гг., в результате браконьерского водолазного промысла. С 2019 г. промышленный лов гребешка приморского закрыт. Результаты съемки 2021 г. показали, что восстановления промысловых поселений не произошло, промышленная добыча гребешка приморского в ближайшие годы невозможна.

Гребешок Свифта. В Хабаровском крае гребешок Свифта специально не добывают. Способ лова – водолазный. Вид, по сравнению с гребешком приморским, более трудоемок в добыче и обработке, поэтому, несмотря на высокие вкусовые качества, он малопривлекателен для промысловиков в качестве самостоятельного объекта добычи. Его собирают только вместе с гребешком приморским в качестве прилова.

Гребешок Свифта обитает на глубинах от 2 до 50 м. Условия среды обитания были стабильны на протяжении всего периода наблюдений. Половозрелость наступает на третьем году жизни. Максимальный возраст – 15 лет, высота раковины до 130 мм. Размерно-весовые показатели гребешка Свифта показаны в таблице 8 и на рис. 34-36.

Биологические характеристики гребешка Свифта, данные 2021 г.

	Высота раковины, мм	Масса, г	Возраст, лет
Среднее	104	185	5
Стандартная ошибка	0,8	3,6	0,07
Медиана	103	188	5
Мода	101	216	5
Минимум	88	100	4
Максимум	170	301	7
Количество	123	123	123

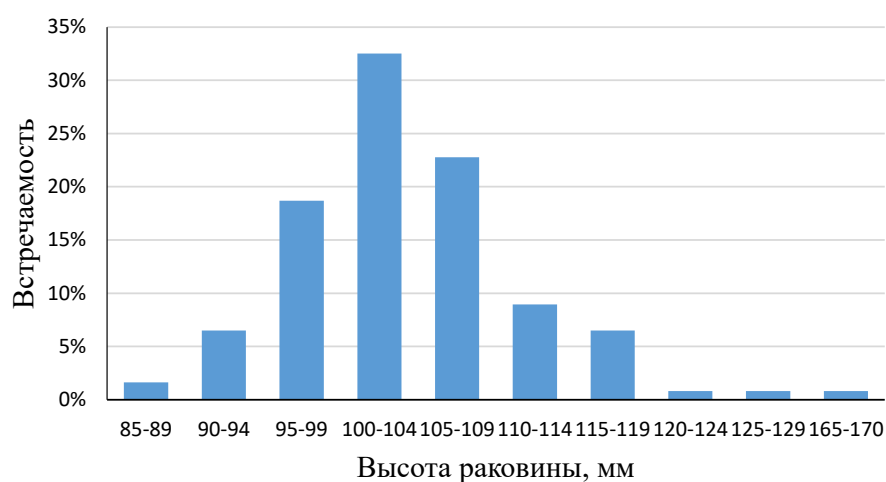


Рис. 34. Размерный состав поселений гребешка Свифта вдоль открытого побережья в 2021 г., n = 123 экз.

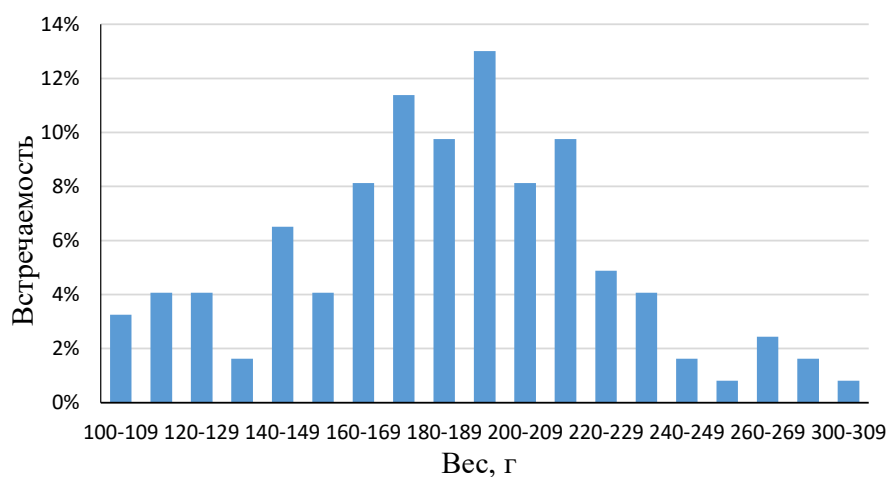


Рис. 35. Весовой состав поселений гребешка Свифта вдоль открытого побережья в 2021 г., n = 123 экз.

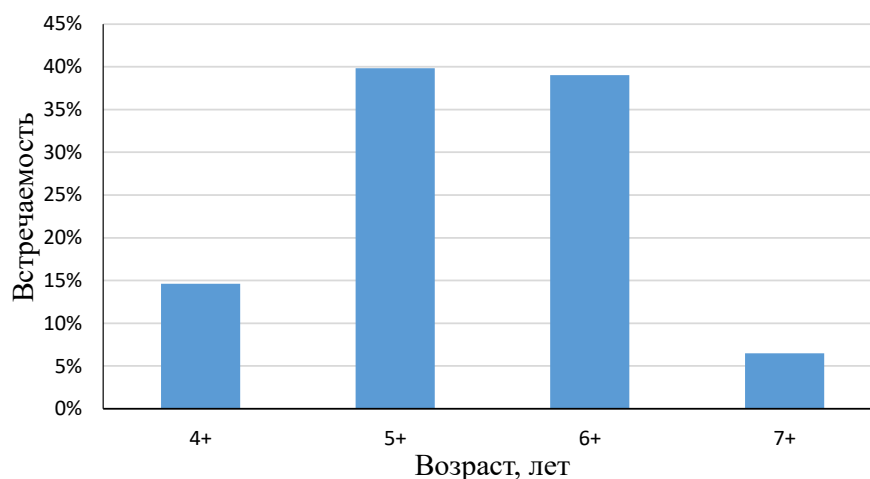


Рис. 36. Возрастной состав поселений гребешка Свифта вдоль открытого побережья в 2021 г., n = 123 экз.

Поселения гребешка Свифта располагаются на участках к северу от зал. Советской Гавани. В южной части района поселений не отмечено. Вид обнаружен на глубинах от 10 до 15 м на валунных и галечных грунтах.

Начиная с 2010 г., было отмечено 4 промысловых скопления с плотностью до 1 экз./м². По данным 2021 г., гребешок вдоль побережья встречался разреженно (рис. 37). Его плотность составила в среднем 0,01 экз./м². Промысловых скоплений не отмечено. Площадь поселений, где был отмечен гребешок Свифта, составила 105 км². Таким образом, **общий запас** в северо-западной части Татарского пролива в пределах Хабаровского края оценен в **194 т.**

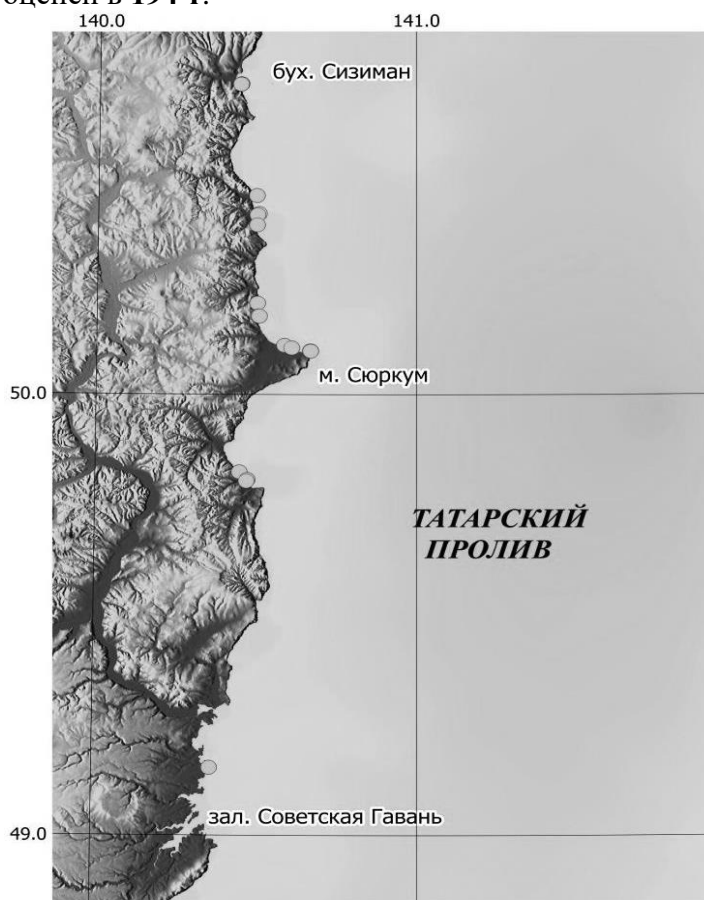


Рис. 37. Расположение поселений гребешка Свифта вдоль северо-западной части Татарского пролива, данные 2021 г.

Прогнозирование состояния запаса

Участок подзоны Приморье южнее мыса Золотой

Гребешок приморский. На участке от устья реки Туманная до мыса Золотой (подзона Приморье, южнее мыса Золотой) общий запас гребешка приморского на глубинах до 20 м оценен в 2,4 тыс. т, промысловый – **1,2 тыс. т** на площади 89 км². Гребешок распределен мозаично с низкими плотностями, значимых скоплений с плотностью, позволяющей вести промысел, не образует.

Однако, несмотря на низкую плотность, состояние поселений можно считать относительно стабильным, присутствует естественное воспроизводство – доля особей непромыслового размера в различных поселениях варьирует от 14 до 62%. Учитывая, что промышленный лов гребешка запрещен, считаем, что запас к 2025 г. не претерпит значительных изменений.

Гребешок Свифта. Общий запас гребешка Свифта на участке от устья реки Туманная до мыса Золотой (подзона Приморье, южнее мыса Золотой) оценен в 1,4 тыс. т, промысловый – **1,3 тыс. т** на площади 169 км². Состояние поселений стабильно, несмотря на низкие плотности. Гребешок встречается мозаично, распространен на большой площади, значимых скоплений с плотностью, позволяющей вести промысел, не образует. Основная часть запаса сосредоточена на участке от мыса Поворотный до мыса Золотой, запас в заливе Петра Великого незначителен. Учитывая, что промышленный лов вида в подзоне Приморье запрещен, предполагается, что в 2025 г. величина его запаса значительно не изменится.

Гребешок японский. Общий запас гребешка японского в заливе Петра Великого составляет 0,609 тыс. т, промысловый – **0,479 тыс. т** на площади 3,76 км². Учитывая отсутствие промышленного лова, можно считать, что в 2025 г. величина запаса этого вида останется на прежнем уровне.

Гребешок бело-розовый. Общий запас гребешка бело-розового в подзоне Приморье южнее мыса Золотой по данным 2022 г. составил 5,2 тыс. т, промысловый – **4,0 тыс. т** на площади 5657 км². Учитывая флуктуации оценки ресурсов гребешка бело-розового в последние годы при отсутствии промысла и наличии регулярного пополнения, можно предположить, что к 2025 г. реального снижения запаса не произойдет.

Участок подзоны Приморье севернее мыса Золотой

Гребешок приморский. За весь период исследований вплоть до настоящего времени, по всем районам, как в водолазных сборах, так и в дражных уловах почти отсутствует молодь, поэтому прогнозировать запас на основе анализа численности отдельных поколений по имеющимся данным невозможно. Исходя из результатов исследований предыдущих лет видно, что, несмотря на кажущееся отсутствие молоди, поселения гребешка сохраняют стабильность структуры (при условии отсутствия экстремальной промысловой нагрузки). Представляется разумным предположить, что пополнение как минимум восполняет потери от естественной смертности. Исходя из этого, **общий запас на 2025 г.** следует прогнозировать на текущем уровне, т.е. **0,382 тыс.** т при численности 804 тыс. экз.

Гребешок Свифта. Объект не осваивается промыслом, поэтому вероятно, величина **общего запаса** сохранится на уровне текущего, т.е. **0,194 тыс. т** при численности 1049 тыс. экз.

Промысловый запас всех видов, входящих в группу «морские гребешки», в подзоне Приморье на 2025 г. прогнозируется не менее 7,0 тыс. т. В этот объем входит запас гребешка приморского – 1,2 тыс. т, Свифта – 1,3 тыс. т, японского – 0,5 тыс. т и бело-розового – 4,0 тыс. т (южнее мыса Золотой). Промысловый запас для подзоны Приморье севернее мыса Золотой не прогнозируется.

Определение биологических ориентиров и обоснование правила регулирования промысла.

Участок подзоны Приморье южнее мыса Золотой. Для определения ориентиров

управления промыслом и формирования зонального правила регулирования промысла морских гребешков на участке подзоны Приморье южнее мыса Золотой в настоящее время недостаточно биологической информации, а промысловая статистика отсутствует.

Участок подзоны Приморье севернее мыса Золотой.

Основными ориентирами управления приняты граничный и целевой ориентиры индекса биомассы промыслового запаса (FSB_{lim} и FSB_{tr}). Ориентиры управления по биомассе при слабом информационном обеспечении определены по следующим формулам [Бабаян, 2000; Буяновский, 2012]:

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

FSB_{max} – максимальный промысловый запас приморского гребешка, определенный для подзоны Приморье (севернее мыса Золотой) за годы исследований по данным дражных съемок, был в 2003-2004 гг. (2971 т). Однако в настоящее время дражный промысел запрещен, а вылов в прибрежной зоне осуществляется преимущественно водолазным способом. Поэтому считаем, что полученная величина промыслового запаса не может быть использована в качестве максимального. В связи с этим целесообразно использовать величину FSB_{max} , рассчитанную на основе данных, полученных в результате водолазных съемок за исторический период, начиная с 2006 г., как наиболее приемлемую и максимально полную, – 1,500 тыс. т (2014 г.).

Таким образом, с учётом обозначенных правил $FSB_{lim} = 0,3$ тыс. т; $FSB_{tr} = 1$ тыс. т. Уровень FSB_{tr} соответствует показателю промыслового запаса, частично восстановившегося после прекращения дражного промысла по состоянию на 2010 г.: объем (округленно) 0,9 тыс. т, плотность – 0,2 экз./м², относительный улов – 50 кг на одного водолаза в час, значения которых и следует принять в качестве целевых ориентиров. В настоящее время объем общего запаса приморского гребешка составляет 0,382 тыс. т, плотность – 0,03 экз./м², что ниже граничного ориентира.

Регулирование промысла осуществляется с помощью зонального ПРП. В качестве цели эксплуатации запаса предложено получение устойчивого вылова. Для определения интенсивности эксплуатации запаса применяется кусочно-линейная функция, параметры которой устанавливаются в соответствии с ориентирами управления. В случае если промысловый запас оценивается объёмом менее FSB_{lim} – вводится запрет на промышленное рыболовство за исключением НИР с целью оценки текущего состояния запаса объекта [Бабаян, 2000]. При оценке запаса в пределах значений от FSB_{lim} до FSB_{tr} интенсивность изъятия следует устанавливать линейно в пределах 1–30% от промыслового запаса. В случае роста значения индикаторов выше целевого уровня, на участках доступных для промысла изъятие может составить 30% [Малкин, 1999] (рис. 38).

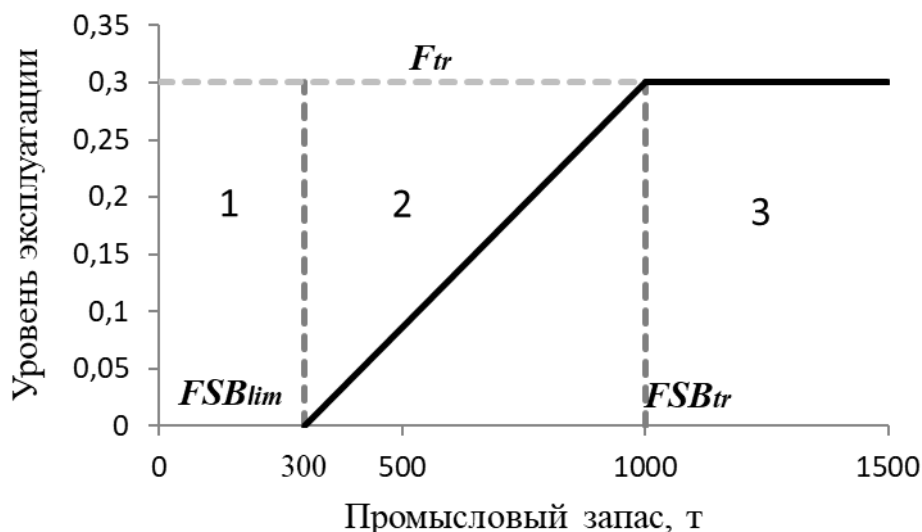


Рис. 38. Схема зонального регулирования промысла приморского гребешка в подзоне Приморье (севернее мыса Золотой). Цифрами обозначены области: 1 – запрет

промышленного лова, 2 – восстановление запасов, 3 – режим устойчивого промысла.

Сплошная линия - ПРП.

Исходя из того, что гребешок приморский не является короткоцикловым видом (продолжительность жизни 13 и более лет), его поселениям не присущи резкие колебания численности, а уровень общего запаса ниже граничного ориентира, в подзоне Приморье (12-мильная прибрежная зона в пределах Хабаровского края) **необходимо продлить запрет его промысла до восстановления запаса до граничного уровня.**

Гребешок Свифта. В подзоне Приморье севернее мыса Золотой добыча гребешка Свифта, как самостоятельного объекта промысла, не ведется. Вылов его возможен только лишь при промысле гребешка приморского. Во избежание добычи гребешка приморского под видом гребешка Свифта, **необходимо закрытие промысла** и этого вида, тем более что он также входит в состав группы «морские гребешки».

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Учитывая, что запасы морских гребешков (приморского, Свифта и японского) в подзоне Приморье находятся на низком уровне, ниже граничного ориентира, ОДУ морских гребешков на 2025 г. рекомендуется установить в объеме, необходимом для проведения ресурсных исследований и государственного мониторинга. Научно-исследовательские работы необходимы для уточнения данных по росту, срокам нереста гребешков, оценки состава поселений в различных районах, отработки способов оценки запасов, площадей скоплений на больших глубинах. Имеющиеся ресурсы позволяют вести промысел гребешка бело-розового, но для этого его необходимо вывести из состава группы «морские гребешки», внести в перечень видов водных биологических ресурсов, в отношении которых устанавливается общий допустимый улов, установить промысловую меру (60 мм по высоте раковины).

Для подзоны Приморье ОДУ для всех видов морских гребешков, на 2025 г. рекомендуется в объеме 0,007 тыс. т (0,006 тыс. т южнее мыса Золотой и 0,001 тыс. т севернее мыса Золотой) для ресурсного обеспечения научных исследований и государственного мониторинга.

На участке южнее мыса Золотой рекомендованный объем ОДУ следует распределить следующим образом: гребешок приморский – 0,002 тыс. т, японский – 0,001 тыс. т, Свифта – 0,001 тыс. т, бело-розовый – 0,002 тыс. т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ морских гребешков в подзоне Приморье на 2025 г. в объеме 0,007 тыс. т исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.**

Литература

Аксютина З.М. 1968. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищ. пром-сть. 288 с.

Атлас двустворчатых моллюсков дальневосточных морей России. 2000. Владивосток: «Дюма». 168 с.

Бабаян В.К. 2000. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). Анализ и рекомендации по применению. М.: Изд-во ВНИРО. 192 с.

Блинова Е. И., Вилкова О. Ю., Милютин Д. М., Пронина О. А. 2003. Методические рекомендации по учету запасов промысловых гидробионтов в прибрежной зоне. М.: ВНИРО. 80 с.

Борисовец Е.Э., Вдовин А.Н., Панченко В.В. 2003. Оценки запасов керчаков по данным учетных траловых съемок залива Петра Великого // Вопросы рыболовства. Т. 4. № 1 (13). С. 157-170.

Буяновский А.И. 2012. Прогноз потенциального вылова прибрежных беспозвоночных при затруднении с оценкой запаса. Методические рекомендации. / М.: ВНИРО. 222 с.

Малкин Е.М. 1999. Репродуктивная и численная изменчивость промысловых популяций рыб. М.: ВНИРО. 146 с.

Мясников В.Г. 1982. Распределение гребешка *Chlamys rosealbus* (Scarlato, sp. nov) у северного Приморья (Японское море) // Изв. ТИНРО. Т. 106. С. 70-73.

Мясников В.Г. 1992. Промысловые гребешки рода *Chlamys* (*Bivalvia*, *Pectinidae*) умеренных вод северо-западной части Тихого океана, их распределение и ресурсы: автореф. дисс. ...канд. биол. наук. Санкт-Петербург, 22 с.

Основные методы оценки численности и биомассы водных биологических ресурсов, величины запаса и его прогноза, оценки возможной доли изъятия, а также сбора данных, характеризующих численность, биомассу, величину запаса, а также биологических и промысловых данных, используемые в ФГУП "ТИНРО-Центре". 2013 // Владивосток: ФГУП "ТИНРО-Центр". 49 с.

Поляков А.В. 2008. КартМастер 4.1. Построение и анализ карт распределения запаса. – М.: ВНИРО. 183 с.

Седова Л.Г., Соколенко Д.А. 2014. Численность и размерный состав поселений приморского гребешка в заливе Петра Великого (Японское море) // Известия ТИНРО. Т. 179. С. 226-235.

Седова Л.Г., Соколенко Д.А. 2015а. Ресурсы приморского гребешка в прибрежье Приморского края // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции (24–26 марта 2015 г.) / Ч. I. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ. С. 136-140.

Седова Л.Г., Соколенко Д.А. 2016. Состояние поселений гребешка *Chlamys farreri* в заливе Петра Великого (Японское море) // Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции «Морские биологические исследования: достижения и перспективы», Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, Т. 1. С. 282-285.

Соколенко, Д.А., Седова Л.Г. 2023. Состав поселений и ресурсы гребешка Свифта (*Chlamys swiftii*, *Bivalvia*) в прибрежье Приморского края (Японское море) // Известия ТИНРО. Т. 203, вып. 1. С. 127-142.

Корбикула (виды рода *Corbicula*)

61.06 - зона Японское море

61.05.1 - подзона Приморье

Исполнители: Д.А. Соколенко, Е.В. Колпаков («ТИНРО»), П.А. Дуленина («ХабаровскНИРО»)

Участок южнее мыса Золотой

Анализ доступного информационного обеспечения. В основу разработки прогноза ОДУ корбикулы положены результаты изучения распределения корбикулы в эстуарии р. Раздольная в 2017–2022 гг. Исследованиями охвачен 25-километровый участок от места впадения реки в Амурский залив до места ответвления от основного русла протоки Сазанья на общей площади 30,28 км² (рис. 1).

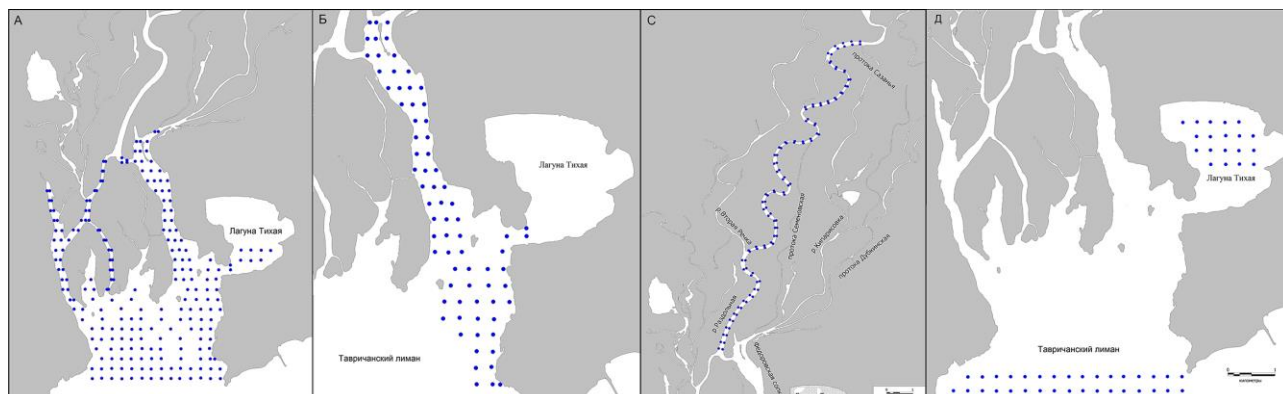


Рис. 1. Карта-схема расположения дночерпательных станций в эстуарии р. Раздольная: (А) – 2017 г., (Б) – 2018-2022 гг., (С) – 2019 г., (Д) – 2020 г.

В 2023 г. начато изучение распределения корбикулы в эстуарии р. Киевка. В разной степени обследованы нижние участки старого и нового русла реки (рис. 2).

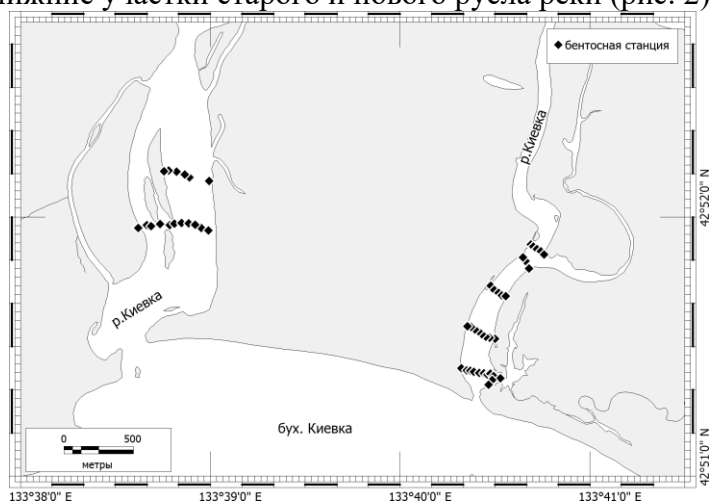


Рис. 2. – Карта-схема расположения дночерпательных станций в эстуарии р. Киевка в 2023 г.

Количественный учет моллюсков выполнен с помощью шестового дночерпателя Петерсена: в 2017 г. – 225 станций на площади 19,97 км²; в 2018 г. – 74 на 6,49 км²; в 2019 г. – 185 на 9,39 км²; в 2020 г. – 122 на 13,93 км², в 2021 г. – 72 на 6,49 км²; в 2022 г. – 72 на 6,49 км² и в 2023 г. – 50 на 0,13 км² (табл. 1).

Таблица 1

Материал, положенный в основу прогноза

Водоем	Дата	Кол-во станций/проб	Глубина, м	Площадь, км ²	Биоанализ, экз.
р. Раздольная	17-26.07.2017	225/675	0,3-4,0	19,97	1874
р. Раздольная	09.-11.07.2018	74/222	0,3-4,1	6,49	599
р. Раздольная	25-26.06.2019	112/336	0,7-4,0	2,87	285
р. Раздольная	24-25.07.2019	73/219	0,3-4,3	6,49	957
р. Раздольная	03-07.08.2020	122/366	0,3-4,2	13,93	1719
р. Раздольная	19-20.07.2021	72/216	0,4-4,0	6,49	1858
р. Раздольная	10-11.07.2022	72/216	0,5-4,1	6,49	2787
Итого		750/2250	0,3-4,3	62,73	10079
р. Киевка	21-22.06.2023	50/150	0,3-3,5	0,13	310
Итого		50/150	0,3-3,5	0,13	310

Станции располагались обычно на расстоянии 200-300 м друг от друга и охватывали глубины от 0,3 до 4,3 м. При определении положения станций на местности применяли портативное навигационное оборудование GPS. На каждой из них отбирали по 3 пробы грунта (площадь пробы – 0,025 м², глубина врезания – от 0,05 м на плотных песках до 0,20 м на жидких илах). Данные обработки проб с одной станции объединяли. В месте взятия проб лотом определяли глубину, визуально оценивали тип донных осадков и скорость течения. Грунт промывали через плавающее сито с ячейей 1 мм. Пробы фиксировали 4%-ным раствором формалина для последующей камеральной обработки. У каждого моллюска с помощью штангенциркуля с точностью до 0,1 мм измеряли длину раковины. После обсушивания на фильтровальной бумаге корбикул взвешивали на электронных весах «Vibra» с точностью до 0,001 г. Полученные данные по биомассе и численности особей пересчитывали на 1 м² поверхности дна.

В общей сложности в эстуарии р. Раздольная отобрано 2250 бентосных проб и промерено 10079 экз. корбикулы; в эстуарии р. Киевка соответственно – 150 бентосных

проб и 310 экз. корбикулы. Возраст моллюсков определен по наружным кольцам зимних остановок роста [Астахов, 2017].

Структура и качество доступного информационного обеспечения для эстуария р. Раздольная соответствуют III уровню.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Оценка запасов выполнялась традиционными методами, утвержденными во ФГБНУ «ТИНРО-Центр» 29 марта 2013 г., как основные методы оценки численности и биомассы водных биологических ресурсов, величины запаса и его прогноза, оценки возможной доли изъятия [Основные методы оценки..., 2013]. Статистическую обработку полученных данных проводили с применением компьютерной программы Microsoft Excel. Построение карт пространственного распределения показателей биомассы и расчет запасов выполнен в ГИС MapInfo Professional с использованием метода диаграмм Вороного [Борисовец и др., 2003].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. На участке южнее мыса Золотой поселения корбикулы приурочены к эстуариям рек и прибрежным лагунам [Явнов, Раков, 2002]. Данный вид обитает во многих водоемах, но крупные скопления образует только в ряде из них: в системе р. Карасик + оз. Лебединое + реки Лебединка, лагуне Лебяжья, реках Гладкая, Раздольная, Артемовка, Партизанская и Киевка, озерах Пресное и Круглое, а также в системе оз. Мраморное + оз. Духовское + р. Кедровка (рис. 3).

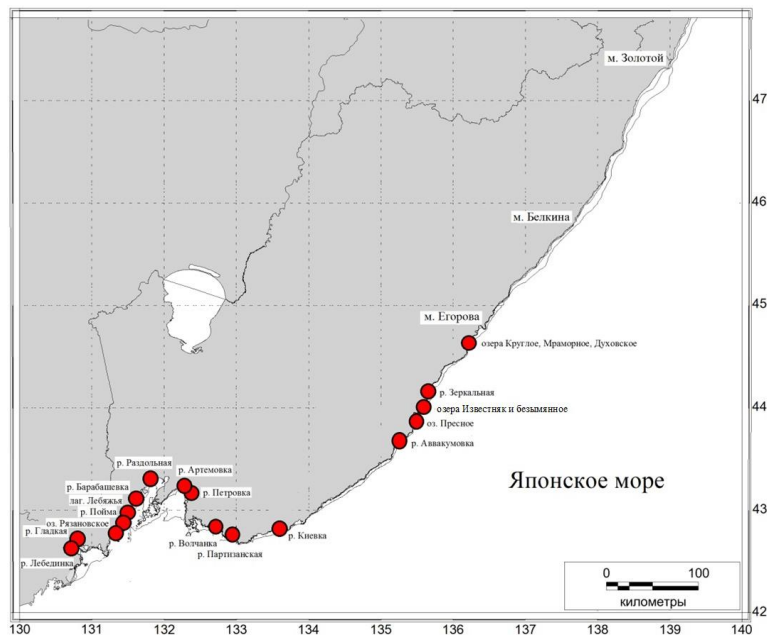


Рис. 3. Места основных поселений корбикулы в подзоне Приморье (южнее мыса Золотой)

При этом основные ресурсы вида сосредоточены в эстуарии р. Раздольная (в урожайные годы до 90% от общего запаса). Общий учтенный запас корбикулы в рассматриваемом районе с учетом последних обновленных данных составляет порядка 17,1 тыс. т. (табл. 2).

Таблица 2

Состояние ресурсов корбикулы в подзоне Приморье (южнее мыса Золотой)

Район	Общий запас, т	Доля от общего запаса, %	Год исследования
р. Карасик + оз. Лебединое + р. Лебединка + зал. Лебединый	742	4,35	2000-2003
р. Гладкая	120	0,70	1999
лагуна Лебяжья	127	0,74	1999
оз. Рязановское	51	0,30	1999
р. Раздольная	15264,7	89,39	2017-2022

Район	Общий запас, т	Доля от общего запаса, %	Год исследования
р. Артемовка	128	0,75	2003
р. Петровка	1,1	0,01	1999
р. Шкотовка	3	0,02	1999
р. Партизанская+ оз. Лебяжье	506,7	2,97	1999
р. Киевка	23	0,13	2023
оз. Пресное	25,3	0,15	2013-2014
оз. Круглое	17,9	0,10	1999
оз. Мраморное + оз. Духовское + р. Кедровка	66,9	0,39	1999
Итого	17076,6	100	

Промысел корбикулы в водах Приморья имеет многолетнюю историю. Он был организован в 1993 г. в эстуарии р. Раздольная и не прекращался здесь на протяжении 25 лет вплоть до 2018 г. В отдельные годы также эксплуатировались поселения в лагуне Лебяжья и эстуариях рек Лебединка, Гладкая, Артемовка и Киевка [Явнов, Раков, 2002]. Моллюсков добывают в теплый период года в два этапа: с 15 мая по 19 июля и с 21 августа по 31 октября специализированными сачками с массивных мотолодок (кунгасов). В это время они легко облавливаются, поскольку сконцентрированы в самых верхних слоях грунта. С 20 июля по 20 августа в период массового нереста корбикулы ее вылов запрещен [Правила рыболовства...].

Практически вся добываемая корбикула экспортировалась в Японию. За период с 1993 по 2018 г. в водах Приморья добыто около 8,7 тыс. т моллюсков. С 1993 до 2003 г. освоение ОДУ корбикулы не превышало 30%, с 2004 по 2017 г. варьировало от 50 до 100%, в 2018 г. снизилось до 33,5% (рис. 4). В 2019-2023 гг. вылов на участке южнее мыса Золотой не осуществлялся. В 2022 г. объем вылова корбикулы по данным Приморского территориального управления составил 6 т. Однако здесь речь идет о добыче данного вида в Амурском лимане (участок севернее мыса Золотой), где ранее промысел отсутствовал. Поскольку в настоящее время участки южнее и севернее мыса Золотой рассматриваются в рамках одной подзоны Приморье, мы этот вылов также отразили на графике (рис. 4).

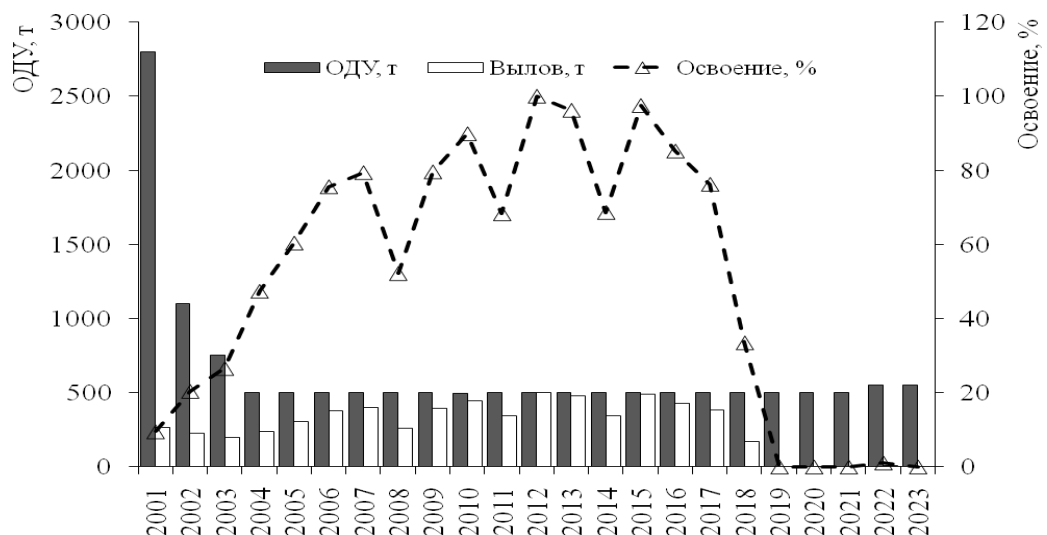


Рис. 4. Динамика вылова и освоения ресурсов корбикулы японской в подзоне Приморье за период с 2001 по 2023 гг. (по данным Приморского территориального управления Росрыболовства)

Объем добычи моллюсков в каждом конкретном году определяется разными причинами и, главным образом, связан с состоянием рынка сбыта, погодными условиями и паводковой обстановкой. Резкое снижение объемов добычи в 2018 г. и отсутствие

вылова в последующие годы произошло в результате сначала частичного, а потом и полного закрытия основных промысловых участков. Принятие такого решения было продиктовано реанимацией документа «Решение исполнительного комитета Приморского краевого Совета народных депутатов от 29 ноября 1974 г. № 991» о признании места впадения р. Раздольная в Амурский залив («Лиман реки Раздольная») памятником природы краевого значения или особо охраняемой природной территорией (ООПТ) (Постановление администрации Приморского края от 22 июня 2018 г. № 290-па)».

Возобновление промысла корбикулы на прежнем уровне может произойти только в случае изменения границ или упразднении памятника природы «Лиман реки Раздольная». В соответствии с п. 3 ст. 7 закона Приморского края от 11 мая 2005 года N 245-КЗ «Об особо охраняемых природных территориях Приморского края» (в редакции Закона Приморского края от 24.07.2019 г. №556-КЗ) решение о ликвидации памятника было принято в 2022 г. краевыми властями, но пока не поддержано на федеральном уровне.

Для оценки современного состояния ресурсов корбикулы в эстуарии р. Раздольная и анализа ее размерно-возрастной структуры нами проведена масштабная дночерпательная съемка. Основные исследования выполнены в 2017 г. В 2019 г. они дополнены обследованием основного русла реки от места его разветвления на два рукава до места ответвления от основного русла протоки Сазанья; в 2020 г. – частично лагуны Тихая и внешнего эстуария реки. Полученные результаты мы приняли за исходную точку для последующего мониторинга данной популяции (рис. 5).

В эстуарии р. Раздольная корбикула имеет широкое распространение и занимает обширные участки дна. Моллюски обитают на глубинах от 0,3 до 4,2 м на илистых, илисто-песчаных, песчано-илистых, песчаных и скальных грунтах. Наиболее крупные скопления с плотностью поселения до 3399 экз./м² и биомассой до 10290,3 г/м² отмечены ниже места впадения в основное русло р. Вторая Речка: в средней и нижней частях главного русла реки; в левом рукаве – у Федоровской сопки и в районе впадения рукава в Тавричанский лиман у о-ва Рогозина; в правом рукаве – в Устьевой протоки и в верхней части Волчьей протоки; в Тавричанском лимане – в его центральной и восточной частях, в средней части зал. Ключевского и у входа в лагуну Тихая. Скопления имеют достаточно четкие границы и форму, а их местоположение на протяжении длительного времени остаётся неизменным.

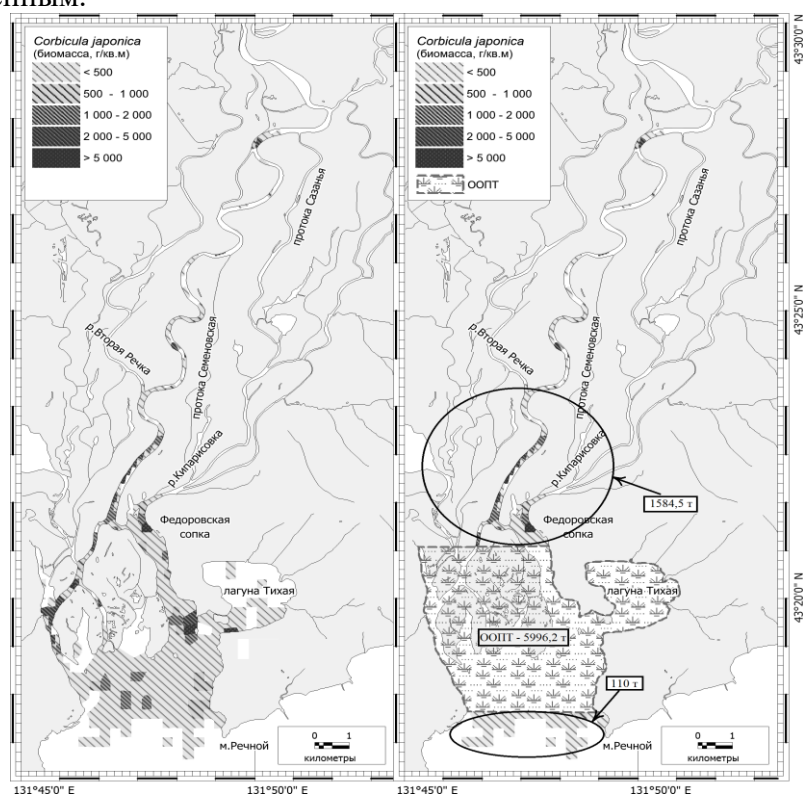


Рис. 5. Распределение корбикулы в эстуарии р. Раздольная: слева – общее распределение, справа – вне границ памятника природы «Лиман реки Раздольная» в 2017–2020 г.

Общий запас корбикулы в 2017 г. с учетом обследования прилежащих акваторий в 2019–2020 гг. на площади 30,29 км² при средней плотности поселения 73,9±6,6 экз./м² и биомассе 393,0±56,2 г/м² оценен нами в **8098,1 т**, в том числе:

- выше места впадения в основное русло р. Вторая Речка он составил 437,4 т (площадь – 2,03 км², плотность поселения – 16,4±3,2 экз./м², биомасса – 194,3± 4,6 г/м² т.).
 - ниже места впадения в основное русло р. Вторая Речка оказался равен 7660,7 т (площадь – 28,25 км², плотность поселения – 89,8±8,2 экз./м², биомасса – 448,1±70,1 г/м²).
- Из этого объема в пределах ООПТ сосредоточено 5996,2 т.

До недавнего времени промысел корбикулы в эстуарии р. Раздольная велся только ниже места впадения в основное русло р. Вторая Речка и преимущественно в Тавричанском лимане. Однако с 2019 г. добычу моллюсков на этом участке реки можно осуществлять исключительно вне границ ООПТ. Сосредоточенный выше границ памятника природы «Лиман реки Раздольная» общий запас корбикулы равняется 1584,5 т; ниже – 110 т (рис. 5). Для добывавшей здесь прежде корбикулу рыбопромысловой компании ООО «Акватехнологии» эти ресурсы оказались непривлекательными и промысел ими был прекращен.

С 2018 г. дночерпательная съемка 2017 г. частично повторяется ежегодно. Бентосные пробы отбираются по одним и тем же станциям и примерно в одно и то же время на реперном полигоне площадью 6,49 км² (рис. 1Б). Результаты этих исследований свидетельствуют о сходном характере пространственного распределения корбикулы и расположении основных ее скоплений в разные годы. Вместе с тем, средние показатели обилия данного вида и его общий запас от года к году заметно варьируют (табл. 3). Особенно явные отличия на фоне предшествующих лет наблюдаются в последние три года. Данные по запасам корбикулы реперного полигона в 2018–2022 гг. послужили нам основой для расчетов ее ресурсов на всей акватории ниже места впадения в основное русло р. Вторая Речка и отдельно для участков вне границ ООПТ (рис. 6).

Таблица 3

Межгодовая изменчивость показателей обилия и общего запаса корбикулы в эстуарии р. Раздольная в пределах реперного полигона (данные 2017-2022 гг.)

Дата	Кол-во станций /проб ¹	Глубина, м	Средняя численность, экз./м ²	Средняя биомасса, г/м ²	Общий запас, тыс. т
17-26.07.2017	77/231	0,3-4,0	151,65 ± 20,48	620,01 ± 190,1	4,03
09-11.07.2018	74/222	0,3-4,1	108,26 ± 18,67	646,14 ± 210,89	4,19
24-25.07.2019	73/219	0,3-4,3	174,58 ± 27,77	536,15 ± 146,17	3,48
03-05.08.2020	72/216	0,3-4,2	311,59 ± 55,48	745,10 ± 172,62	5,18
19-20.07.2021	72/216	0,4-4,0	348,83 ± 51,33	1410,55 ± 265,64	8,68
10-11.07.2022	72/216	0,5-4,1	515,98 ± 82,67	1221,92 ± 194,50	8,03

Произошедшее увеличение общего запаса корбикулы в 2020 г. и, особенно, в 2021 г. связано с высокой выживаемостью молоди в зимний период 2018-2019 гг. и 2019-2020 гг. и ее пониженной смертностью в последующие годы. Однако в 2022 г. общий запас несколько снизился, но в основном за счет элиминации взрослых особей. Это хорошо прослеживается на графиках возрастного состава данного вида в разные годы (рис. 7). Структура поселения корбикулы заметно начала меняться в 2019 г. В этот год произошло увеличение количества двухлеток (с 6,0 до 18,8%). В 2020 г. их доля составила 35,4%. При этом резко возросло количество трехлеток (с 3,9 до 15,8%). В 2021 г. их доля достигла 28,3%. Одновременно с этим процент четырехлеток увеличился с 4,5 до 14,7. В 2022 г., на фоне сходной с 2021 г. структуры скоплений, заметно увеличилась доля сеголеток (с 19,4

¹ При низком уровне воды в реке не все мелководные станции удалось обследовать.

до 28,5%) и упала доля моллюсков старше 4+ лет: с 11,3 до 3,4%. В 2023 г. из-за сложной паводковой ситуации на р. Раздольная выполнить съемку реперного полигона не удалось, но мы полагаем, что резкого снижения запаса корбикулы не произошло и он остался на уровне среднемноголетнего.

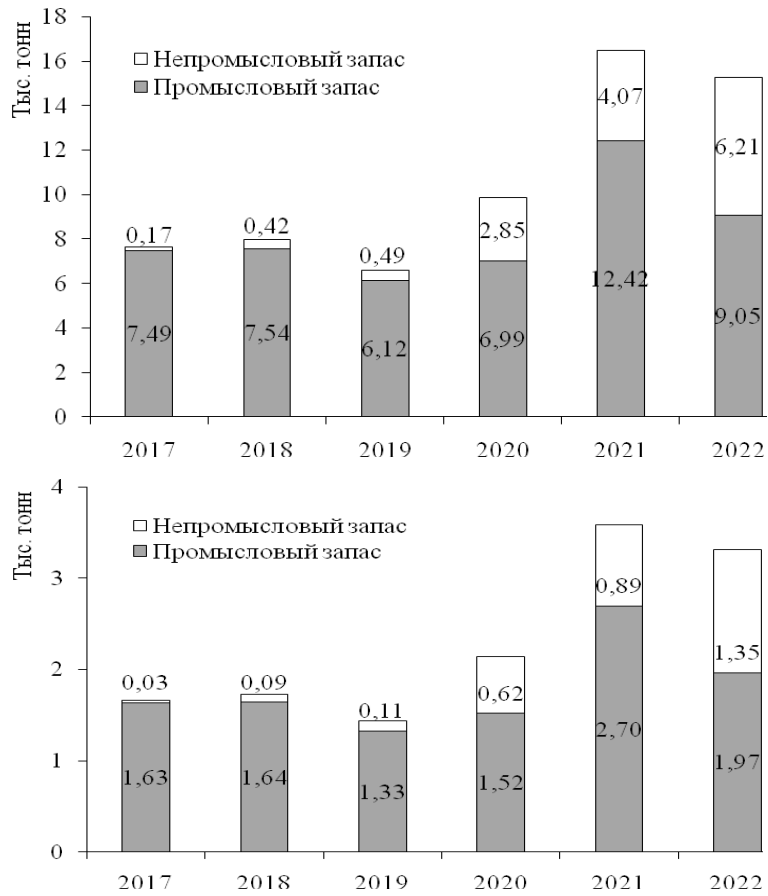
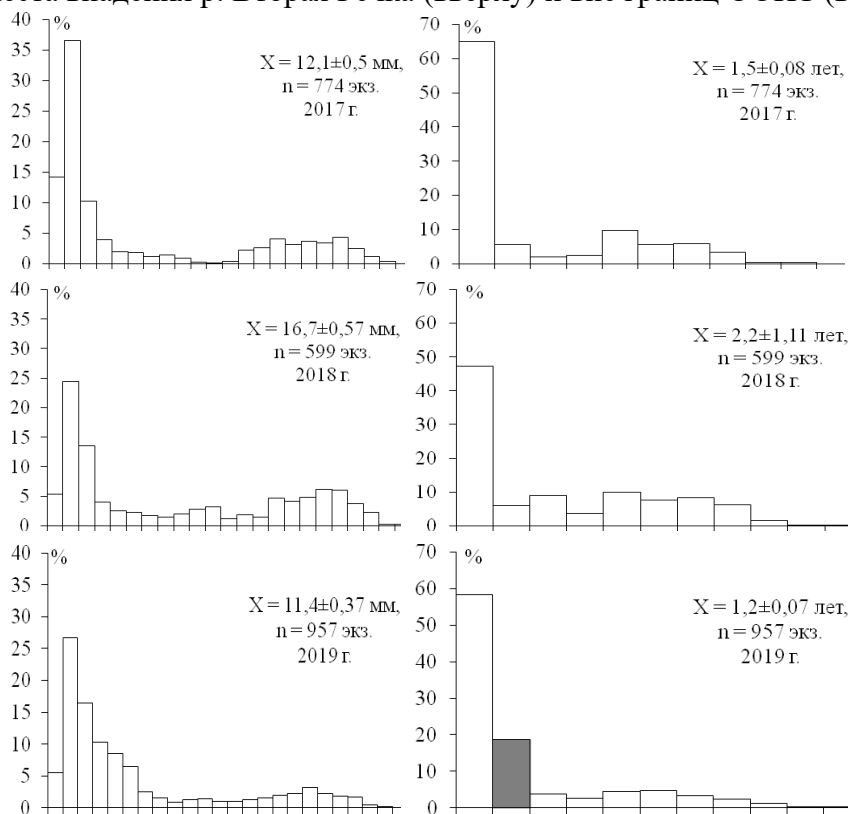


Рис. 6. Межгодовая динамика запасов корбикулы в эстуарии р. Раздольная на участке ниже места впадения р. Вторая Речка (вверху) и вне границ ООПТ (внизу)



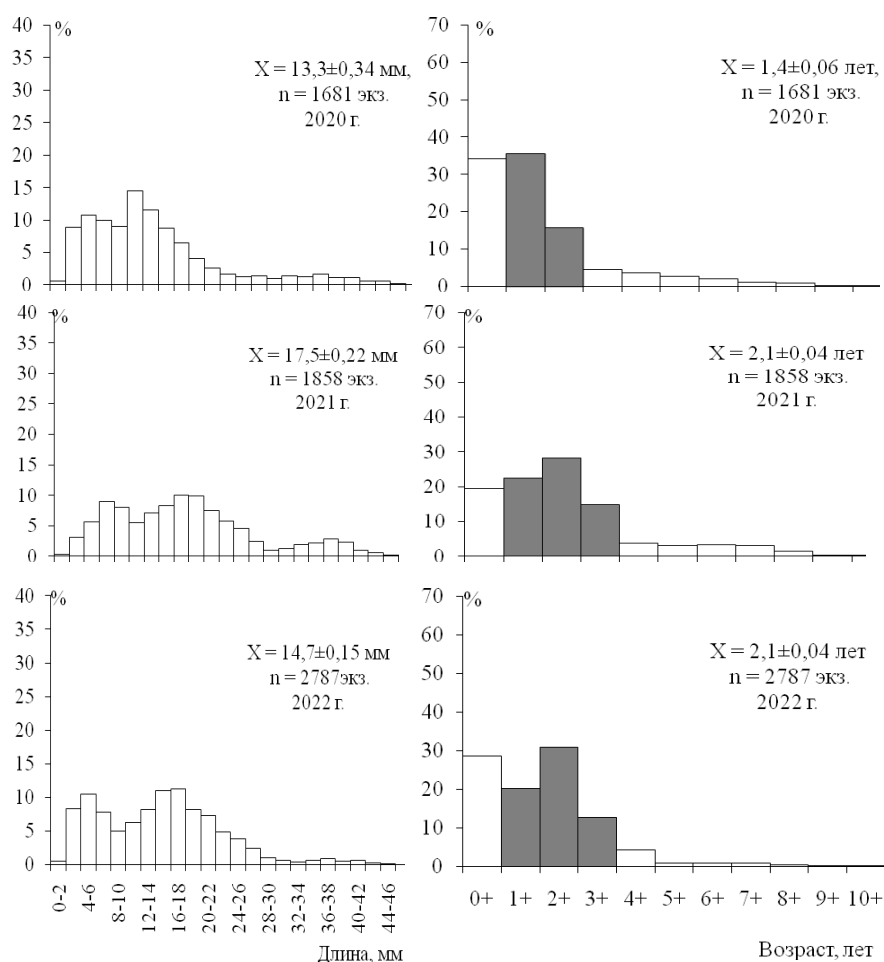


Рис. 7. Межгодовая динамика размерной (слева) и возрастной (справа) структуры поселений корбикулы в эстуарии р. Раздольная (в пределах реперного полигона).

В нижнем течении эстуария р. Киевка корбикула образует поселения в диапазоне глубин от 0,5 до 2,9 м на илесто-песчаных, песчаных и песчано-илистых грунтах. Характеризуется неравномерным количественным распределением при биомассе от 0,15 до 2356,26 г/м² и плотности поселения от 9 до 280 экз./м². Наиболее крупные скопления приурочены к старому руслу реки (рис. 8). Средняя биомасса данного вида составила 70,67±48,50 г/м², плотность поселения – 10,7±5,88 экз./м². Длина раковины моллюсков изменялась от 16,7 до 46,0 мм (в среднем 30,4±0,38 мм), общая масса – от 1,64 до 24,12 г (в среднем 10,00±0,32 г). В выборке преобладали средне- и крупноразмерные особи длиной от 20 до 40 мм (91,0 % от общей численности). Доля моллюсков непромыслового размера (с длиной раковины менее 22 мм) составила 7,9%. Структура поселений из разных местообитаний неодинакова, но в целом характеризуется слабым пополнением в последние несколько лет. Общий запас корбикулы на площади 0,13 км² оценен в 23,0 т, промысловый – 22,2 т.

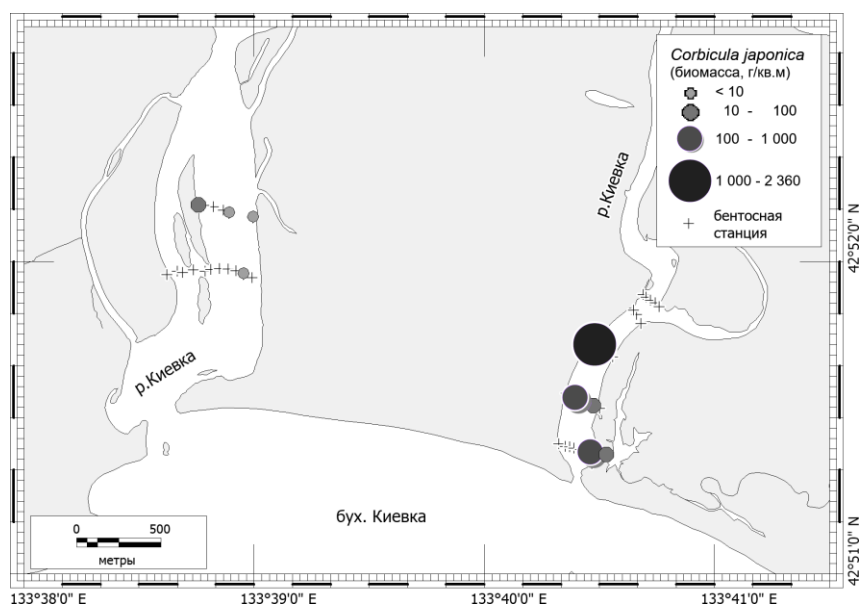


Рис. 8. Распределение корбикулы в нижнем течении эстуария р. Киевка в 2023 г.

Определение биологических ориентиров. Имеющиеся оценки запасов корбикулы в эстуарии р. Раздольная не позволяют на текущем этапе исследований определить ориентиры управления по биомассе и коэффициенту эксплуатации этого вида. Необходимы более длительные ряды наблюдений за ее поселением. До сих пор нет понимания под влиянием каких факторов и с какой периодичностью происходит формирование у корбикулы урожайных поколений. При этом на разных участках реки этот процесс может происходить различным образом. В частности, выше места впадения в основное русло р. Вторая Речка поселения корбикулы являются репродуктивно зависимыми и пополняются за счет поступления личинок из нижних участков реки. Данные по запасам корбикулы в эстуарии р. Киевка также ничего не дают, поскольку этот водоток только начат изучаться.

Участок севернее мыса Золотой

Анализ доступного информационного обеспечения. Данные о современном состоянии ресурсов корбикулы японской получены во время бентосной съемки, проведенной сотрудниками «ХабаровскНИРО» в июне 2021 г. в Амурском лимане от острова Большой Чомэ и мыса Вагис на юге до мыса Меншикова и мыса Халезова на севере в целях изучения кормовой базы амурского осетра (рис. 9).

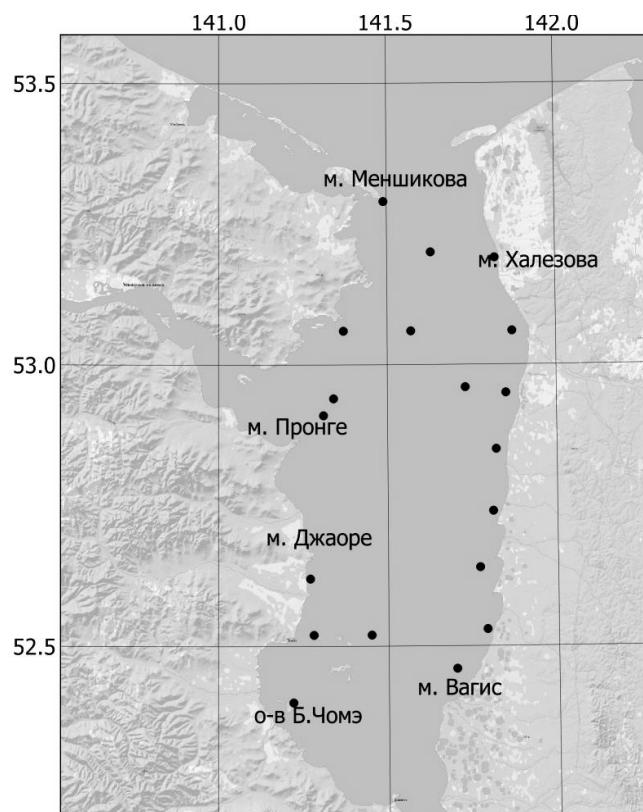


Рис. 9. Карта станций бентосной съемки в Амурском лимане в 2021 г.

Сбор бентосных проб проводился с маломерного плавсредства. Для отбора проб использовали шестовой дночерпатель Петерсена ($S=0,025 \text{ м}^2$). Пробы брали в трех повторностях, которые объединяли. Всего было выполнено 19 дночерпательных станций. Выполнен биоанализ 93 экз. корбикулы японской. Для определения возраста взято 58 экз. корбикулы.

Дополнительно использованы данные съемки, проведенной в июне-июле 2010 г. в Амурском лимане от мыса Невельской до мыса Меншикова. Пробы отбирали модифицированной версией зубчатого водолазного дночерпателя [Аверинцев и др., 1982] площадью $0,05 \text{ м}^2$. Всего было выполнено 78 дночерпательных водолазных станций. Проведен биоанализ 507 экз. корбикулы японской.

Структура и качество доступного информационного обеспечения прогноза соответствуют III уровню, а обоснование ОДУ может строиться только на эмпирических и трендовых методах.

Обоснование выбора метода оценки запаса. В настоящее время широко распространены методы машинного расчета запаса, использующие сглаживание данных, полученных в разных точках обследуемого района (линейная интерполяция, сплайн-аппроксимация, кригинг). Эти методы оптимальны на участках относительно однородной биоты, однако они не учитывают реально существующих биотических границ. Поэтому их применение при наличии выраженной дискретности среды и биоты часто приводит к значительным ошибкам в определении запаса. Наилучшим образом неоднородности среды и биотические границы можно учесть при расчете запаса по каждой станции вручную, когда площадь каждого участка с одинаковыми биомассами определяется с учетом реально существующих границ. Однако такой метод, помимо своей трудоемкости, неизбежно связан с субъективизмом исследователя, определяющего границы участков.

В лимане р. Амур имеются перепады глубин от мелководий к фарватерам, участки разнообразных грунтов, здесь также выражены биотические границы, связанные с перепадами солености. В связи с этим расчет общей площади поселений и оценка запаса (суммарной биомассы) производился методом построения полигонов Вороного с

использованием геоинформационной системы QGIS 3.16. Выбор метода расчета запаса обусловлен тем, что построение полигонов в наибольшей степени отражает естественную дискретность условий обитания и распределения донных сообществ, при этом субъективизм исследователя не отражается на конечном результате.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Основные поселения в пределах Хабаровского края корбикулы японской образует в Амурском лимане, где имеет значительные промысловые ресурсы. Корбикула в лимане распространена в районах от острова Большой Чомэ и Частых островов на юге до мыса Пуир на севере (рис. 10).

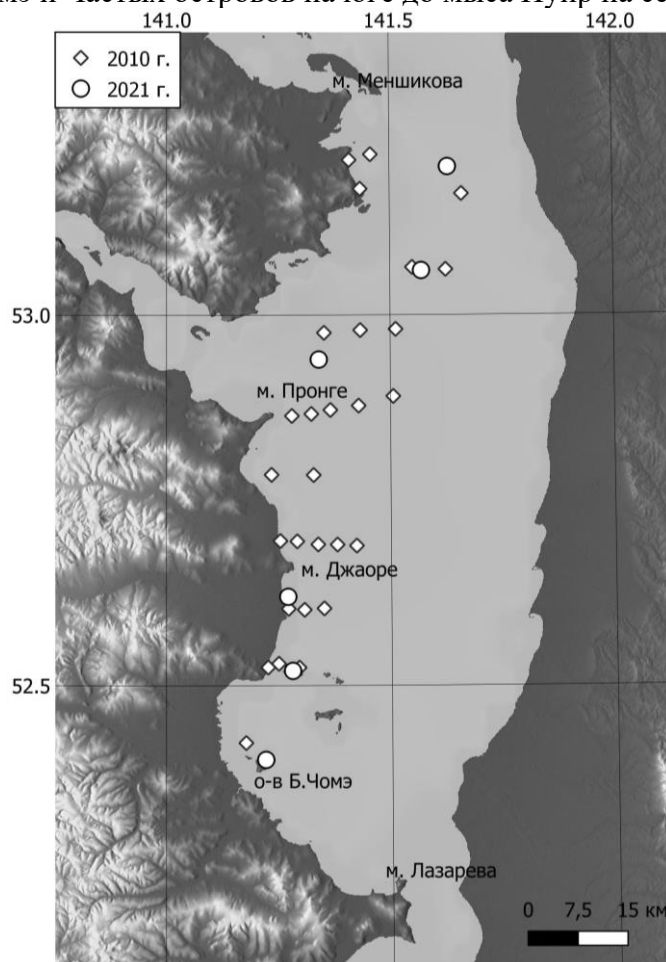


Рис. 10. Места расположения поселений корбикулы в Амурском лимане в 2010 и 2021 гг.

Вид обитает на илистых и песчаных грунтах на глубинах от 1 до 6 м. Промысловые скопления создает на глубинах менее 2 м. По данным 2021 г., относительная биомасса корбикулы достигала 1142 г/м^2 (в среднем $105 \pm 60 \text{ г/м}^2$), относительная численность – 453 экз./м^2 (в среднем $63 \pm 29 \text{ экз./м}^2$). В 2010 г. эти показатели были выше и составляли 1200 г/м^2 (в среднем $252 \pm 49 \text{ г/м}^2$) и 1260 экз./м^2 (в среднем $186 \pm 48 \text{ экз./м}^2$), соответственно. Это объясняется лучшим качеством сбора материала при помощи водолазного дночерпателя в 2010 г.

Корбикула японская является одним из доминирующих видов макрозообентоса опресненной части лимана, составляя на участках своего обитания от 40 до 98% его биомассы.

Таблица 4

Статистические параметры корбикулы японской в лимане р. Амур по данным 2021 г.

	Длина раковины, мм	Вес, г	Возраст, лет
Среднее	16,4	2,0	3

Стандартная ошибка	0,6	0,2	0,2
Медиана	17	1,65	2
Мода	21	4	2
Минимум	4,5	0,05	0
Максимум	27	7,8	6
Количество	93	84	58

Корбикула японская способна активно мигрировать, зарываться в грунт, образовывать как относительно плотные агрегации, так и разреженные поселения диффузного характера. Это обстоятельство влияет на характер распределения и результаты оценки запаса в зависимости от сезона. Так результаты съемок 2010 и 2021 гг., выполненные в летнее время, показывают стабильность поселений корбикулы во времени (рис. 10).

Продолжительность жизни корбикулы в лимане р. Амур до 6 лет, максимальная длина раковины – 33 мм [Дуленина, Дуленин, 2011]. Биостатистические показатели корбикулы японской приведены в таблице 4 и на рисунках 11-13. Корбикула достигает половой зрелости при длине раковины 14-15 мм [Масленникова, Калинина, 2001].

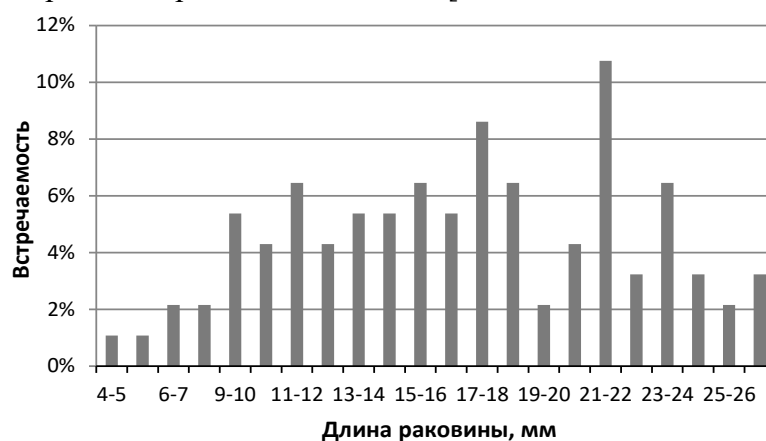


Рис. 11. Размерный состав поселений корбикулы японской в лимане р. Амур, 2021 г.

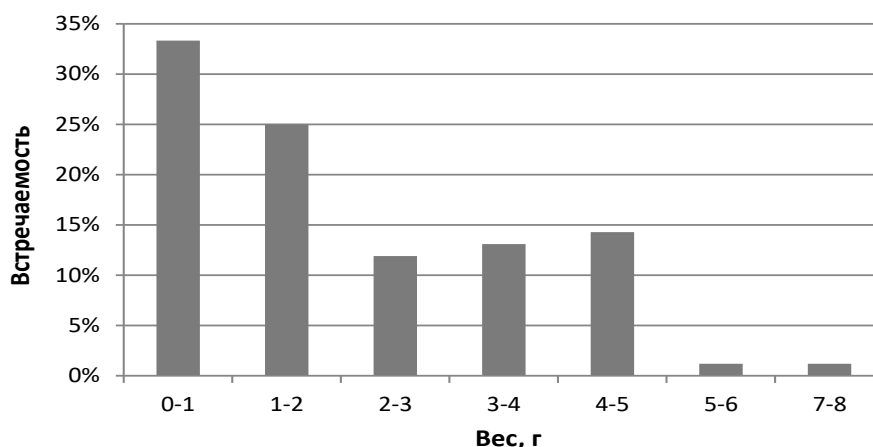


Рис. 12. Весовой состав поселений корбикулы японской в лимане р. Амур, 2021 г.

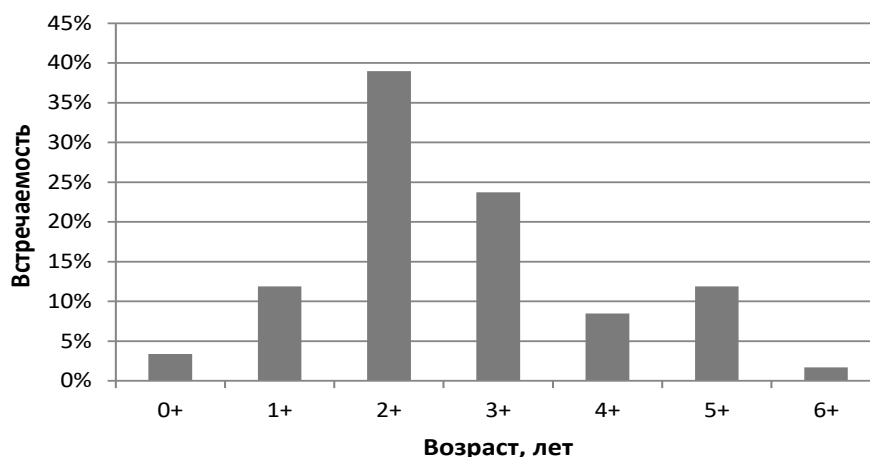


Рис. 13. Возрастной состав поселений корбикулы японской в лимане р. Амур, 2021 г.

Объем данных, собранных в 2021 г., недостаточен для расчета запаса, поэтому запас оценивался на основании результатов, полученных в 2010 г.

Общая площадь поселений корбикулы японской в лимане по данным 2010 г. оценена округленно в 744 км². Общий запас – 267 тыс. т (табл. 5).

Таблица 5

Распределение биомасс корбикулы японской в лимане р. Амур по площадям (результаты расчета ГИС QGIS 3.16). Данные 2010 г. Полужирным курсивом выделены данные по моллюскам с промысловыми относительными биомассами

Биомасса, кг/м ²	Площадь, км ²	Запас, т
0-0,1	149,9	10504
0,1-0,2	101,2	15874
0,2-0,3	96,7	25277
0,3-0,4	191,1	68167
0,4-0,5	50,4	21378
0,6-0,7	23,0	14411
0,7-0,8	77,5	57704
0,9-1	53,8	53770
<u>Σ промысловых</u>	<u>131,2</u>	<u>111474</u>
Всего:	743,5	267085

Доля взрослых моллюсков (с длиной раковины более 15 мм) составила 43% от их численности, а биомасса – 233 тыс. т. Биомасса промысловых моллюсков (с длиной раковины не менее 22 мм) составила округленно 172 тыс. т – 64% от общей биомассы.

Моллюски в пределах диффузных поселений образуют, как правило, относительно небольшие удельные биомассы, непривлекательные для целей промысла. По результатам съемки выделены районы агрегаций моллюсков с наибольшими относительными биомассами (более 0,7 кг/м²). Эти поселения учтены в качестве промысловых. Они располагаются в юго-западной части лимана близ мыса Мы и в северной части лимана в окрестностях мысов Петах и Пуир (рис. 14).

Запас в пределах промысловых поселений составил, округленно, 112 тыс. т (табл. 5). Исходя из этого, промысловый запас, т.е. массовая доля моллюсков промыслового размера в пределах промысловых поселений, равен 112 тыс. т. × 64% = 72 тыс. т.

Определение биологических ориентиров. Поскольку запас корбикулы в течение десятилетий сохраняет стабильное состояние, целевым ориентиром на ближайшие годы следует считать состояние промыслового запаса, близкое к текущему, т.е. 72 тыс. т. Поскольку для короткоциклового вида возможны существенные колебания запаса,

вызванные естественными причинами, за граничный ориентир условно следует принять уровень промыслового запаса в два раза ниже текущего, т.е. округленно 40 тыс. т.

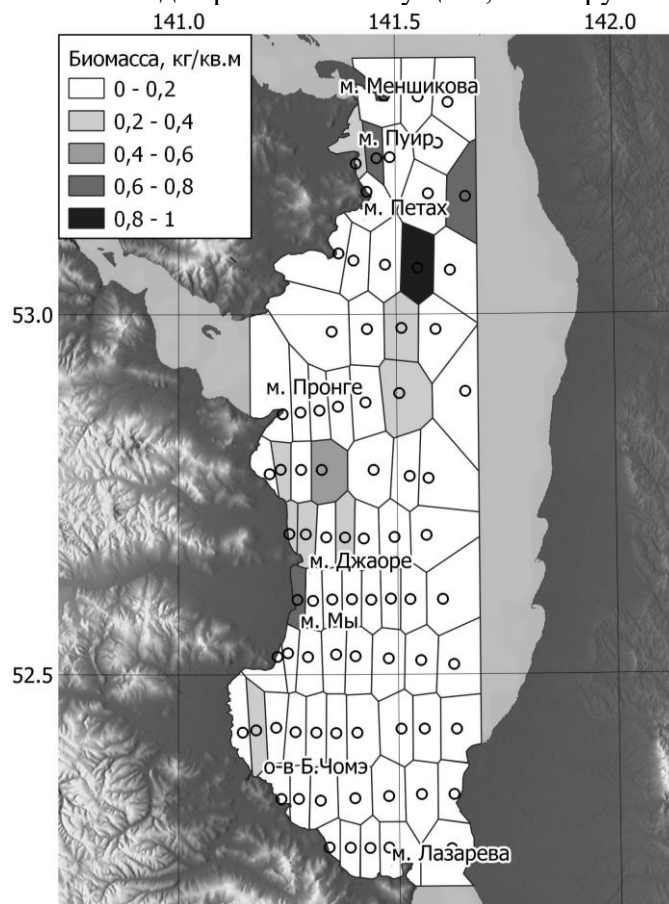


Рис. 14. Распределение удельной биомассы корбикулы японской в Амурском лимане в 2010 г.

Обоснование правила регулирования промысла. Регулирование промысла в ближайшие 5 лет должно быть направлено на сохранение запаса на текущем уровне. В случае снижения запаса ниже граничного ориентира необходим запрет промысла.

Известно, что корбикула в лимане становится половозрелой на 2 году жизни [Дуленина, Дуленин, 2009]. Допустимое годовое изъятие при таком возрасте полового созревания составляет 38% от численности запаса [по: Бабаян, 2000]. Но, учитывая низкий уровень информационного обеспечения и малую изученность объекта, при объеме промыслового запаса в пределах от граничного до целевого, ОДУ необходимо устанавливать на минимальном уровне от биомассы промыслового запаса.

Если биомасса запаса превысит целевой ориентир, ОДУ корбикулы японской может быть постепенно доведено до 38% от численности промыслового запаса.

Прогнозирование состояния запаса в подзоне Приморье. Общий запас корбикулы в подзоне Приморье южнее мыса Золотой в каждом конкретном году определяется состоянием ее ресурсов в эстуарии р. Раздольная. В урожайные для этого водотока годы он принимает максимальные значения. В целом динамика запасов корбикулы в межгодовом аспекте варьирует в широких пределах. Только за последние 4 года общий запас данного вида в эстуарии р. Раздольная ниже места впадения в основе русло р. Вторая Речка изменялся от 6,61 тыс. т. в 2019 г. до 16,9 тыс. т. в 2021 г. и 15,3 тыс. т. в 2022 г. Начавшийся рост запасов корбикулы в 2020 г. достиг максимума в 2021 г. Несмотря на его некоторое снижение в 2022 г., он, судя по всему, в ближайшие несколько лет будет находиться на достаточно высоком уровне. Это предположение базируется на том, что в 2024 г., как и в 2023 г., ожидается вступление в промысел большого количества нынешних двух-, трех- и четырехлеток. Однако, мощный и продолжительный паводок,

прошедший в августе-сентябре 2023 г., по нашему мнению, негативно отразился на выживаемости сеголеток, большая часть которых, вероятно, погибла. Моллюски более старшего возраста обычно менее подвержены воздействию подобных экстремальных явлений, однако их вклад в пополнение локальной популяции в 2024 г. будет менее выражен.

В случае возобновления промысла корбикулы в эстуарии р. Раздольная существенного снижения промыслового запаса не произойдет. На сегодняшний день отлов моллюсков можно вести лишь вне границ памятника природы «Лиман реки Раздольная» на весьма ограниченных участках. При этом добывать здесь можно не более 70–80% от их общего ресурса. Остальная его часть сосредоточена в местах недоступных или малопригодных для промысла. Ориентировочно промысловый запас корбикулы вне границ ООПТ в 2025 г. будет находиться на уровне 2,5-3 тыс. т.

На участке севернее мыса Золотой, рассматривая скорость воспроизводства как функцию возраста полового созревания [Бабаян, 2000] и используя приводимую таблицу значений допустимого годового изъятия как функцию среднего возраста половозрелости, принимаем, что годовой прирост численности корбикулы японской в Амурском лимане, при указанном возрасте полового созревания, находится на уровне 44,9%. Такая скорость размножения дает возможность легко восстанавливать численность даже в случае значительного развития промысла, либо иных повреждающих воздействий.

В сборах 2010 и 2021 гг. преобладала молодь с длиной раковины от 5 до 15 мм – ее доля составляла от 38 до 57% от общей численности. Большая доля молодежи служит показателем хороших условий воспроизводства вида. Поскольку пелагические личинки моллюска расселяются с помощью течений, следует учесть, что благодаря речному стоку, поступающему, в основном, в северную часть лимана происходит постоянный скат личинок корбикулы из скоплений, находящихся в устье р. Амур, в частности, в окрестностях г. Николаевск-на-Амуре. Указанные обстоятельства обеспечивают стабильное состояние запаса в течение длительного времени. Таким образом, промысловый запас корбикулы японской на 2025 г. следует прогнозировать на текущем уровне, т.е. 72 тыс. т.

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ в подзоне Приморье. Для подзоны Приморье ОДУ корбикулы рекомендуется в объёме **0,200 тыс. т** (0,150 тыс. т на участке южнее мыса Золотой и 0,050 тыс. т – севернее мыса Золотой).

С учетом оцененного в 2017-2022 гг. промыслового запаса корбикулы в эстуарии р. Раздольная ниже места впадения в основное русло р. Вторая Речка и отдельно вне границ ООПТ, и, вероятно, повышенной смертности сеголеток в 2023 г., которая может негативно отразиться на величине среднегодовалого значения промыслового запаса в последнем районе (1,76 тыс. т), рекомендуемый вылов ОДУ данного вида в этом водотоке на 2025 г. необходимо откорректировать и снизить до уровня 0,150 тыс. т. Ежегодная добыча корбикулы, не превышающая 5-10% от общего запаса облавливаемых поселений, является оптимальной и не приводит к их истощению [Гаврилов и др., 2004; Колпаков, 2018]. Рекомендуемый на 2025 г. ОДУ в объеме **0,150 тыс. т** применим для всей подзоны Приморье южнее мыса Золотой, так как современное состояние ее запасов в большинстве других водоемов рассматриваемого района нуждается в уточнении.

Биология и воспроизводство корбикулы японской в лимане р. Амур почти не изучены. В связи с этим ОДУ на 2025 г. необходимо обосновывать на минимальном уровне от запаса, т.е. в 0,050 тыс. т. Такой объем достаточен для обеспечения возможных потребностей промысла в ближайшие годы. При условии проведения регулярных промыслово-биологических исследований, величина ОДУ может быть значительно увеличена.

Литература

Аверинцев В.К., Голиков А.Н., Сиренко Б.И., Шереметевский А.М. 1982. Количественный водолазный метод при проведении гидробиологических исследований //

Подводные гидробиологические исследования. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, С. 48–56.

Бабаян В.К. 2000. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). М.: ВНИРО, С. 192.

Борисовец Е.Э., Вдовин А.Н., Панченко В.В. 2003. Оценки запасов керчаков по данным учетных траловых съемок залива Петра Великого // Вопросы рыболовства. Т. 4. № 1 (13). С. 157–170.

Гаврилов Г.М., Валова В.Н., Голованова Е.И. 2004. Структура прогноза и обзор основных методов оценки запасов и прогнозирования допустимого улова (ОДУ) гидробионтов дальневосточных морей // Известия ТИНРО. Т. 136. С. 109–135.

Дуленина П.А., Дуленин А.А. 2009. Распределение и биологические показатели корбикулы японской (*Corbicula japonica*) в Амурском лимане // Состояние морских экосистем, находящихся под влиянием стока реки Амур. Владивосток: Дальнаука. С. 176–183.

Дуленина П.А., Дуленин А.А. 2011. Обоснование вывода корбикулы японской (*Corbicula japonica* Prime, 1864) из Красной книги Хабаровского края // Известия ТИНРО. Т. 165. С. 65–73.

Колпаков Н.В. 2018. Эстуарные экосистемы северо-западной части Японского моря: структурно-функциональная организация и биоресурсы. Владивосток: ТИНРО-центр, 428 с.

Масленникова Л.А., Калинина Г.Г. 2001. Развитие репродуктивной системы и дифференцировка пола у корбикулы японской (*Corbicula japonica*) Амурского залива (Японское море) // Научные труды Дальрыбвтуза. Т.14. С. 159–162.

Основные методы оценки численности и биомассы водных биологических ресурсов, величины запаса и его прогноза, оценки возможной доли изъятия, а также сбора данных, характеризующих численность, биомассу, величину запаса, а также биологических и промысловых данных, используемые в ФГУП "ТИНРО-Центре". 2013 // Владивосток: ФГУП "ТИНРО-Центр". 49 с.

Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна от 21.10.2013 г. (ред. от 20.07.2020 г.)

Шукина Г.Ф. 2003. Японская корбикула – уникальный моллюск. Особенности биологии, запасы, промысловое значение, использование в пищевых целях // Рыбное хозяйство. № 4. С. 37–39.

Явнов С.В. 2000. Некоторые результаты изучения и промысла моллюсков рода *Corbicula* (*Bivalvia*) в бассейне реки Раздольной // Известия ТИНРО. Т. 127. С. 334–341.

Явнов С.В., Раков В.А. 2002. Корбикула: Владивосток: ТИНРО-центр, 145 с.

Кукумария (виды рода *Cucumaria*)

61.06 - зона Японское море

61.05.1 - подзона Приморье

Исполнители: Е.Э. Борисовец, Е.Н. Дробязин («ТИНРО»), А.Ю.Поваров («ХабаровскНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения. В подзоне Приморье южнее мыса Золотой оценка запасов кукумарии осуществлялась по данным учетной траловой съемки, проведенной на НИС «Дмитрий Песков» в апреле-июне 2022 г. Траления выполнялись 27,1-метровым донным тралом. Для сравнения использованы данные траловых съемок периода 2012-2016 и 2018-2019 гг. В 2020-2021 и 2023 гг. исследования по кукумарии японской в подзоне Приморье южнее мыса Золотой не проводились.

На участке севернее мыса Золотой из-за отсутствия экспедиций, работ по кукумарии японской не проводилось. Основой для написания прогноза послужили материалы донной траловой съемки, проведенной в апреле-июне 2022 г. на «Владимир Сафонов» и НИС «Дмитрий Песков». Обследованы глубины от 24 до 611 м. Выполнено

319 станций (рис. 1А). Также использованы данные гидробиологической дражной съемки, выполненной на двух участках – от бух. Силантьева до бух. Табо и от бух. Аджима до мыса Песчаный в период с 21 июля по 7 августа 2018 г. на КЛС «Байкал». Работы проводились с применением специализированной драги для голотурий (2,0×0,6 м, ячея 60 мм). Всего было выполнено 177 станций. Расстояние между разрезами составляло 10 миль, между станциями от 0,9 до 7 км. Обнаруженные скопления гидробионтов оконтуривались путем выполнения более частой сетки станций. Траление осуществлялось вдоль изобат от 14 до 82 м. Скорость траления составляла 1,5-2,0 узла, время траления 10-20 минут (рис. 1Б). Дополнительно использованы данные траловых съемок 2009-2020 гг.

Структура и качество доступной информации соответствуют III уровню информационного обеспечения обоснования прогноза ОДУ кукумарии в подзоне Приморье.

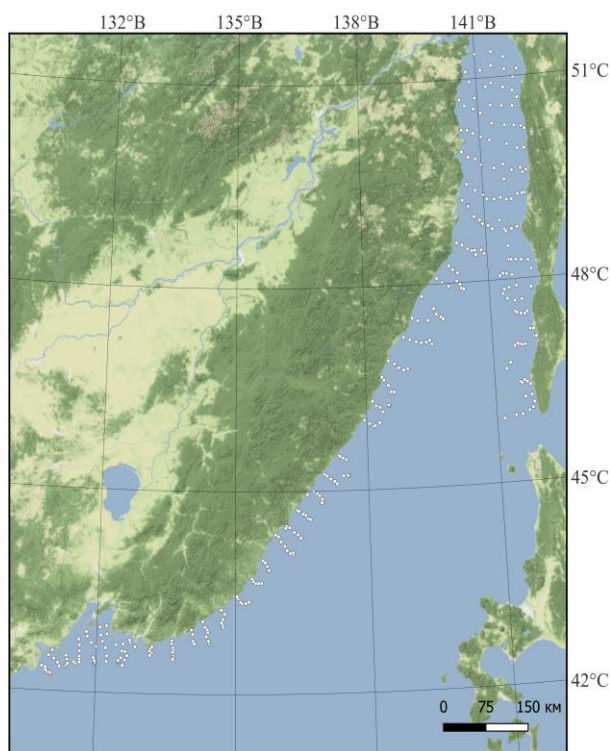


Рис. 1А. Карта-схема траловых станций, выполненных на НИС «Владимир Сафонов», НИС «Дмитрий Песков» в апреле-июне 2022 г.

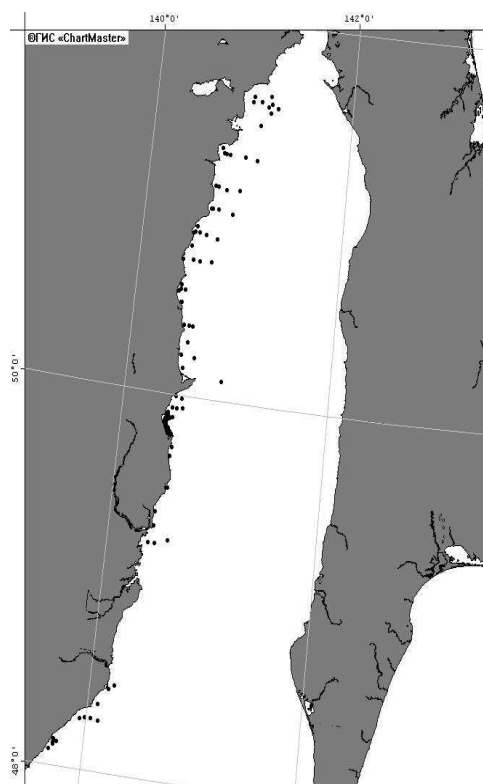


Рис. 1Б. Карта-схема выполненных станций гидробиологической дражной съемки в июле-августе 2018 г.

Обоснование выбора методов оценки запаса. В подзоне Приморье южнее мыса Золотой оценка запасов выполнялась традиционными методами, утвержденными во ФГУП «ТИНРО-центр» 29 марта 2013 г., как основные методы оценки численности и биомассы водных биологических ресурсов, величины запаса и его прогноза, оценки возможной доли изъятия [Основные методы оценки..., 2013], включая метод многоугольников близости (диаграммы Вороного или полигоны Тиссена) [Борисовец и др., 2003]. Данным методом рассчитывались запасы кукумарии для всех приведенных лет исследований.

Коэффициент уловистости кукумарии японской тралом принят за 0,7 [Макрофауна бентали..., 2014]. (Коэффициент уловистости был скорректирован и исправлен для соответствия с литературными данными, так как ранее мы применяли коэффициент уловистости 0,75).

На участке севернее мыса Золотой единственным источником оценки запаса

кукумарии многие годы являются данные учетных донных траловых съемок. В отношении численности возможного пополнения данные таких исследований не вполне объективны, т.к. молодь кукумарии тралом не улавливается. Рассчитывать возможную численность промыслового запаса на год или два вперед, не имея объективных данных о численности пополнения, невозможно. Таким образом, без использования такого орудия учета кукумарии, как драга, применение модельных подходов к оценке и прогнозу запаса кукумарии в подзоне Приморье к северу от мыса Золотой в настоящее время не осуществимо.

В качестве исходных данных используется информация о количественном вылове кукумарии тралом во время съемок. По данным съемок 2018 г. и 2022 г. расчет общей биомассы и численности осуществляли методом многоугольников близости (диаграммы Вороного или полигоны Тиссена), построенных для каждой станции внутри батиметрических диапазонов [Борисовец и др., 2003]. В ГИС «КартМастер» [Бизиков и др., 2006] с использованием метода сплайн-аппроксимации рассчитаны результаты траловых съемок 2009-2020 гг.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. По данным траловых уловов 2022 г., кукумария японская на участке южнее мыса Золотой встречалась в диапазоне глубин 25-83 м, наиболее плотные скопления приурочены к глубинам 25-81 м (рис. 2).

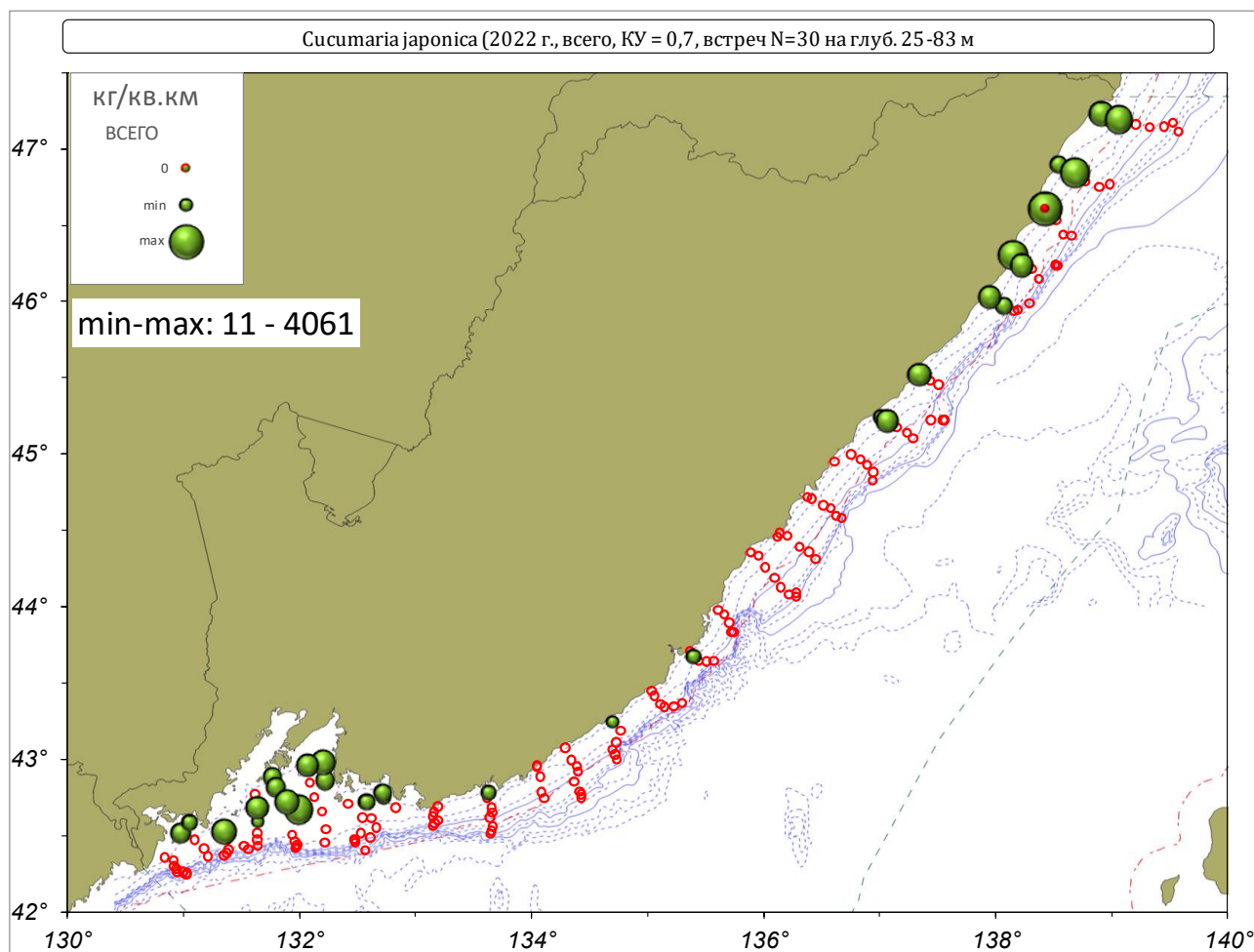


Рис. 2. Распределение кукумарии японской (кг/км²) в подзоне Приморье южнее мыса Золотой в период апрель-июнь 2022 г.

В заливе Петра Великого было сосредоточено 20,8% от общей биомассы кукумарии. Наиболее крупные поселения находятся в Уссурийском заливе, а также в открытой части Амурского залива и на выходе залива Посыета. В 2022 г. в районе от мыса

Поворотный до мыса Золотой наиболее плотные скопления кукумарии встречались на участке от мыса Надежды до мыса Золотой на глубинах 60-81 м.

Общая площадь поселений кукумарии на участке южнее мыса Золотой составила 6821 км², из которых 2649 км² приходится на зал. Петра Великого. Общая биомасса кукумарии – 4903 т, численность – 28,8 млн. экз. (табл. 1). Максимальный улов на усилии составил 227 кг/час траления и был зафиксирован в северной части района исследований.

Таблица 1

Состояние ресурсов кукумарии японской в подзоне Приморье южнее мыса Золотой по данным траловых съемок в период 2012-2022 гг.

Год	Площадь поселения, км ²	Общая биомасса, т (K=0,7)	Численность, млн экз. (K=0,7)	Макс. улов, кг/час траления	Средняя масса особи, г
2012	10639	30853	–	4290	–
2013	11935	30784	82,9	1840	373
2014	10993	17652	48,4	1680	365
2015	12511	23854	77,9	4500	287
2016	10801	5485	18,8	300	337
2017	–	–	–	–	–
2018	10844	2684	7,2	80	387
2019	10137	16643	31,5	1200	533
2020	–	–	–	–	–
2021	–	–	–	–	–
2022	6821	4903	28,8	227	170

Результаты траловой съемки 2022 г. показали снижение общей биомассы кукумарии японской в 3,4 раза по сравнению с данными съемки, выполненной в 2019 г. Показатель общей биомассы наиболее близок к результату исследований 2016 года, который мы считали явно заниженным. При этом показатель общей численности особей, полученный в 2022 году, остается сравнительно высоким, практически на уровне результатов 2019 года (табл. 1).

Весовой состав поселений кукумарии в 2022 г. существенно отличался от данных 2019 г. Показатель средней индивидуальной массы снизился с 533 г (2019 г.) до 170 г. Существенное снижение средней массы особи, которая в 2022 году является минимальной за последние 10 лет объясняется низкими значениями уловов в заливе Петра Великого, где поселения кукумарии представлены крупноразмерными особями. По результатам исследований 2022 г. высокие уловы и более 70% общей биомассы кукумарии были получены в северной части исследуемого района, где скопления кукумарии представлены в основном мелкоразмерными особями. (Так, максимальный улов кукумарии японской был представлен особями со средней массой тела в выборке всего лишь 137 г.).

В 2022 г. наибольшее количество особей кукумарии имело массу в пределах класса 100-200 г, их доля составила 65,9%. Особи массой более 200 г были сравнительно малочисленны, их суммарная доля составила 18,5%. Весовая структура уловов кукумарии японской в 2022 г. имеет существенные различия с 2019 г. и в целом сходна с весовой структурой 2018 г., но преобладание доли особей с массой тела менее 200 г выражено значительно ярче (рис. 3).

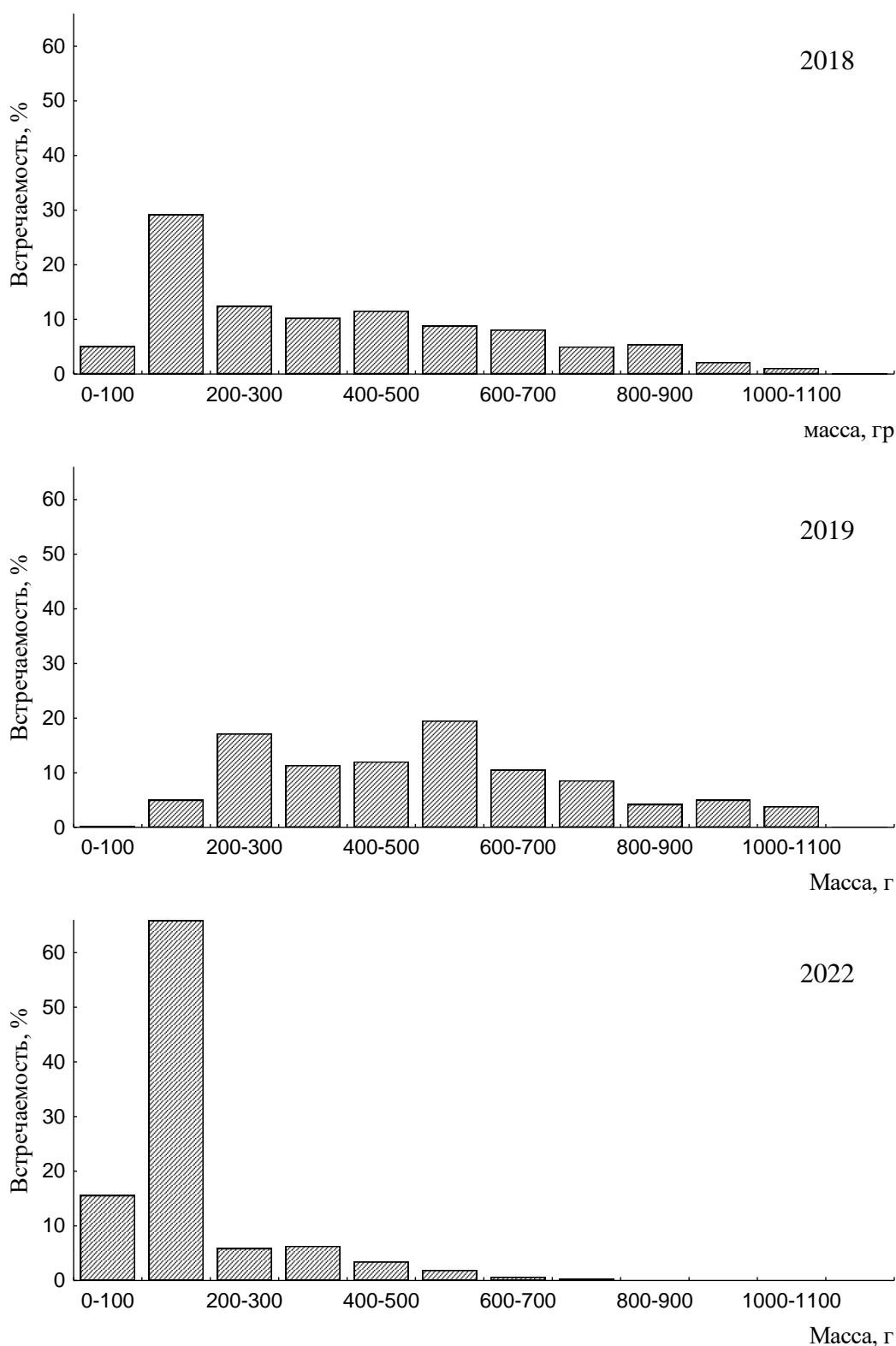


Рис. 3. Весовая структура уловов кукумарии японской в подзоне Приморье южнее мыса Золотой по результатам учетных траловых съемок в весенний период 2018, 2019, 2022 гг.

В целом, значительные изменения в весовой структуре кукумарии японской в подзоне Приморье (южнее мыса Золотой) вероятно являются следствием неравномерной промысловой нагрузки на разные участки обитания кукумарии. Так, в наиболее южном районе – заливе Петра Великого, средняя масса особи в 2022 году была 431 г, что намного выше, чем средняя по подзоне Приморье. Однако доля общей биомассы кукумарии, обитающей в заливе Петра Великого снизилась до 20,8%, по сравнению с данными 2019 г,

когда на данном участке было сосредоточено 53,0% от общей биомассы кукумарии.

На участке севернее мыса Золотой поселения кукумарии занимают обширные площади в северо-западной части Татарского пролива. В районе исследования голотурия обитает у открытых побережий на глубинах от 9 до 87 м, создавая промысловые концентрации в прибрежной зоне до глубины 35 м [Дуленина, Поваров, 2022]. Работы по данному виду до 2009 г. имели эпизодический характер. Наиболее значимыми из них были исследования в 2003 и 2007 гг., когда выполнялись джарные съемки в прибрежных водах, примыкающих к Хабаровскому краю. Запас, определенный на основании этих съемок, был оценен в 1000 и 3380 т, соответственно. Начиная с 2009 г. на участке севернее мыса Золотой ежегодно выполнялась донная комплексная траловая съемка, на основании которой и дается оценка запаса кукумарии японской.

Необходимо отметить, что работа трала зависит, как от опыта трал мастера и капитана судна, так и от многих внешних факторов среды: глубины, грунта, направления и скорости течения по отношению к движению трала и т.д. Значительные колебания запаса и численности кукумарии в районе работ в разные годы (табл. 2) являются, по нашему мнению, в основном, результатом влияния указанных выше факторов на работу трала. При этом нельзя полностью исключать и биологические процессы, влияющие на флюктуации численности кукумарии внутри её популяции.

Таблица 2

Состояние ресурсов кукумарии японской в подзоне Приморье севернее мыса Золотой на основании комплексных траловых съемок

Год	Общий запас, т (K=0,75)	Численность, млн экз.	Средняя масса особи, г
2009	8441	23,51	359
2010	2836	7,52	377
2011	9370	36,35	258
2012	1937	7,68	252
2013	5160	23,67	218
2014	3247	15,54	209
2015	7233	28,36	255
2016	7442	33,22	225
2018	11159	28,62	380
2020	3710	21,12	175
2022	311	0,714	448

В июле-августе 2018 г. впервые проводился экспериментальный лов кукумарии. Вылов составил 4,174 т (6,84% от ОДУ в объеме 61 т). В районе исследования уловы составили от 0 до 279 кг/траление, в среднем 27 кг/траление. На участке от мыса Бычий до мыса Аукал, где было отмечено промысловое скопление, улов на усилие в среднем составил 75 кг/траление (максимальный – 279 кг/траление). Необходимо отметить, что здесь уловы кукумарии уменьшаются к периферии скопления. На глубинах свыше 29 м они резко падают до 8-10 кг/траление, а на глубине 34 м уловы составляют всего 0,32 кг/траление. С уменьшением глубины (14-17 м) уловы также снижаются до 3,5-9 кг/траление.

В районе исследования вид распределялся неравномерно: южнее зал. Советская Гавань кукумария практически не встречалась. Одиночные особи были обнаружены только в районе бух. Аджима на глубине от 20 до 31 м. Севернее зал. Советская Гавань вдоль всего побережья кукумария, в основном, встречалась одиночными особями, за исключением поселения, расположенного между мысами Бычий и Аукал (рис. 4). На этом участке кукумария отмечена на изобатах от 14 до 34 м с концентрацией на глубинах 19-29 м, где ее плотность достигала 355 г/м² (в среднем 53 г/м²).

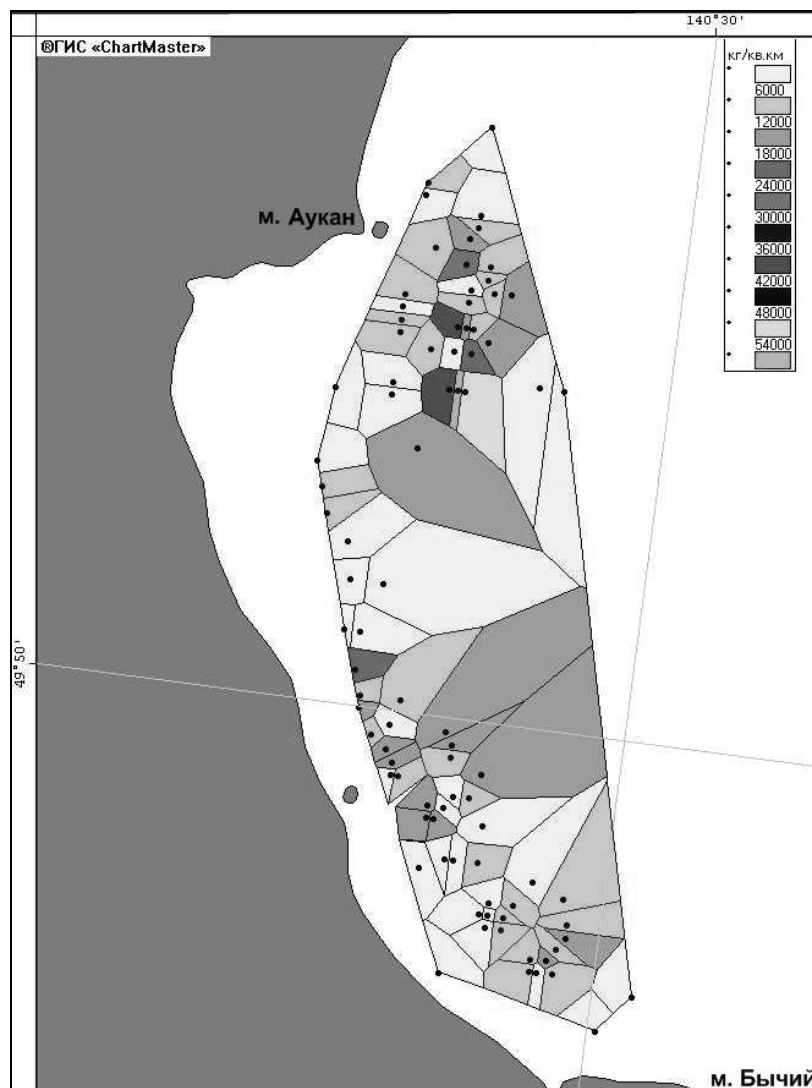


Рис. 4. Карта распределения плотности кукумарии японской в промысловом скоплении на участке от мыса Бычий до мыса Аукан, июль-август 2018 г.

По данным 2018 г. масса кукумарии составляла от 100 до 1200 г, средняя – 373 г. Особи из промыслового поселения в районе мыс Бычий – мыс Аукан отличались несколько большей массой: от 160 до 1200 г, в среднем 407 г. Доля промысловых особей составляла 99% от общего улова (рис. 5).

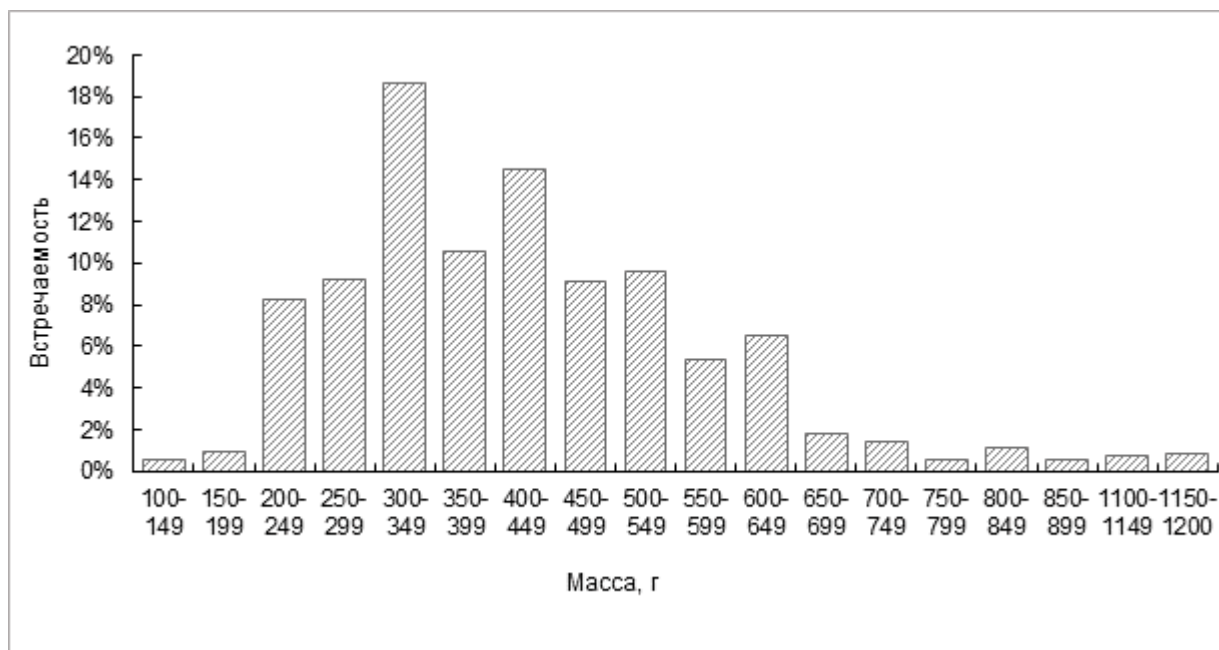


Рис 5. Весовая структура уловов кукумарии японской по результатам дражной съемки в северо-западной части Татарского пролива в июле-августе 2018 г.

В апреле-июне 2022 г. вид встречался на 5 станциях (встречаемость 7,6%) на площади 3,0 тыс. кв. км, в координатах 47°50' – 51°23' с.ш. и 139°23' в.д. – 141°24' в.д. (рис. 6) на глубинах 38-41 м. Вид отмечался при температуре придонного слоя воды от -0,8°С до -0,2°С. Максимальные уловы кукумарии – 424,4 кг/км² отмечены в районе мыса Успения (48°15' с.ш., 140°05' в.д.) на глубине 38 м. Площадь промысловых скоплений (>143 кг/км²) составила около 0,73 тыс. км². По данным съемки масса особей варьировала от 196 до 830 г, составляя в среднем 448 г (рис. 7).

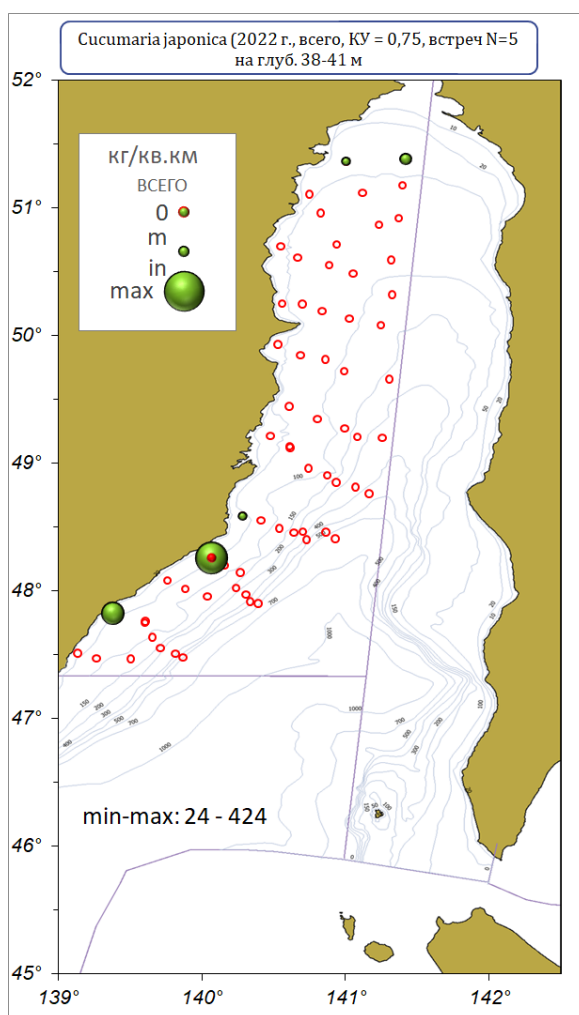


Рис. 6. Распределение кукумарии японской (кг/км²) по данным траловой съёмки в подзоне Приморье севернее мыса Золотой в апреле-июне 2022 г.

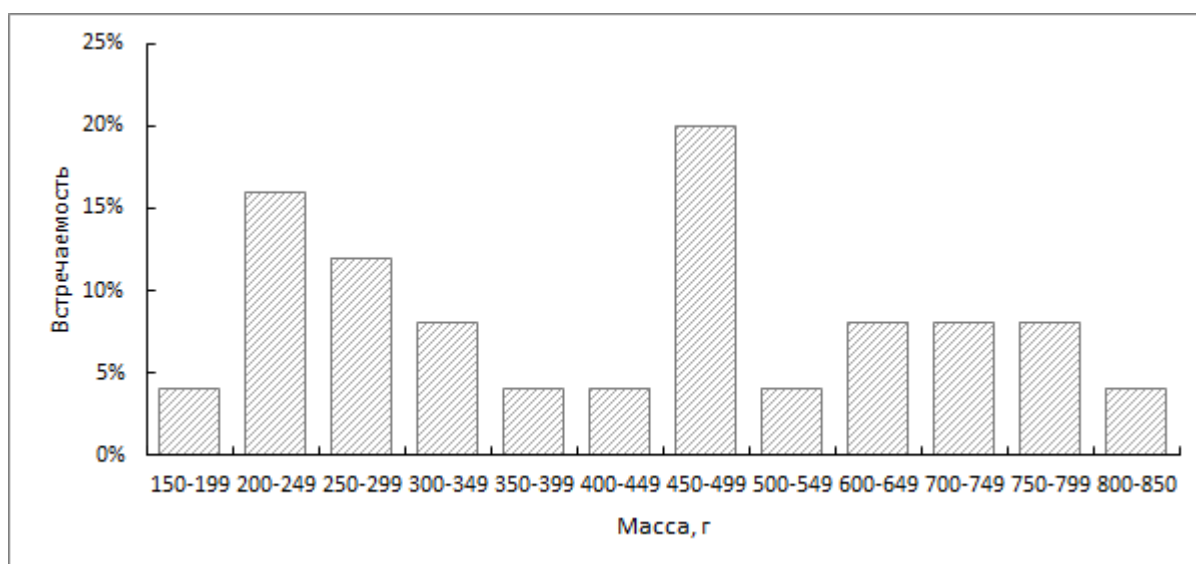


Рис. 7. Весовая структура уловов кукумарии японской по результатам учетной траловой съёмки в подзоне Приморье севернее мыса Золотой в апреле-июне 2022 г.

По данным Приморского и Амурского территориальных управлений, освоение ОДУ кукумарии в подзоне Приморье в 2023 г. осуществлено в объеме 900,271 т (832,271 т южнее мыса Золотой и 68,0 т севернее мыса Золотой), что составило 62,38% от рекомендованного ОДУ (1443,2 т) для подзоны Приморье. Объем вылова, как и средний

вылов за судосутки в 2023 г., по сравнению с 2022 г., заметно увеличился (табл. 3).

Таблица 3

Межгодовая динамика освоения ОДУ кукумарии в подзоне Приморье по данным Приморского и Амурского территориальных управлений в период 2018-2022 гг.

Год исследований	ОДУ, т	Вылов, т	Освоение, %	Средний улов на судосутки, т
2018	425	174,635	41,09	1,171
2019	575,133	441,448	76,76	2,195
2020	1432,203	704,702	49,20	2,665
2021	1664,843	1156,93	69,49	2,058
2022	2234,0	535,23	23,96	1,738
2023	1443,2	900,271	62,38	2,621

В период 2010-2017 гг. освоение ОДУ составляло 11,5-60,0% рекомендуемого объема, который суммарно для подзоны Приморье составлял не более 0,166 тыс. т. Кукумария вылавливалась в небольших количествах в качестве прилова и в целом в этот период ее ресурсы существенно недоиспользовались.

Прогнозирование состояния запаса. В подзоне Приморье южнее мыса Золотой расчет запасов кукумарии японской осуществлялся по методу многоугольников близости (полигоны Тиссена, или диаграммы Вороного), построенных для каждой станции внутри батиметрических диапазонов. Коэффициент уловистости кукумарии японской тралом принят за 0,7. Общий запас на участке южнее мыса Золотой в 2022 г. составил 4,903 тыс. т на площади 6821 км².

Индивидуальная масса особей кукумарии складывается из массы кожно-мускульного мешка (КММ) и массы внутренностей и полостной жидкости. По нашим данным, взаимосвязь между массой ($M_{общ}$) особи и массой КММ ($M_{КММ}$) для промысловых и близких к достижению промысловой меры особей описывается формулой:

$$M_{КММ} = 0,50436 \times M_{общ}.$$

Согласно данной формуле масса тела особи кукумарии японской, которая соответствует массе КММ равной 150 г, составляет 297 г.

По данным траловой съемки 2022 г., на участке южнее мыса Золотой, доля промысловых особей в запасе составила 31,35%, промысловый запас – 1,537 тыс. т. По сравнению с данными предыдущей траловой съемки, которая была проведена в 2019 г., общий запас кукумарии японской за трехлетний период снизился в 3,4 раза, промысловый запас снизился в 8,4 раза (поскольку доля особей промыслового размера так же снизилась, с 77,54% в 2019 г. до 31,35% в 2022 г.).

Полученные результаты неоднозначны и требуют уточнения. Анализ текущей ситуации осложняется тем, что в 2020 и 2021 гг. в подзоне Приморье южнее мыса Золотой учетные траловые съемки не проводились.

Мы считаем, что влияние фактора естественной элиминации, как причины резкого снижения запаса кукумарии, маловероятно. Что касается промысловой элиминации, то за период 2019-2022 гг. предприятиями рыбодобывающей отрасли в подзоне Приморье суммарно было выловлено 2,849 тыс. т кукумарии (2019 г. – 0,441 тыс. т, 2020 г. – 0,705 тыс. т, 2021 г. – 1,157 тыс. т, 2022 г. – 0,546 тыс. т. Даже если исходить из упрощенной схемы, что в отношении естественных процессов смертности и пополнения промысловый запас статичен (не принимая во внимание восстановление запаса и допуская что весь объем изъятия был произведен южнее мыса Золотой), то из 12,904 тыс. т. промыслового запаса 2019 г. за вычетом 2,849 т суммарного вылова за период 2019-2022 гг. должно остаться не менее 10 тыс. т. (10,055 тыс. т.) промыслового запаса к концу 2022 г. На практике этот условный теоретический объем в 6,5 раз превышает тот, что получился по результатам траловой съемки 2022 г. (1,537 тыс. т).

Таким образом, имеется несоответствие ожидаемой минимальной величины промыслового запаса с полученной по результатам исследований 2022 г. К вероятным

причинам можно отнести, во-первых, действительное снижение запасов кукумарии, которое может быть вызвано дополнительной промысловой элиминацией, включающей вылов кукумарии в качестве незадекларированного прилова на судах не имеющих оформленной квоты. В пользу предположения о существенном снижении запасов кукумарии свидетельствует низкая доля освоения ее ресурсов в 2022 г. Во-вторых, не исключается заниженная оценка величины запасов в 2022 г., как из-за отсутствия станций в традиционных местах обитания голотурии, так и из-за возможных проблем с уловистостью трала в учетной съемке, наподобие произошедшему в 2018 г. Также причиной увеличения ошибки при оценке ресурсов кукумарии может быть недостаточно частая сетка траловых станций при проведении научных исследований.

Наиболее оптимальное решение при оценке величины промыслового запаса и определении ОДУ кукумарии японской в условиях, когда результат траловой съемки существенно ниже, чем ожидаемая величина запаса при соблюдении принципа предосторожного подхода и реализации безопасной доли изъятия промыслового ресурса, мы видим в установлении усредненной величины общего запаса по данным исследований 2019 и 2022 гг. При этом доля промыслового запаса рассчитывается по результатам 2022 г. исследований, как более актуальная, когда доля особей промыслового размера составила 31,35%.

Таким образом, средняя величина общего запаса по обобщенным данным 2019 г. (16,643 тыс. т) и 2022 г. (4,903 тыс. т) может составлять 10,773 тыс. т, а промысловый запас – 3,365 тыс. т.

Учитывая вышесказанное, обращает на себя внимание тот факт, что по данным ССД за 2023 г. общий вылов и средний улов кукумарии на судосутки существенно увеличились по сравнению с 2022 г. (табл. 3). Исходя из этого, вероятность того, что основной причиной низкой результативности траловых исследований 2022 г. является недоучет кукумарии, повышается.

На участке севернее мыса Золотой, по данным траловой съемки 2022 г., биомасса кукумарии в северо-западной части Татарского пролива составила 333 т (0,766 млн экз.) при плотности от 24 до 424 кг/км². Промысловый запас составит 68% от данного значения – 226 т. Необходимо отметить, что оценка величины запаса в текущем году является заниженной как из-за отсутствия станций в традиционных местах обитания голотурии, так и из-за проблемы с уловистостью трала в учетной съемке. Расположение поселений, как правило, нестабильны во времени и пространстве. Однако, в результате исследований 2018 г. было обнаружено постоянное промысловое скопление, расположенное между мысами Бычий и Аукан, что очевидно, связано с круговоротами течения Шренка, переносящего на участок большое количество личинок [Дуленина, Поваров, 2022]. Промысловый запас на данном участке был оценен в 370 т (909 тыс. экз.) на площади 37 км².

За весь период исследований вплоть до настоящего времени, как в дражных, так и траловых уловах почти отсутствует молодь, поэтому прогнозировать запас на основе анализа численности отдельных поколений по имеющимся данным невозможно. При этом популяция кукумарии японской в районе на протяжении ряда лет сохраняет стабильность структуры. Можно предположить, что пополнение как минимум восполняет потери от естественной смертности. Исходя из этого, промысловый запас кукумарии на участке севернее мыса Золотой на 2022 г. оценен в 0,596 тыс. т при численности 1,37 млн. экз.

Суммарный промысловый запас кукумарии японской в подзоне Приморье оценен в 3,961 тыс. т. Считаем, что к 2025 г. значительного снижения запасов кукумарии не произойдет.

Определение ориентиров управления и обоснование правила регулирования промысла. На данном этапе недостаточно информации для формирования ориентиров управления и правил регулирования промысла кукумарии в подзоне Приморье.

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Кукумария японская относится к классу голотурий, в который входят, в основном, долгоживущие виды (10-11 лет). При этом она является малоизученным промысловым объектом. На основании предосторожного подхода ОДУ кукумарии японской на 2025 г. необходимо обосновывать на минимальном уровне в 10% от промыслового запаса [Бабаян, 2000].

С учетом того, что в 2023 г. общий вылов кукумарии и средний улов на судосутки существенно возросли, а также принимая во внимание, что по причине оценки запаса в 2022 г. на низком уровне (что с немалой долей вероятности является результатом недоучета) мы были вынуждены годом ранее снизить объем ОДУ практически в три раза, считаем, что даже при отсутствии исследований в 2023 г., возможно увеличить ОДУ на 2025 г. в Подзоне Приморье южнее мыса Золотой дополнительно на 10%. Таким образом, к объему ОДУ, который на 2024 г. составил 0,336 тыс. т, добавляется 0,034 тыс. т, что дает в сумме 0,37 тыс. т для участка южнее мыса Золотой.

В подзоне Приморье на 2025 г. рекомендуется установить **ОДУ кукумарии** в объеме **0,43 тыс. т**, из них на участке южнее мыса Золотой – 0,37 тыс. т, севернее мыса Золотой – 0,060 тыс. т.

Литература

Бабаян В.К. 2000. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). М.: ВНИРО. 192 с.

Борисовец Е.Э., Вдовин А.Н., Панченко В.В. 2003. Оценки запасов керчаков по данным учетных траловых съемок залива Петра Великого // Вопросы рыболовства. Т. 4. № 1 (13). С. 157-170.

Дуленина П.А. Поваров А.Ю. 2022. Кукумария японская (*Cucumaria japonica*, Semper, 1868) – перспективный промысловый вид в северо-западной части Татарского пролива (Японское море). // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана и техническое использование. Материалы XIII Национальной (всероссийской) науч.-практ. конф.). Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ. С. 17-21.

Макрофауна бентали северо-западной части Тихого океана: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1978-2009. 2014. / Под ред. В.П. Шунтова, Л.Н. Бочарова. Владивосток: ТИНРО-Центр. 554 с.

Основные методы оценки численности и биомассы водных биологических ресурсов, величины запаса и его прогноза, оценки возможной доли изъятия, а также сбора данных, характеризующих численность, биомассу, величину запаса, а также биологических и промысловых данных, используемые в ФГУП "ТИНРО-Центре". 2013 // Владивосток: ФГУП "ТИНРО-Центр". 49 с.

Поляков А.В. 2008. КартМастер 4.1. Построение и анализ карт распределения запаса. М.: ВНИРО. 183 с.

Столяренко Д.А., Иванов Б.Г. 1988. Метод сплайн-аппроксимации плотности для оценки запасов по результатам траловых донных съемок на примере креветки *Pandalus borealis* у Шпицбергена. // В кн.: "Морские промысловые беспозвоночные. Сборник научных трудов", М.: ВНИРО. С. 45-70.

Морской еж серый – *Strongylocentrotus intermedius*

61.06 - зона Японское море

61.05.1 - подзона Приморье

Исполнители: Е.Э. Борисовец, В.Н. Кулепанов, М.О. («ТИНРО»), А.Ю.Поваров («ХабаровскНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения. На участке южнее мыса Золотой при подготовке прогноза на 2025 г. использованы данные, полученные при выполнении учетных съемок в 2009-2021 гг. Водолазная съемка осуществлялась по стандартным разрезам в районах поселений морских ежей (рис. 1, 2). На каждом разрезе

выполнялись 3-5 станций на разных глубинах (0,5-1, 2-4, 5-7, 8-10, 15-20 м). Оценка запасов гидробионтов в районе от мыса Поворотный до мыса Золотой (рис. 1) выполнялась, в основном, в осенний период после окончания промысла (обследуемая площадь 93,1 км²) (табл. 1). В зал. Петра Великого (рис. 2) поселения *S. intermedius* обычно исследовались в июне-июле. В 2018 г. съемка была выполнена в октябре.

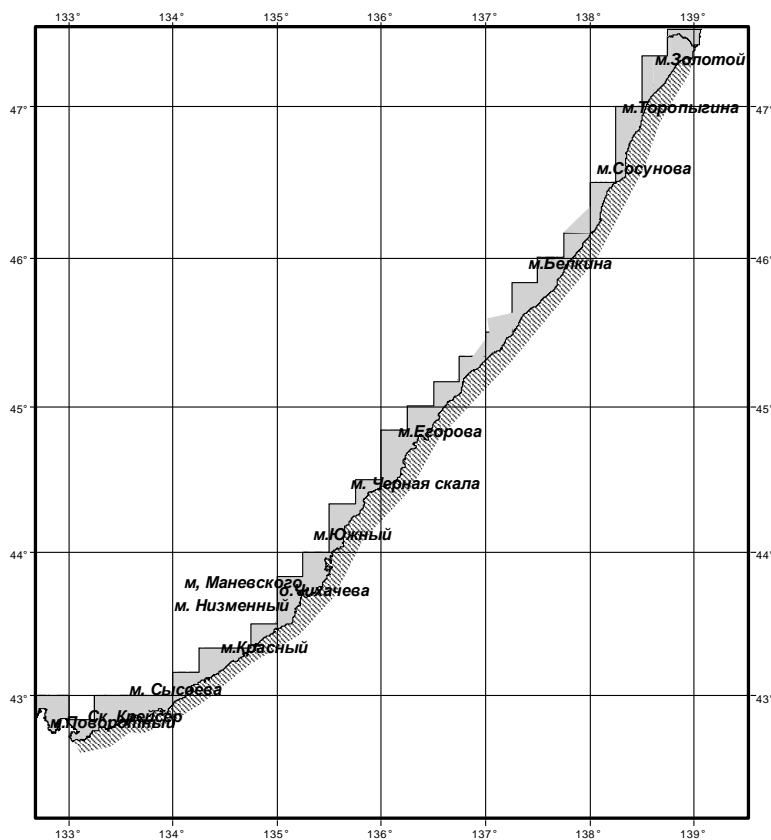


Рис. 1. Схема разрезов, выполняемых от мыса Поворотный до мыса Золотой

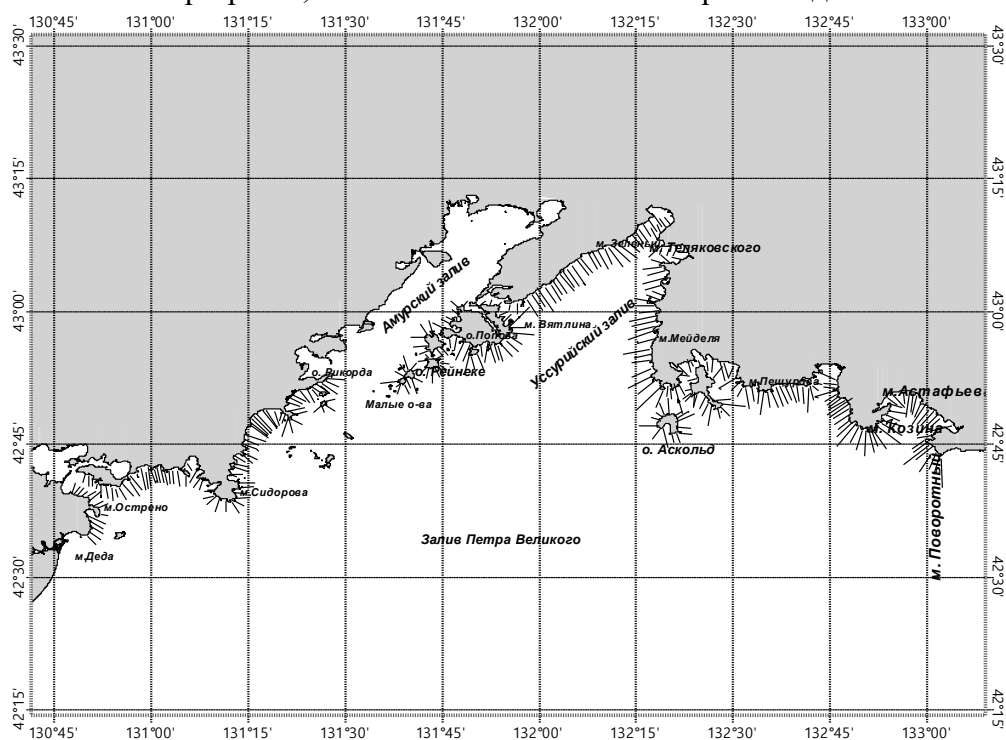


Рис. 2. Схема разрезов, выполняемых в зал. Петра Великого

Таблица 1

Объем выполненных учетных работ за период 2009-2021 гг. в водах Приморья

Период исследования		Район исследования	Количество водолазных станций	Анализ животных, экз.
2009	04.06. – 22.07. 26.08. – 24.10.	зал. Петра Великого мыс Поворотный – мыс Плитняк	563 1927	980 19205
2010	1.06. – 30.06. 1.09. – 04.11.	зал. Петра Великого мыс Поворотный – мыс Золотой	558 1909	786 20122
2011	01.06. – 01.07. 03.09 – 22.10.	зал. Петра Великого мыс Поворотный – мыс Плитняк	731 1368	789 21040
2012	14.06 – 13.07. 01.09 – 31.10.	зал. Петра Великого мыс Поворотный – мыс Гиляк	668 1773	714 23206
2013	07.06. – 06.07. 30.08. – 28.10.	зал. Петра Великого мыс Поворотный – мыс Гиляк	574 1177	714 14164
2014	01.06. – 11.07. 26.08. – 20.10.	зал. Петра Великого мыс Поворотный – мыс Гиляк	893 1874	1200 14390
2015	11.08. – 29.10.	зал. Петра Великого	1648	3052
2016	1.07. – 3.09.	(зал. Посыета, Амурский, акватории архипелага Императрицы Евгении, район от бух. Анна до зал. Находка); бух. Киевка – мыс Гиляк мыс Поворотный – мыс Разградского	1257	742
2017	18.08. – 14.09.	мыс. Поворотный – устье р. Венюковка	656	2100
2018	9.10. – 9.11.	зал. Петра Великого	626	1549
2019	19.09. – 22.10.	мыс Поворотный – бух. Русская	747	9336
2020	7.08. – 16.09.	бух. Краковка – бух. Евстафия	644	8826
2021	11.05. – 9.06.	мыс Поворотный – мыс Золотой	307	1215

В 2015-2017 гг. схема разрезов для мониторинга скоплений морских ежей была скорректирована. Для этого была составлена карта распределения грунтов, основанная на результатах предыдущих водолазных съемок, выполненных на НИС «Убежденный» в период с 2000 по 2014 г. Также были учтены особенности распределения подводных ландшафтов, видимых на спутниковых снимках прибрежных мелководий. Это позволило оптимизировать сетку станций и уточнить площадь грунтов, благоприятных для обитания ежей. На каждом разрезе выполнялось 1-3 станции.

На каждой водолазной станции, из трех случайным образом располагаемых рамок площадью 1 м², отбирались все ежи для биологического анализа. В пробе определялись биомасса и численность промысловых и непромысловых особей, анализировался размер (диаметр и высота панциря), их масса, масса гонад, а также пол и стадия зрелости гонад.

Учитывая большой ряд данных экспедиционных исследований (более 25 лет) информационная обеспеченность прогноза соответствует 2-му уровню.

На участке севернее мыса Золотой источником данных к прогнозу послужили материалы донных траловых съемок, выполненных в 2013-2018 гг.

Учетные траления осуществлялись стандартным донным тралом ДТ/ТВ 27,1/24,0 с мягким грунтропом и 10-метровой мелкоячейной вставкой (шаг ячеи 10×10 мм). Отсутствие регулярных водолазных съемок и промысловой статистики указывает, что информационная обеспеченность прогноза для участка севернее мыса Золотой соответствует третьему уровню.

Обоснование выбора методов оценки запаса. На участке южнее мыса Золотой оценка запасов выполнялась традиционными методами, утвержденными во ФГБНУ «ТИНРО-Центр» 29 марта 2013 г., как основные методы оценки численности и биомассы водных биологических ресурсов, величины запаса и его прогноза, оценки возможной доли изъятия [Основные методы оценки..., 2013], включая метод площадей [Аксютина, 1968]. Статистическую обработку полученных данных проводили с применением статистических программ (STATISTICA, Microsoft Excel).

На участке севернее мыса Золотой, учитывая недостаточную эффективность имеющихся в нашем распоряжении орудий лова (трал) для добычи серого ежа, считаем недостоверной оценку численности его по результатам траловых съемок последних лет. Кроме того, на глубинах, где, по данным водолазных съемок находятся промысловые скопления этого объекта, работа тралом невозможна. В связи с этим, целесообразно ограничиться инерционной оценкой текущего промыслового запаса, приняв его на уровне, полученном по результатам наиболее полной специализированной водолазной съемки от мыса Золотой до бух. Нельма (47°39'с.ш.) в 2002 г. Оценка запасов выполнялась методом сплайн-аппроксимации [Столяренко, Иванов, 1988] с учетом района исследований и батиметрического диапазона с применением программы «КартМастер v. 4.1» [Поляков, 2008].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Добыча морского ежа серого ведется исключительно водолажным способом. Отечественный промысел морских ежей был начат в конце 1980-х годов. До 1999 г. в подзоне Приморье в различные годы серого ежа вылавливали 1550-1250 т, с 1999 по 2004 гг. – 800-900 т. До 2004 г. за рыбодобывающими предприятиями на конкурсной основе закреплялись рыбопромысловые районы на 3-5 лет с последующим продлением договора аренды или заменой их другими. При таком подходе заинтересованность участников в сохранении запасов ежа была очевидна.

Начиная с 2004 г., промысел морского ежа серого проводится на основе долевого участия рыбопромышленных предприятий в освоении выделенной квоты (Постановление Правительства РФ № 704 от 20 ноября 2003 г.). При этом предприятия-участники, заинтересованные лишь в освоении доли квоты и, не имеющие ограничения в районах добычи, сосредоточили промысел на участках с наиболее высокой плотностью «коммерческих» особей (50-65 мм) ежа, полностью осваивая выделяемую квоту.

Дополнительную нагрузку на популяцию серого ежа оказывал неучтенный промысел как сахалинских, так и приморских рыбаков. Это привело к снижению оцененного промыслового запаса морского ежа серого в районе от мыса Поворотного до мыса Золотого с 8-9 тыс. т (2002-2004 гг.) до 5,7 тыс. т (2005 г.). В 2006-2009 гг., в связи с введением жестких природоохранных мер, запас промысловых особей ежа стабилизировался и в 2009 г. составил 7,35 тыс. т, с учетом его запаса на глубинах более 20 м (1,8 тыс. т). В 2010 г. промысловый запас увеличился до 9,4 тыс. т и в 2011-2012 гг. оставался на том же уровне (9,3-9,4 тыс. т). В 2013 г. промысловый запас в районе от мыса Поворотного до мыса Золотого составил 8,2 тыс. т (без учета ежа на глубинах более 20 м), в 2014 г. – 8,39 тыс. т, в 2015 г. – 9,9 тыс. т, в 2016 г – 9,0 тыс. т, в 2017 г. – 9,1 тыс. т, в 2018 г., предположительно, остался на прежнем уровне (9,0 тыс. т). В 2019 г. промысловый запас оценен в 7,7 тыс. т, в 2020-2023 гг. – 7,8 тыс. т (табл. 2). Состояние промыслового запаса морского ежа серого в зал. Петра Великого на протяжении 2007-2023 гг. находится на уровне 800-1000 т (табл. 2).

Таблица 2

Динамика промыслового запаса (2009-2023 гг.) и ОДУ (2009-2025 гг.) морского ежа серого в заливе Петра Великого и в районе от мыса Поворотного до мыса Золотого

Год	Залив Петра Великого		мыс Поворотный – мыс Золотой	
	Запас, т	ОДУ, т	Запас, т	ОДУ, т
2009	800	80	7350	725
2010	980	98	9400	795
2011	870	87	9300	735
2012	1000	80	9400	760
2013	960	90	8200	820
2014	800	90	8390	800
2015	850	90	9909	800

2016	900	90	9000	800
2017	900	90	9100	800
2018	850	90	9000	820
2019	850	90	7736	820
2020	850	85	7818	820
2021	821	85	7818	820
2022	800	85	7800	820
2023	800	85	7800	820
2024	-	80	-	820
2025	-	80	-	820

По официальным данным Приморского территориального управления Росрыболовства, квота морского ежа серого, выделяемая промышленности в южной части подзоны Приморье, осваивалась в последние годы практически полностью. В 2014 г. она освоена на 98,5%, в 2015 г. – на 70,04%, в 2016 г. – 74,09%, в 2017 г. – 99,48%, в 2018 г. – 86,12%, в 2019 г. – 94,64%, в 2020 г. – 99,14%, в 2021 г. – 93,05%, в 2022 г. – 93,33%, в 2023 г. – 84,90%. В подзоне Приморья вылов морского ежа серого в 2023 г. проводили семь предприятий. На основе анализа работы их судов южнее мыса Золотой, средний суточный вылов в подзоне Приморье составил 0,920 т. На участке севернее мыса Золотой вылов не осуществлялся.

От мыса Поворотный до мыса Золотой в 2015 г. в выборках встречался серый ёж с размерами от 6 до 89 мм, при среднем диаметре панциря 47,5 мм. В районе от мыса Островной до мыса Гиляк наибольшие средние биомассы и плотности промыслового серого ежа были отмечены на участке от мыса Красный до мыса Южный, а также в районе от мыса Елагина до мыса Егорова. Средняя плотность промысловых ежей в этих районах изменялась от 3 до 5 экз./м², биомасса – от 220 до 404 г/м². С продвижением на север от мыса Егорова до мыса Гиляк средняя плотность ежей постепенно снижалась и варьировала от 0,3 до 2 экз./м², биомасса – от 37 до 169 г/м². Также довольно низкие плотности и биомассы серого ежа были отмечены в южных участках исследуемого района: от мыса Островной до мыса Красный, где плотность промысловых ежей составляла 0,6-0,7 экз./м², а средняя биомасса – 69-74 г/м².

В 2016 г. средняя плотность поселения морского ежа серого на участке от мыса Поворотный до мыса Разградского составляла 1 экз./м², биомасса – 72 г/м². Преобладали особи промысловых размеров, со средней плотностью поселения – 0,7 экз./м². Плотность поселения непромысловых ежей составляла всего 0,3 экз./м², из них на молодь приходилось 0,1 экз./м². Размеры ежей в пробах варьировали от 3 до 90 мм, при среднем значении 58 мм. Преобладали промысловые особи (83,0%), их средний размер составлял 63,7 мм, средний размер непромысловых ежей – 28,2 мм. Модальную группу представляли животные размером 63-74 мм (40,0%).

В 2017 г. средняя плотность *S. intermedius* на участке от мыса Надежды до реки Венюковка составляла 3,6 экз./м², биомасса – 116 г/м². Преобладали особи непромысловых размеров: средняя плотность – 2,6 экз./м² и биомасса – 29,5 г/м². Средняя плотность промысловых ежей была почти в три раза меньше – 1 экз./м² при биомассе 87 г/м². Крупные скопления непромысловых *S. intermedius* были распространены практически вдоль всего побережья от мыса Надежды до мыса Максимова. Севернее мыса Максимова непромысловые ежи встречались единично. Распределение промысловых особей было более разреженным. В целом средняя плотность *S. intermedius* по всему району, в сравнении с 2015 г., несколько увеличилась: с 0,85 до 1 экз./м² у промысловых ежей и с 1,5 до 2,6 экз./м² у непромысловых. В 2019 г. средняя плотность промысловых скоплений морского ежа серого на участке от бух. Морьяк-Рыболов до бух. Русская варьировала от 1,0 до 3,33 экз./м², биомасса – от 75,0 до 198,0 г/м². Снижение показателей обилия ежей промысловых размеров было отмечено на участках от мыса Маневского до о.

Чихачева и от мыса Елагина до мыса Егорова.

На всех исследованных участках наблюдалось преобладание в пробах непромысловых животных, что вероятно связано со значительным пополнением скоплений ежей в последние годы.

На некоторых участках побережья ежегодно наблюдаются скопления мелкоразмерных ежей, доля которых значительно превосходит долю промысловых особей. Это акватории от бух. Моряк-Рыболов до мыса Низменный, район у мыса Южный. Обусловлено это низкими темпами роста ежей в этих районах.

В 2020 г. преобладали особи непромысловых размеров: средняя плотность – 12,4 экз./м² и биомасса – 220,9 г/м². Средняя плотность промысловых животных была почти в три раза ниже – 4,3 экз./м², при биомассе 213,2 г/м². Наибольшие плотности скоплений *S. intermedius*, как и в прошлые годы, наблюдались на участках, где темпы роста ежей снижены – от мыса Красный до мыса Красная Скала, а также от мыса Красная Скала до мыса Низменный. В исследуемом районе размеры серых ежей изменялись от 1 до 85 мм, при среднем – 33,92 мм. В сравнение с 2014 г., в 2020 г. увеличилась доля непромысловых ежей с 61 до 73%, в связи с этим средний размер ежей в 2020 г. снизился с 40,5 мм (2014 г.) до 33,9 мм. В 2020 г. в пробах преобладали животные размером от 25 до 40 мм (32%). По промысловым участкам средние размеры *S. intermedius* варьировали в пределах от 30,18 до 69,57 мм. Средние многолетние данные по биомассе, плотности поселений, площади и оценке промысловых запасов приведены в таблице 3.

Таблица 3

Средняя многолетняя плотность поселений (экз./м²) и биомасса (г/м²) морского серого ежа промыслового размера по участкам на акватории от мыса Поворотный до мыса Торопыгина (2012-2021 гг.)

Границы рыбопромысловых районов	Плотность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²	Площадь, км ²	Оценка запаса, т
Мыс Поворотный – Скалы Крейсер	0,51	57,7	3,1	169,57
Скалы Крейсер – мыс Сысоева	0,58	66,1	1,9	125,59
Мыс Сысоева – мыс Якимова	0,83	104,2	2,7	281,34
Мыс Обручева – мыс Разградского	1,14	109,9	1,1	120,89
Мыс Островной – Крутая Скала	1,32	95,2	1,3	123,76
Мыс Крутая Скала – мыс Овсянкина	2,49	142,3	2,7	384,21
Мыс Овсянкина – мыс Красный	3,05	119,1	2,7	321,57
Мыс Красный – мыс Красная скала	2,54	138,2	3,0	414,6
Мыс Красная Скала – мыс Низменный	2,28	119,0	2,3	273,7
Мыс Низменный – мыс Маневского	1,79	143,8	0,7	100,66
Мыс Маневского – о. Чихачева	2,16	169,6	1,0	169,6
О. Чихачева – мыс Скалистый	2,24	150,5	2,5	376,25
Мыс Скалистый – мыс. Южный	1,63	114,5	4,0	458,0
Мыс Южный – мыс Черная Скала	1,52	118,2	4,4	520,08
Мыс Черная Скала – мыс Елагина	1,70	145,0	5,5	797,5
Мыс Елагина – мыс Егорова	1,84	158,6	2,5	396,5
Мыс Егорова – р. Широкая падь	1,41	121,5	4,3	522,45
Р. Широкая падь – р. Лиственная	2,28	147,2	3,7	544,64
Р. Лиственная – мыс Белкина	1,17	83,7	2,6	217,62
Мыс Белкина – мыс Максимова	1,36	99,7	1,8	179,46
Мыс Максимова – мыс Соболевского	0,72	70,8	11,8	835,44
Мыс Соболевского – р. Бурливая	0,94	93,7	2,0	187,4
Р. Бурливая – р. Плитняковая	0,36	57,6	4,7	270,72
Р. Плитняковая – мыс Гиляк	0,45	66,7	0,4	26,68
Итого			72,7	7818,23

В 2021 г. в побережье от мыса Поворотный до о. Опасный плотность ежей варьировала от 0,1 до 29 экз./м², средняя плотность – 9,21 экз./м². Биомасса изменялась от 2,8 до 3276,5 г/м², средняя биомасса – 563,1 г/м². На участке от мыса Низменный до мыса Грозный плотность варьировала от 0,01 до 49,0 экз./м² (средняя плотность – 10,41 экз./м²). Биомасса варьировала от 0,76 до 2147,75 г/м² (средняя биомасса – 523,3 г/м²). В районе от

бух. Соболёвка до мыса Гиляк показатели были ниже, плотность варьировала от 0,01 до 2,0 экз./м². Биомасса изменялась от 0,82 до 65,0 г/м² (средняя биомасса – 18,8 г/м²).

Размерная структура поселений морского серого ежа в прибрежье от мыса Поворотный до мыса Золотой в последние годы представлена на рис. 3.

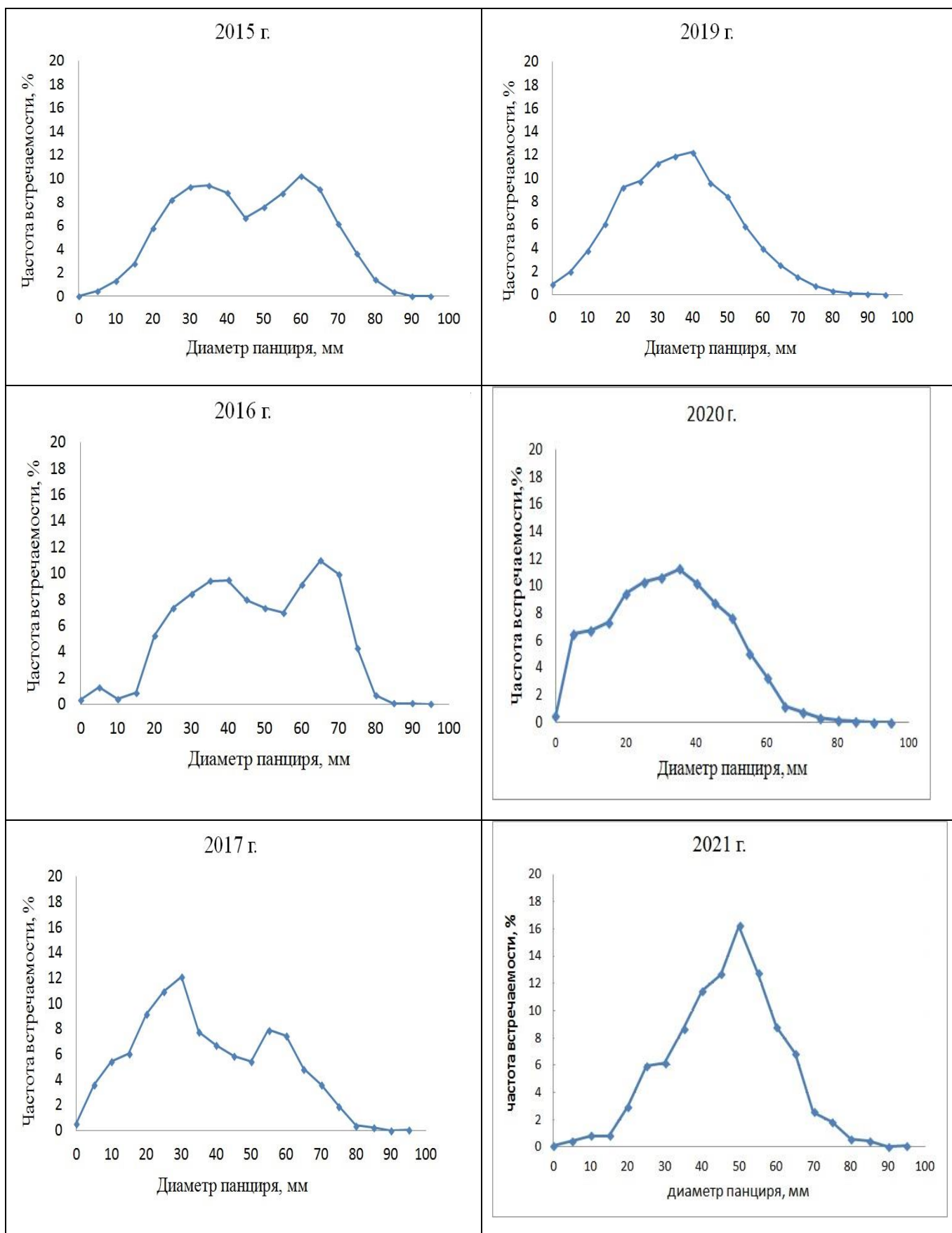


Рис. 3. Размерная структура поселений морского серого ежа, оцененная в ходе ресурсных исследований, мыс Поворотный – мыс Золотой (2015-2021 гг.)

В заливе Петра Великого в 2015 г. средняя плотность поселений ежей составляла 3,4 экз./м², средняя биомасса – 140 г/м², плотность особей промыслового размера – 2,3 экз./м², молоди – 0,8 экз./м², промысловых – 1,0 экз./м². В целом по зал. Петра Великого наибольшая средняя плотность промысловых ежей была отмечена в его восточной части – 1,8 экз./м², наименьшая – на участке п-ов Янковского – п-ов Ломоносова – 0,3 экз./м², однако здесь же выявлена наибольшая средняя плотность молоди – 3 экз./м². Также довольно крупные скопления молоди зафиксированы у о. Русский и близлежащих островов со средней плотностью 2,9 экз./м².

В 2018 г. средняя плотность поселений ежей и биомасса варьировала в широких пределах. Максимальные биомассы отмечались в районе от мыса Льва до п-ова Ломоносова. Средняя биомасса ежей в этом районе составляла 37,3 г/м², промысловая – 32,2 г/м² (табл. 4). В других исследованных районах средняя биомасса варьировала от 19,2 до 26,1 г/м².

Таблица 4
Средняя многолетняя плотность поселений и биомасса морского серого ежа в зал. Петра Великого (2014 – 2021 гг.), его запас в 2021 г.

Границы рыбопромысловых районов	Средняя плотность, экз./м ²	Средняя биомасса, г/м ²	Площадь, км ²	Оценка запаса, т
Мыс Деда – п-ов Песчаный	0,7	25,9	3,5	91
Островная зона	0,65	22,4	6,3	141
Уссурийский залив	0,5	37,1	6,4	237
Мыс Майделя – мыс Поворотный	0,4	16,3	21,6	352
Итого			37,8	821

В 2013-2017 гг. в заливе Петра Великого ежи в уловах имели размеры от 3 до 85 мм (средний диаметр панциря – 52 мм), доля особей промыслового размера варьировала от 62,2% (2017 г.) до 97,6% (2013 г.) (рис. 4). В 2018 г. доля особей промыслового размера уменьшилась до 30,8%. В большинстве исследованных районов отмечено незначительное повышение средней плотности ежей, которое произошло за счет увеличения доли мелкоразмерных непромысловых особей.

В 2021 г. в зал. Петра Великого серый еж встречался на глубинах от 2,7 до 12,3 м. Плотность ежей варьировала от 0,01 до 3,5 экз./м², в среднем 0,94 экз./м². Биомасса ежей варьировала от 0,07 до 128,8 г/м², в среднем 32,12 г/м². В 2022 и в 2023 гг. исследования по оценке запасов морского ежа серого в прибрежье Приморья не проводились.

В августе 2023 г. в Приморье прошел тайфун Ханун. Количество осадков за месяц составило 14591 мм, что превышает исторический максимум 1936 г. Паводки наблюдались на большинстве рек Приморского края. Морской ёж серый относится с стеногалинным видам и распреснение морской воды в прибрежной зоне скажется неблагоприятно на выживаемости как личинок, так и взрослых особей.

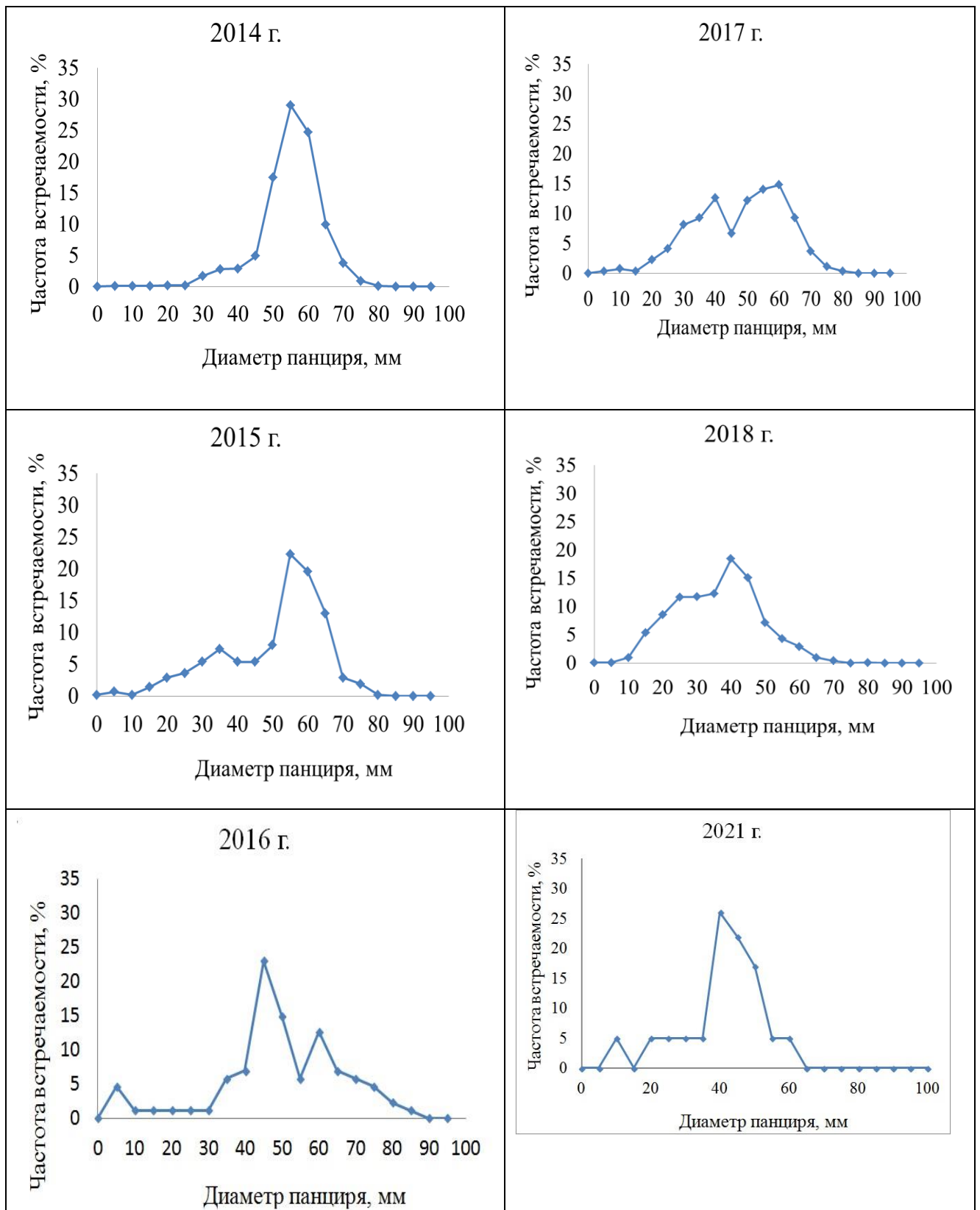


Рис. 4. Размерная структура поселений морского серого ежа на отдельных участках зал. Петра Великого (2014-2021 гг.)

На участке севернее мыса Золотой (в границах Хабаровского края) разведанные промысловые запасы морских ежей относительно невелики, промышленный лов отсутствует, а изъятие осуществлялось только в режиме НИР. Основной способ добычи – водолазный.

Единственным районом в границах Хабаровского края, где велся водолазный

промысел морского ежа серого, являлся участок от мыса Туманный (47°19' с.ш.) до бух. Нельма. Суточный вылов составлял от 300 до 600 кг на одного водолаза, однако промысел был прекращен после 2005 г.

В ходе траловых съемок 2013-2014 гг. серый еж был отмечен на двух участках побережья – от мыса Красный Партизан (48° 58,7' с.ш.) до мыса Юма (49° 29,8' с.ш.) и от мыса Иванова до мыса Мурашко (50° 15,0' -50°56,0' с.ш.). В 2015 г. морской еж серый был отмечен на двух участках – в районе мыса Сюркум (50° 50' с.ш.) и южнее мыса Крестовоздвиженский (48° 26,6' с.ш.). В 2016 г. серый еж встречался на участках от п. Нельма до п. Де-Кастри (51°28,4' с.ш.).

По результатам исследований, диаметр панциря серого ежа варьировал от 4 до 83 мм, при среднем значении – 25,4 мм. Средняя масса ежа в уловах составляла 9,6 г. В выборках преобладали особи с диаметром панциря 55-64 мм, их доля составляла в 2013 г. 38,3%, в 2014 г. – 31,3%. Доля особей достигших промыслового размера в 2013 г. равнялась 83,1%, в 2014 г. – 73,7%. При сравнении материалов траловых съемок 2013-2014 гг. у серого ежа отмечается схожесть в структуре и размерном составе уловов (рис. 5). По всей видимости, это связано с характером лова и отсутствием промысла данного вида в исследуемом районе. В 2015 г. в выборках преобладали особи с диаметром панциря 15-24 и 35-44 мм, их доля составляла 66,5%. Доля особей достигших промыслового размера – 19,5% (рис. 5). В 2016 г. (55 особей) в выборках преобладали особи с диаметром панциря 15-20 мм (35,2%) и 20-25 мм (39,6%). Доля особей достигших промыслового размера составила 15,7%. В 2018 г. преобладали особи с диаметром панциря 15-25 мм (36,0%), все пойманные особи не достигли промыслового размера (рис. 5).

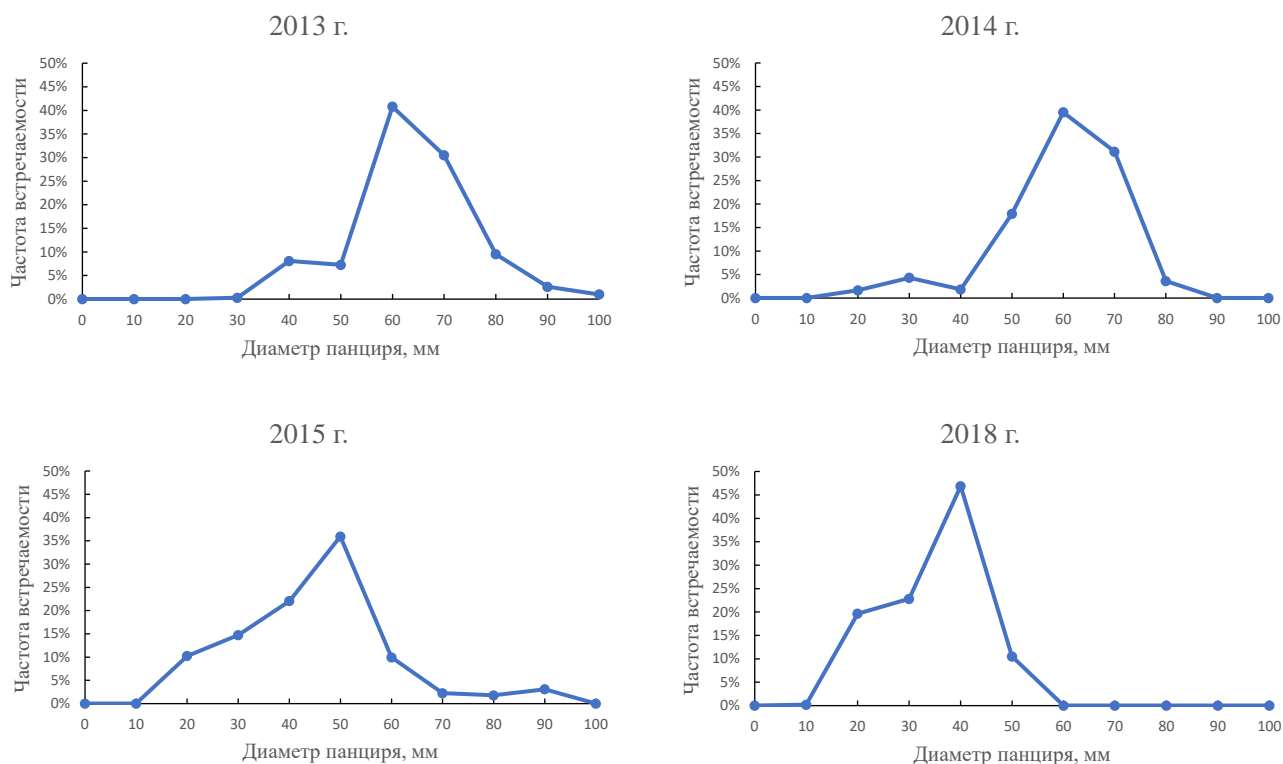


Рис. 5. Размерный состав поселений морского ежа серого в уловах трала на НИС «Бухоро» в сентябре-октябре 2013-2014 гг., мае-июне 2015 г, июне 2018 г.

Общий запас рассчитан по результатам съемки 2016 г. и оценен величиной в 365 т. Промысловый запас для *Strongylocentrotus intermedius* составляет 71 т. В 2023 г. исследований по серому морскому ежу севернее мыса Золотой не проводилось.

Определение биологических ориентиров. Для определения ОДУ на участке

южнее мыса Золотого воспользовались одной из модификаций концепции предосторожного подхода [Бабаян, 2000] Использовали методы анализа, основанные на результатах учетных съемок. Применяли такие биологические ориентиры, как предельная (V_{lim}), буферная (V_{buf}) и целевая (V_{tr}) биомассы.

За период наблюдений максимальная промысловая биомасса (V_{max}) составляла 9,9 тыс. т. Лимитирующая биомасса $V_{lim} = 0,2(V_{max})$ составила 1,982 тыс. т, буферная биомасса $V_{buf}=0,5(V_{max}) - 4,954$ тыс. т. Целевая биомасса V_{tr} составила $3/2V_{buf}=7,432$ тыс. т. Коэффициент промысловой эксплуатации для популяции морского ежа серого принят 0,1. Исходя из имеющихся показателей построена диаграмма стратегии управления промыслом морского ежа серого в подзоне Приморье южнее мыса Золотого (рис. 6).

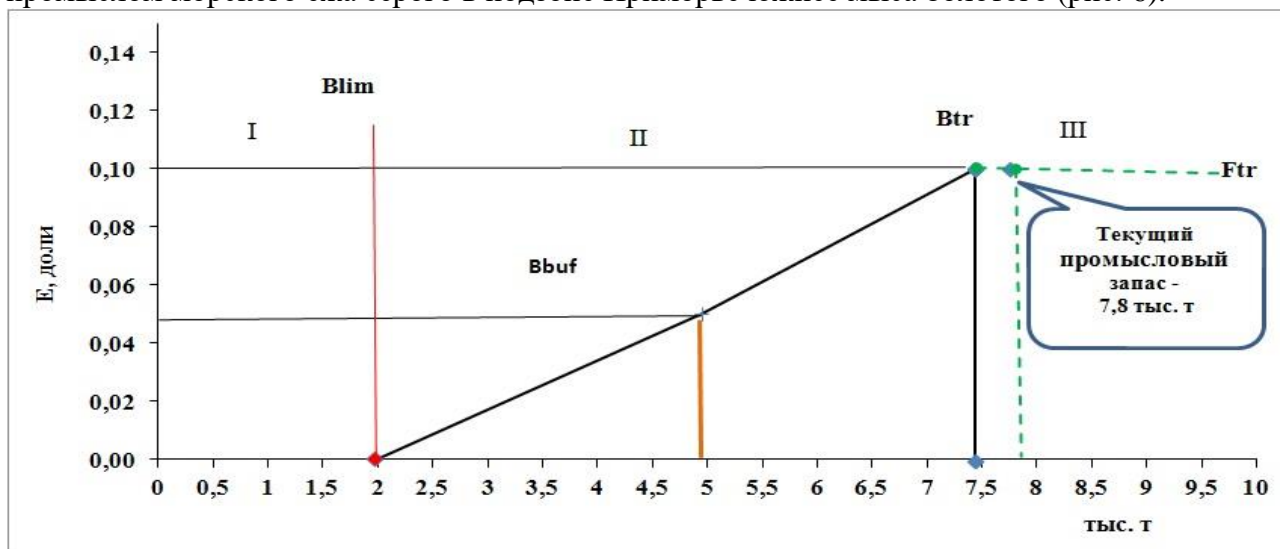


Рис. 6. Диаграмма стратегии управления запасом морского ежа серого в подзоне Приморье (мыс Поворотный – мыс Золотой). Режимы регулирования: I – режим полного запрета на промысел, II – режим восстановления запаса, III – режим постоянной интенсивности промысла

В связи с тем, что в последние годы материалов по съемкам морских ежей недостаточно, принятые биологические ориентиры требуют корректировки, и в последующем будут уточняться.

На участке севернее мыса Золотой результаты исследований не позволяют выделить промысловые и биологические ориентиры для формирования ПРП на основе «принципа предосторожности».

Прогноз состояния запаса. Общий запас морского ежа серого в подзоне Приморье южнее мыса Золотой на площади 110 км² составил 13,0 тыс. т, промысловый – 8,6 тыс. т (в заливе Петра Великого – 0,8 тыс. т, от мыса Поворотный до мыса Золотой – 7,8 тыс. т). Учитывая тот факт, что в 2010-2021 гг. уровень запаса промыслового ежа был стабильным (8000-10000 т, среднее значение 9000 т), предполагается, что в 2025 г. запас составит порядка 9000 т. Поскольку промысел в подзоне Приморье севернее мыса Золотой прекращен в 2005 г., предполагаем, что объем промыслового запаса будет оставаться неизменным, в качестве инерционной оценки текущий промысловый запас морского ежа серого прогнозируется на уровне 0,071 тыс. т.

Предполагается, что в 2025 г. суммарный промысловый запас в подзоне Приморье не превысит 9000 т.

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Для подзоны Приморье на 2025 г. рекомендуется ОДУ морского ежа серого оставить на уровне 2024 г. в объеме 0,911 тыс. т. Согласно сложившейся практике, к добыче рекомендуется не более 10% от промыслового запаса объекта (Протокол заседания ДВ совета по промысловым беспозвоночным Ассоциации «НТО ТИНРО» № 2 от 27.11.1997 г.).

На участке севернее мыса Золотой возможности вылова ежа ограничены сроками перед нерестом, когда гонадосоматический индекс не менее 4%, глубинами расположения скоплений и их плотностью. Значительная часть выявленных скоплений находится на глубинах малодоступных для водолазного промысла и перспективы их освоения остаются неясными. Учитывая отсутствие данных о влиянии промысла на состояние и воспроизводство популяции морского ежа серого, целесообразно в 2025 г. рекомендовать изъятие на участке севернее мыса Золотой на уровне 0,001 тыс. т.

Литература

Аксютин З.М. 1968. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищевая промышленность. 288 с.

Бабаян В.К. 2000. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ): Анализ и рекомендации по применению. М.: Изд-во ВНИРО. 192 с.

Основные методы оценки численности и биомассы водных биологических ресурсов, величины запаса и его прогноза, оценки возможностей доли изъятия, а также сбора данных характеризующих численность, биомассу, величину запаса, а также биологических и промысловых данных используемые в ФГУП «ТИНРО-Центр». 2013. Владивосток. 45 с.

Поляков А.В. КартМастер 4.1. Построение и анализ карт распределения запаса. – М.: ВНИРО, 2008. С. 183.

Столяренко Д.А., Иванов Б.Г. 1988. Метод сплайн-аппроксимации плотности для оценки запасов по результатам траловых донных съемок на примере креветки *Pandalus borealis* у Шпицбергена. // В кн.: "Морские промысловые беспозвоночные. Сборник научных трудов", М.: ВНИРО. С.45-70.