

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

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

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

(с оценкой воздействия на окружающую среду)

Часть 3. Беспозвоночные животные и водоросли

Том III. КРЕВЕТКИ, РЕЧНЫЕ РАКИ

**Разработаны:
ФГБНУ «ВНИРО»**

**«УТВЕРЖДАЮ»
Федеральное агентство
по рыболовству**

Директор ФГБНУ «ВНИРО»

Заместитель руководителя

К.В. Колончин

В.И. Соколов

2026 г.

15 мая 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Креветка северная (<i>Pandalus borealis</i>)	3
Баренцево море	3
61.05 – зона Охотское море	12
61.05.1 – подзона Северо-Охотоморская	12
61.05.2 – подзона Западно-Камчатская	26
61.05.4 – подзона Камчатско-Курильская	30
61.05.3 – подзона Восточно-Сахалинская	42
61.06. – зона Японское море	51
61.06.1 – подзона Приморье.....	51
61.06.2 – подзона Западно-Сахалинская.....	51
Креветка гребенчатая (<i>Pandalus hypsinotus</i>)	80
61.06. – зона Японское море	80
61.06.1 – подзона Приморье.....	80
61.06.2 – подзона Западно-Сахалинская.....	80
Креветка углохвостая (<i>Pandalus goniurus</i>)	112
61.05 – зона Охотское море	112
61.05.2 – подзона Западно-Камчатская	112
Креветка травяная (<i>Pandalus latirostris</i>)	117
61.04 – зона Южно-Курильская.....	117
61.05 – зона Охотское море	131
61.05.3 – подзона Восточно-Сахалинская	131
61.06. – зона Японское море	141
61.06.1 – подзона Приморье.....	141
61.06.2 – подзона Западно-Сахалинская.....	153
Креветка гренландская (<i>Lebbeus groenlandicus</i>)	164
61.05 – зона Охотское море	164
61.05.3 – подзона Восточно-Сахалинская	164
Шримсы-медвежата (виды рода <i>Sclerocrangon</i>)	176
61.06. – зона Японское море	176
61.06.1 – подзона Приморье.....	176
Раки (виды родов <i>Astacus</i>, <i>Pontastacus</i>, <i>Cambaroides</i>)	190
Каспийское море	190
Список литературы	205

Креветка северная (*Pandalus borealis*)

Баренцево море и прилегающие районы Северного Ледовитого океана

Исполнитель: С.В. Баканев (ПИНРО им. Н.М. Книповича)
Куратор: Д.В. Артеменков (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. В основу материалов, обосновывающих ОДУ северной креветки в Баренцевом море и прилегающих районах Северного Ледовитого океана на 2027 г., положены три ретроспективных массива данных:

1) статистика отечественного промысла северной креветки в Баренцевом море и прилегающих районах Северного Ледовитого океана в 2000-2025 гг.;

2) экосистемные тралово-акустические съемки в 2004-2025 гг. (в 2025 г. данные только по акватории ИЭЗ России);

3) входные данные для модельных расчетов оценки динамики запаса и ориентиров управления, выполняемых в рамках СРНК по рыболовству за 1970-2024 гг. (в 2025 г. данные по производительности норвежского промысла отсутствуют).

Для формирования временных рядов промысловых данных применяли информацию о промысловой деятельности российских судов, поступающую через отраслевую систему мониторинга ВБР от ФГБУ «Центр системы мониторинга рыболовства и связи» (табл.1). Для стандартизации улова на усилие использована GLM, при этом каждой операции присвоены следующие категории (факторы): год, месяц, судно, страна, тип трала, промысловый район, глубина.

Таблица 1

Основные показатели российского промысла креветки северной в Баренцевом море и прилегающих районах Северного Ледовитого океана в 2015-2025 гг.

Период промысла		Акватория промысла, тыс. км ²	Количество		Производительность (CPUE), кг/ч		Вылов, тыс. т
год	месяц		судов	промысловых операций	нестандартизованная	стандартизованная	
2015	I-XII	35	2	754	220	247	1,150
2016	II-XI	41	7	1426	313	328	2,490
2017	III-XII	45	8	1957	351	342	3,846
2018	I-XII	76	15	5391	419	364	12,559
2019	I-XII	83	24	10248	520	377	28,081
2020	I-XI	55	19	8735	475	263	21,264
2021	II-X	39	12	4576	534	311	12,377
2022	VII- XII	28	10	1734	398	290	3,789
2023	I-XI	44	14	6229	506	330	12,288
2024	I-X	54	16	6081	472	279	17,146
2025	I-X	61	15	6572	440	238	17,295
Среднее	II-XI	51	13	4882	423	306	11,499

С 2004 г. съемку запаса северной креветки осуществляют в рамках экосистемной съемки ежегодно в летне-осенний период по стандартной методике. Площадь экосистемной съемки, выполняемой Россией и Норвегией в своих ИЭЗ, в среднем составляет около 1,8 млн км² (рис. 1). Ежегодно в ней выполняют около 360 донных тралений от края континентального шельфа на западе до архипелага Новая Земля на востоке, от побережья Норвегии и России на юге до кромки льда на севере. Материал собирают стандартным исследовательским тралом «Campelen-1800», продолжительность тралений составляет 15 мин, скорость тралений – 3,2-3,5 уз. Эффективное раскрытие трала «Campelen-1800» было принято равным 15 м. В 2025 г. для подготовки материалов ОДУ были доступны данные только по акватории ИЭЗ Российской Федерации.

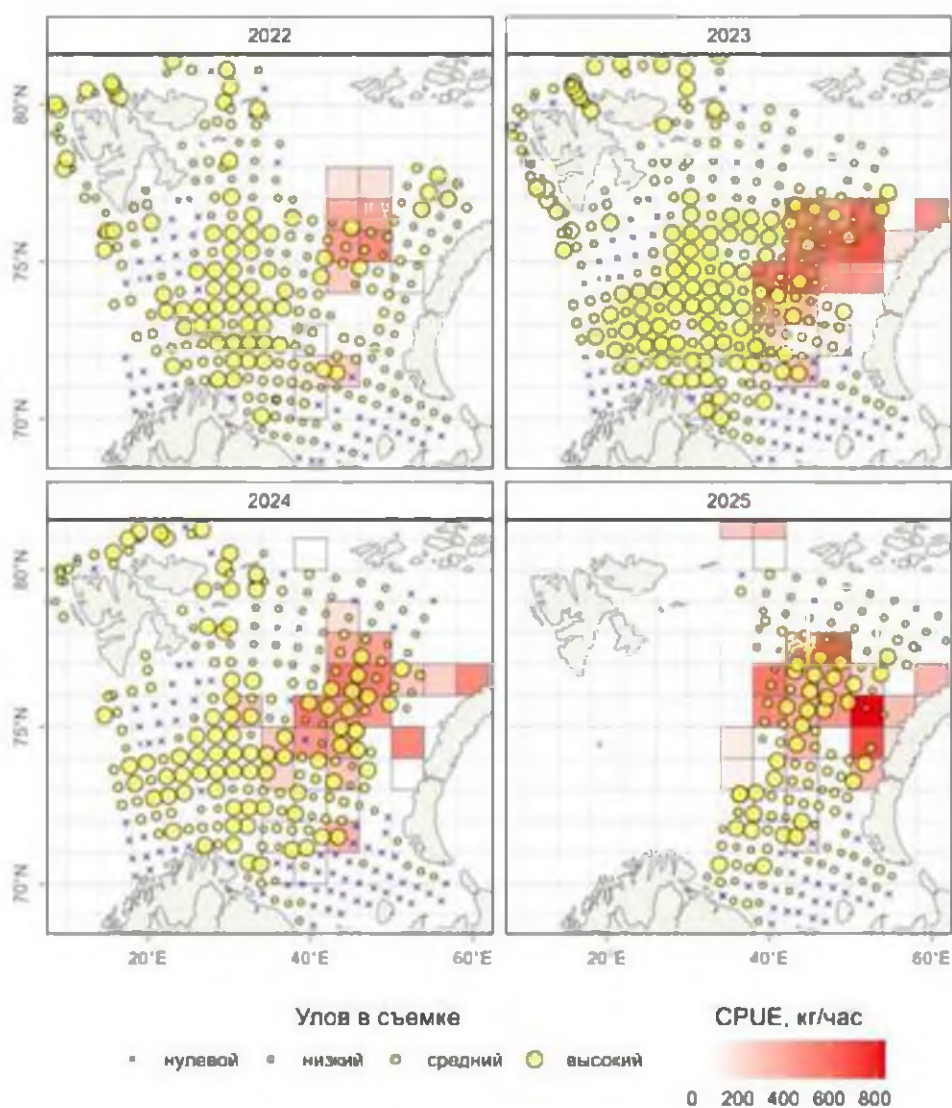


Рис. 1. Распределение креветки северной в уловах в ходе экосистемной съемки (крестики - нулевые уловы) и производительности российского промысла (CPUE, кг/час траления) в Баренцевом море и прилегающих районах Северного Ледовитого океана в 2022 -2025 гг., кг/миля²

Анализ уловов северной креветки в ходе съемки проводили в рамках стандартной методики обработки улова. Для биологического анализа в каждом трале случайным образом отбирали пробу креветки массой 1 кг. При величине улова менее 1 кг биологическому анализу подвергались все особи. Анализ включал в себя измерение длины (от глазной выемки до заднего края карапакса с точностью до 0,1 мм), определение пола и стадий зрелости гонад, стадии линьки (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика первичного материала по креветке северной, собранного в ходе экосистемных съемок в Баренцевом море и сопредельных водах Норвежского, Гренландского, Карского морей и прилегающих районах Северного Ледовитого океана в 2015-2025 гг.

Год	Количество		
	донных тралений	тралений с уловом креветки	промеров креветки*
2015	335	248	5705
2016	311	236	8167
2017	350	269	2480
2018	235	169	2333
2019	322	254	4489
2020	461	317	1942
2021	341	257	2734
2022	306	248	2625
2023	325	251	5150
2024	317	214	6193
2025	166*	134*	10888

*Только для ИЭЗ России.

Оценку индекса биомассы промыслового запаса северной креветки проводили в ГИС «КартМастер 4.1». Расчеты выполняли методом 2D-сплайна (без учета глубины и коэффициента уловистости трала). Акваторию съемки разделяли на четыре основных области: ИЭЗ России, ИЭЗ Норвегии, ОЧБМ и РШ (табл. 3).

Таблица 3

Индекс биомассы промыслового запаса креветки северной в Баренцевом море и прилегающих районах Северного Ледовитого океана, рассчитанный методом 2D-сплайна по данным экосистемных съемок осенью 2015-2025 гг., тыс. т

Год	ИЭЗ России	ОЧБМ	ИЭЗ Норвегии	РШ	Итого
	Площадь, км ²				
	967913	67431	328142	481034	1844520
2015	122,2	33,5	57,5	135,2	348,4
2016	137,4	-	71,4	159,6	368,4
2017	230,4	96,8	86,8	123,8	537,8
2018	308,8	58,7	72,7	125,8	566,0
2019	360,3	44,0	120,8	173,8	698,9
2020	161,1	22,0	58,4	112,4	353,9
2021	162,4	19,3	59,8	126,3	367,8
2022	100,7	11,2	84,8	194,4	391,1
2023	127,9	24,1	82,2	271,6	505,8
2024	115,6	28,2	72,7	166,8	383,3
2025	111,2	14,7	-	-	-
Среднее	176,2	35,3	76,7	159,0	452,1

Структура и качество доступного информационного обеспечения для данной единицы запаса соответствуют II уровню. Доступная информация обеспечивает проведение ограниченного аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ с использованием продукционных моделей эксплуатируемого запаса.

Обоснование выбора оценки методов запасов. При втором уровне информационной обеспеченности, согласно приказу Росрыболовства от 6 февраля 2015 г. № 104, состояние запаса северной креветки Баренцева моря рекомендуется оценивать с помощью продукционных моделей. С учетом нескольких входных индексов и относительно низкого уровня эксплуатации, требующего использования байесовского подхода для настройки параметров модели, оценку возможно проводить посредством программных пакетов OpenBUGS, SPiCT или JABBA.

В 2022 г. на РГ ИКЕС по экспертизе метода оценки (бенчмарк) было предложено перейти с программной среды OpenBUGS на программу SPiCT, реализованную в рамках байесовского подхода моделирования системы пространства состояний и в настоящее время широко используемую в ИКЕС. Таким образом, в 2022-2023 гг. уже в рамках отдельной российско-норвежской группы северная креветка Баренцева моря была оценена моделью SPiCT с новыми априорными параметрами. Однако в ходе российско-норвежской встречи в 2024 г. при нескольких прогонах модели SPiCT с различным набором входных данных выяснилось, что версия модели не совсем корректно настраивается на входные данные, как и в 2023 г. В связи с этим в данном прогнозе оценка состояния запаса северной креветки выполнена по старой методике с использованием стохастической продукционной модели, реализованной в OpenBUGS.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Промысловый запас северной креветки Баренцева моря и сопредельных вод на протяжении всей истории промысловой эксплуатации, в том числе в последнее десятилетие, находился в хорошем состоянии и эксплуатировался на устойчивой основе. С начала промысла северной креветки в середине 1970-х годов признаков перелома не наблюдалось. Тем не менее биомасса запаса и ежегодный вылов креветки подвергались существенным колебаниям из-за межгодовой изменчивости пополнения и хищничества трески (рис. 2). Межгодовая динамика вылова зависела главным образом от рентабельности лова креветки. При увеличении плотности промысловых скоплений увеличивались производительность промысла и, соответственно, заинтересованность рыбаков в повышении промысловых усилий. При снижении производительности лова рентабельность лова снижалась, поэтому часть флота переориентировалась на другие виды промысла.

В конце 2025 г. промысловый запас северной креветки в Баренцевом море и сопредельных водах оценивался на уровне 2,1 млн т с 95 %-ным доверительным интервалом от 1,0 до 2,3 млн т. В 2020-2023 гг. положительный тренд в динамике абсолютной биомассы был обусловлен поведением двух временных рядов: индексов биомассы северной креветки,

по данным экосистемных съемок, и промысловыми уловами на усилие российского флота. В 2025 г. индекс запаса, рассчитанный по данным экосистемной съемки, снизился по сравнению с 2024 г., при этом уменьшение произошло в районах ИЭЗ России и ОЧБМ.

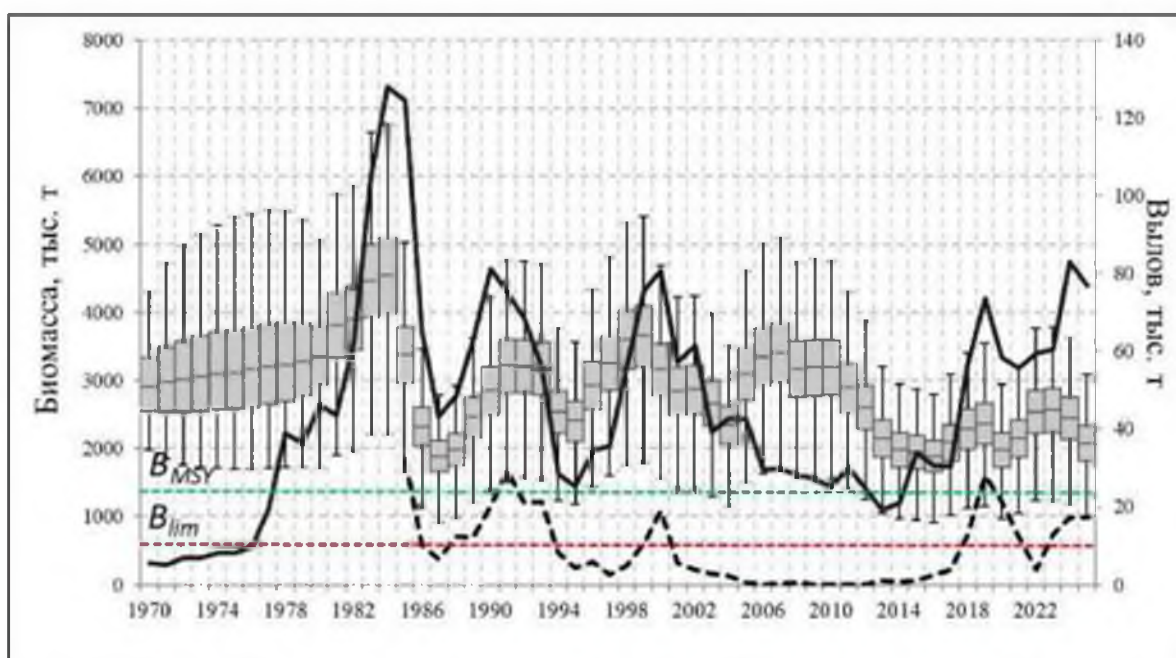


Рис. 2. Индекс биомассы промыслового запаса (диапазон квартилей с медианой и планками погрешностей), международный (сплошная линия) и российский (пунктирная линия) вылов креветки северной в Баренцевом море и прилегающих районах Северного Ледовитого океана в 1970-2025 гг.

Индекс запаса северной креветки в Баренцевом море и прилегающих районах Северного Ледовитого океана, рассчитанный методом 2D-сплайна по данным экосистемных съемок в 2014-2024 гг., показывает относительно высокую межгодовую изменчивость как в целом для Баренцева моря, так и в ИЭЗ России. В 2025 г. уровень биомассы в ИЭЗ Российской Федерации продолжил плавно снижаться – со 115 до 111 тыс. т.

CPUE в 2015-2025 гг. варьировал от 238 до 377 кг на 1 ч траления и в среднем составил 306 кг на 1 ч траления. В 2025 г. CPUE снизился по сравнению с уровнем прошлого года до 238 кг на 1 ч траления, что на 22 % ниже среднеегодового уровня. Продолжительность промыслового сезона ежегодно варьировала от 5 до 12 мес., в последние годы в среднем составляя 10 мес. Акватория промысла включала в себя несколько локальных промысловых районов и за исследованный период значительно менялась, варьируя от 28 тыс. км² в 2022 г. до 83 тыс. км² в 2019 г. Количество судов, ежегодно добывающих креветку, с 2000 по 2006 г. сократилось с 91 до 1-2, однако в последние 5 лет оно существенно возросло – от 10 в 2022 г. до 15-16 ед. в 2024-2025 гг. В 2025 г. акватория промысла увеличилась по сравнению с 2024 г. на 12 %.

Анализ статистических данных отечественного вылова северной креветки по экономическим зонам в Баренцевом море и сопредельных водах

показал, что за последние два десятилетия он ежегодно существенно менялся по районам. Так, в 2000-2004 гг. основной район промысла локализовался в прибрежных водах РШ. Кроме того, добычу регулярно вели в НЭЗ и ОЧБМ. После возобновления промысла в 2013-2025 гг. основные районы отечественного промысла сместились в ИЭЗ России (табл. 4).

Как и в 2020-2024 гг., в 2025 г. значительная часть общего отечественного вылова северной креветки получена в районах Возвышенность Персея, Новоземельская банка и Центральная возвышенность – 7,8; 3,9 и 2,8 тыс. т соответственно.

Таблица 4

Российский и международный вылов креветки северной в Баренцевом море и прилегающих районах Северного Ледовитого океана в 2015-2025 гг., т

Год	Российский вылов					Международный вылов		Итого
	НЭЗ	ИЭЗ России	ОЧБМ	РШ	Итого	Норвегия	Прочие страны	
2015	0	1062	50	38	1150	16618	16252	34020
2016	0	2490	0	0	2490	10898	17359	30747
2017	0	3735	0	111	3846	7010	19582	30438
2018	0	11735	396	428	12559	23126	20653	56338
2019	0	27895	186	0	28078	23924	21576	73578
2020	0	20254	0	0	20264	19115	17999	57378
2021	0	12379	0	0	12379	30177	13085	55641
2022	0	3810	0	0	3810	35329	24849	63988
2023	0	12288	0	0	12288	34764	25595	72647
2024	0	17097	160	0	17257	46817	19720	83794
2025	0	13253	4001	0	17254	34254	25463	76971

Освоение рекомендованного вылова (с 2022 г. – ОДУ) северной креветки в ИЭЗ Российской Федерации за последние пять лет варьировало в широких пределах – 21-80 % (табл. 5), при этом российскую часть РВ в последние годы осваивали более чем на 50 %, в 2024 г. достигнув рекордных 94 %.

Таблица 5

Рекомендованный международный и российский вылов креветки северной и уловы на судо-сутки промысла в ИЭЗ Российской Федерации в 2015-2025 гг.

Год	Общий РВ, тыс. т	Международный РВ				Российский РВ			
		объем, тыс. т	фактический, тыс. т	освоение, %	улов на судо-сутки лова, т	объем, тыс. т	фактический, тыс. т	освоение, %	улов на судо-сутки лова, т
2015	30,0	-*	3,381		4,3	30,00	1,112	4	10,3
2016	30,0	-*	2,527		6,0	30,00	2,490	8	11,6
2017	25,0	9,500	5,232	55	6,7	15,50	3,735	24	16,0
2018	25,0	9,500	8,779	92	7,6	15,50	12,131	78	16,5
2019	45,0	11,500	9,997	87	9,3	33,50	26,816	80	17,4
2020	50,0	10,000	2,981	30	7,8	40,00	21,264	53	10,6
2021	26,5	9,150	2,276	25	16,0	17,35	12,379	71	9,9
2022	26,5**	8,650	0	0	-	17,85	3,810	21	6,65
2023	26,5**	8,650	0	0	-	17,85	12,288	69	9,55
2024	26,5**	8,650	0,410	5	8,1	17,85	16,854	94	9,59
2025	26,5**	8,650	0	0	0	17,85	13,253	74	8,80

*Международный вылов вне рекомендованного вылова.

**Регулирование посредством ОДУ.

В 2013-2025 гг. средняя длина карапакса креветки, по данным экосистемных съемок, составляла 18,3-20,5 мм, что превышает минимальный промысловый размер (15 мм по длине карапакса), принятый в Норвегии. Для размерного состава, как правило, было характерно мономодальное распределение. В некоторые годы размерное распределение не имело четко выраженной вершины с широкой модальной группой (рис. 3).

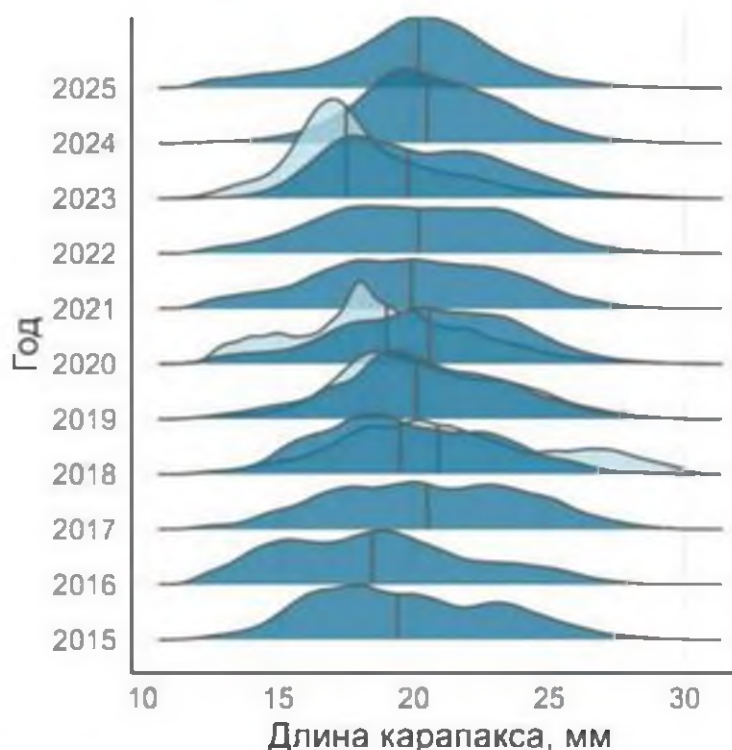


Рис. 3. Размерный состав креветки северной в уловах в экосистемных съемках (темная заливка) и по данным наблюдателей на промысле (светлая) в Баренцевом море и прилегающих районах Северного Ледовитого океана в 2015-2025 гг.

Определение биологических ориентиров. В 2025 г. переоценки ориентиров не проводилось. В 2024 г. биологические ориентиры оценивались на российско-норвежской РГ в рамках продукционной модели. На основе двух подходов, принятых в ИКЕС (MSY и «предосторожного»), определяются 4 ориентира управления. Расчеты, выполненные сотрудниками Полярного филиала по двум подходам, показали весьма сходные величины (табл. 6).

Таблица 6

Ориентиры управления для запаса креветки северной в Баренцевом море и прилегающих районах Северного Ледовитого океана, оцениваемые на российско-норвежской РГ по северной креветке (NIPAG) и Полярным филиалом для 2020-2025 гг.

Подход	Обозначение	Формула	Величина
MSY	$B_{trigger}$	$0.5B_{MSY}$	447 тыс. т
	E_{MSY}	MSY/B_{MSY}	15 %
Предосторожный	B_{lim}	$0.3B_{MSY}$	268 тыс. т
	E_{lim}	$1.7E_{MSY}$	26 %

Обоснование Правила регулирования промысла. В настоящее время формализованное ПРП креветки северной в Баренцевом море и сопредельных водах отсутствует. С использованием ориентиров управления, предложенных NIPAG, ПРП северной креветки может быть сформулировано в следующем виде:

1) уровень эксплуатации (доля изъятия E_t) устанавливается не выше целевого уровня эксплуатации ($E_{tr} = 0,15$) при промысловом запасе выше буферного ориентира по биомассе ($B_{trigger} = 447$ тыс. т);

2) при промысловом запасе (B_t) выше граничного ориентира ($B_{lim} = 268$ тыс. т), но ниже буферного, уровень эксплуатации $E_t = E_{tr} \times (B_t - B_{lim}) / (B_{trigger} - B_{lim})$;

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

Учитывая высокую вариативность оценок запаса и, как следствие, величин возможного изъятия, вышеприведенные положения возможного ПРП северной креветки нуждаются в дальнейшем совершенствовании, в том числе в разработке компонента, сглаживающего межгодовую изменчивость вылова.

Прогнозирование состояния запаса. Прогноз состояния запаса выполнен с помощью стохастической продукционной модели, параметры которой были оценены в рамках расчетов ретроспективной динамики запаса и ориентиров управления. Для оценки динамики запаса в 2026-2027 гг. международный вылов в 2025 г. принимался равным вылову в 2024 г. (84 тыс. т) (табл. 7).

Таблица 7

Прогнозируемая биомасса промыслового запаса креветки северной (медианная оценка с 50- и 95 %-ными доверительными границами) в конце 2025-2027 гг. при вылове в 2026-2027 гг., равном уровню 2025 г.

Вылов, тыс. т	Год	Промысловый запас в конце года, млн т				
		2,5 %	25,0 %	Медиана	75,0 %	97,5 %
84	2025	1,01	1,81	2,08	2,34	3,08
84	2026	1,03	1,85	2,21	2,42	3,19
84	2027	1,07	1,92	2,37	2,64	3,39

Уровень биомассы в прогностические годы сохранится значительно выше буферного ($B_{trigger} = 0,447$ млн т) и граничного ($B_{lim} = 0,268$ млн т) ориентиров. Тем не менее, исходя из практики промысла, можно указать на то, что нахождение основных показателей запаса в безопасных границах не может гарантировать его освоения на высоком уровне. Это может быть обусловлено как особенностями распределения скоплений креветки в Баренцевом море и прилегающих районах Северного Ледовитого океана, так и особенностями промысловой деятельности в том или ином году. Так, в 2001-2005 гг. при нахождении запаса выше буферного ориентира российский

вылов не превышал 6 тыс. т, а доля освоения рекомендованного вылова была минимальной.

Обоснование объема ОДУ. На международном уровне величина допустимого промыслового изъятия северной креветки не устанавливается, но российско-норвежская группа по оценке северной креветки с 2022 г. дает рекомендации по возможной величине вылова для районов ИКЕС I и II (Баренцево море, прилежащие к нему части Гренландского, Норвежского морей и Северного Ледовитого океана), которая для 2025 г., например, составляла по различным сценариям от 84 до 197 тыс. т. Данный уровень эксплуатации имеет предосторожный характер и в долгосрочной перспективе не приведет к превышению ориентиров управления по эксплуатации.

Доля индекса биомассы креветки северной, распределяющейся в районах российского промысла в Баренцевом море и прилегающих районах Северного Ледовитого океана, в 2010-2024 гг. (в 2025 г. не рассчитывалась ввиду отсутствия данных) варьировала от 25 до 56 % от общей биомассы в районах ИКЕС I и II, среднее значение составило 43 %.

Согласно оценке российско-норвежской группы, потенциальный предел изъятия креветки в 2025 г. оценивался на уровне не выше $F_{MSY} - 197$ тыс. т. Соответственно, в ИЭЗ Российской Федерации Баренцева моря и прилегающих водах Северного Ледовитого океана верхняя граница вылова может достигать 85 тыс. т ($197 \times 0,43$).

Рекомендации ФБГНУ «ВНИРО» для 2021-2026 гг., основанные на данных, полученных в 2019-2024 гг., более консервативны – годовой вылов не должен превышать 26,5 тыс. т. Принимая во внимание новые данные, свидетельствующие о стабильном статусе запаса креветки северной в ИЭЗ Российской Федерации, а также учитывая неопределенности в оценках запаса и его неполное освоение пользователями, рекомендуется установить ОДУ северной креветки в ИЭЗ Российской Федерации в Баренцевом море и прилегающих районах Северного Ледовитого океана в 2027 г. на уровне 2026 г. – 26,5 тыс. т.

Таким образом, рекомендуется установить ОДУ креветки северной в Баренцевом море и прилегающих районах Северного Ледовитого океана на 2027 г. в объеме 26,500 тыс. т.

Креветка северная (*Pandalus borealis*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.1 – подзона Северо-Охотоморская

Исполнитель: С.Е. Аносов, В.Г. Григоров («МагаданНИРО»)

Куратор: Д.В. Артеменков (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Материалы прогноза ОДУ креветки северной на 2027 г. подготовлены на основе данных промышленного лова за 2004-2025 гг., полученных через систему ССД (судовых суточных донесений) ФГБУ «ЦСМС». Карта-схема района промысла в 2025 г. приведена на *рисунке 1*.

Для анализа распределения и биологического состояния креветки северной использованы материалы, собранные в 2024-2025 гг., в ходе мониторинга промысла на СРТМ «Элладора», аналогичных работ на СКТР «Асанда» в 2021 г. и СТР «Оссора» в 2023 г. (*табл. 1*), научных траловых съёмок на НИС «Дмитрий Песков» в 2021 г. и СТР «Сланцы» в 2024 г., а также данные комплексных донных траловых съёмок северной части Охотского моря, мониторинговых, научно-поисковых работ и данные промышленного лова за период 1999-2019 гг.

Информационное обеспечение материалов прогноза ОДУ относится к II уровню, согласно приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104.

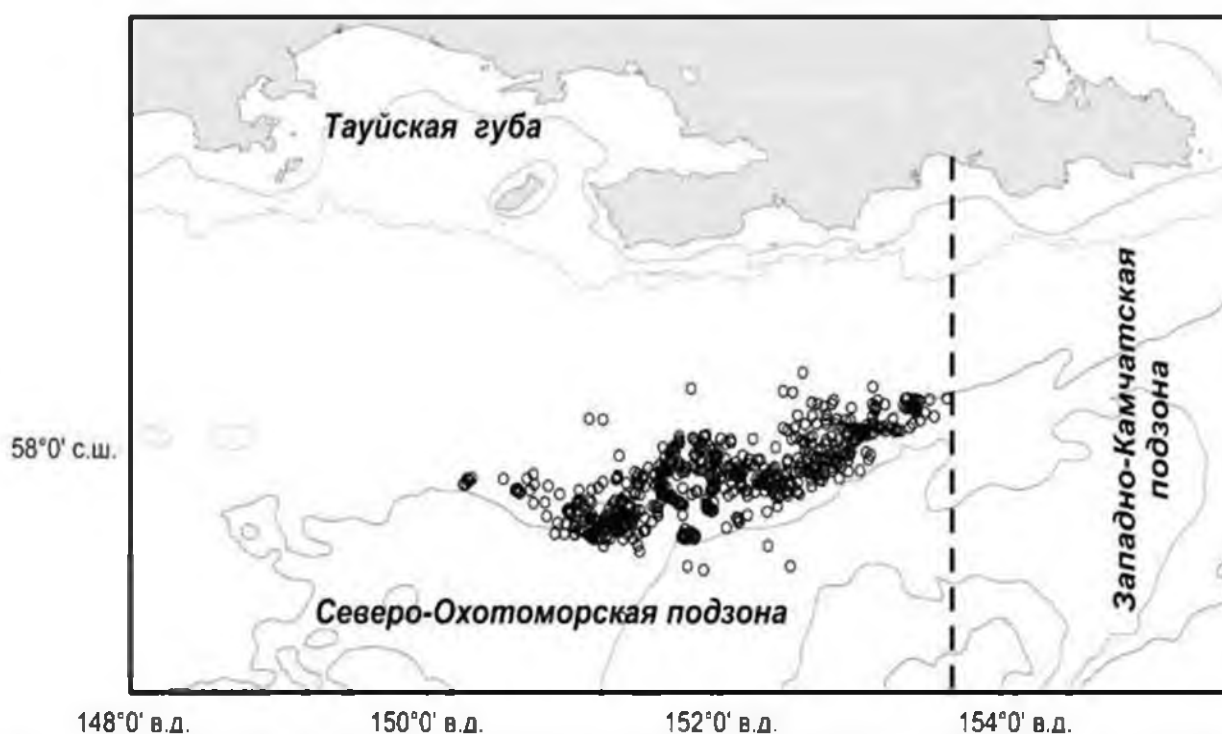


Рис. 1. Карта-схема района промышленного лова креветки северной в Северо-Охотоморской подзоне по данным ФГБУ «ЦСМС» в 2025 г. (точки – позиции судов за отчётные сутки)

Таблица 1

Объём материала по креветке северной, используемый в материалах прогноза ОДУ на 2027 г.

Судно	Период работ	Количество станций	Количество анализов / экз.
СКТР «Асанда»	18.09-20.10.2021 г.	75	43 / 7432
СТР «Оссора»	06.01-02.02.2023 г.	93	53 / 9010
СТР «Сланцы»	28.06-29.07.2024	143	62 / 4195
СРТМ «Элладора»	01.01-30.01.2024 г.	166	39 / 5140
СРТМ «Элладора»	26.01-13.02.2025 г., 18.04-14.05.2025	195	75 / 19730

Обоснование выбора методов оценки запаса. Промысловый запас креветки северной в предшествующие годы рассчитывался методом сплайн-аппроксимации, алгоритм которого описан Д.А. Столяренко [Stolyarenko, 1986, 1987], с помощью программы «КартМастер v. 4.1» [Поляков, ВНИРО, 2003-2008]. В качестве входных данных использовались материалы, полученные в ходе ресурсных исследований, а также мониторинга промышленного лова креветки северной. В расчётах применялся средний показатель влияния глубины (500) и параметр сглаживания (0,031). При определении запаса креветок использовали максимально известный по литературным данным коэффициент уловистости трала, равный 0,2. Эта величина близка к таковым у Б.И. Беренбойма – 0,182 для *P. borealis* (Баренцево море) [Беренбойм, 1992], Б.Г. Иванова – 0,22 для *P. goniurus* (Берингово море) [Ivanov, 1981], К.А. Згуровского – 0,25 для *P. goniurus* (Берингово море) [Згуровский, 1987].

В настоящее время актуальность применения метода сплайн-аппроксимации снизилась по причине резкого уменьшения объёма ресурсных исследований и мониторинговых работ. В то же время, имеющийся массив данных о промышленном лове и биологическом состоянии северной креветки в Северо-Охотоморской подзоне обеспечивает проведение аналитической оценки состояния запаса и расчёт ОДУ с использованием динамических продукционных моделей (приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104).

Расчёт ОДУ креветки северной на 2027 г. выполнен в программе *COMBI* (ФГБНУ «ВНИРО») [Бабаян и др., 2018] версии 4.2, алгоритм работы которой включает необходимые этапы обоснования величины улова: оценка качества исходных данных, подбор продукционной модели, оценка ориентиров управления, обоснование правил регулирования промысла, прогнозирование биомассы запаса и вылова. Для расчётов выбрана медиана суточных уловов судов и суммарные уловы флота за 2004-2025 гг.

Имеющийся массив данных был проанализирован тремя продукционными моделями, отличающимися законом роста эксплуатируемой популяции: моделью Шефера, моделью Фокса и обобщённой моделью Пелла-Томлинсона [Бабаян, 2000]. Исследовано

поведение целевых функций процессов: минимизации суммы квадратов отклонений, логарифмической суммы квадратов, а также медианного отклонения. После проведения расчётов выбор сделан в пользу модели Фокса, которая оптимально интерпретировала имеющиеся данные. Наилучшее значение целевых функций получено при минимизации медианного отклонения ($Me | \epsilon_i | = 0,103$).

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Креветка северная принадлежит к циркумполярным батинальным видам, встречающимся на глубинах от 30 до 1380 м [Соколов, 2002; Butler, 1980; Komaï, 1999]. Взрослые особи ведут придонный образ жизни, преимущественно на илистых грунтах, на глубинах 150-500 м. Скопления креветок, как правило, приурочены к склонам впадин, подножьям мелководных банок и зонам взаимодействия водных масс различного происхождения [Беренбойм, 1992]. В Северо-Охотморской подзоне промысловые скопления креветок известны для Притауйского района. Имеются сведения о высоких концентрациях креветки северной на акватории, расположенной в районе банки Ионы.

Наиболее значимым для промысла является Притауйский район. Здесь в результате взаимодействия периферийных водных масс формируется фронтальная зона, где и наблюдается относительный максимум биомассы северной креветки. Многолетними исследованиями Магаданского филиала установлено, что креветка северная образует плотные поселения в пределах координат 150°30'-153°00' в. д., площадью около 9 тыс. км², на глубинах от 150 до 350 м, с температурным оптимумом в придонном слое от 0,6° до 0,8° С [Бандурин, Карпинский, 2015].

В то время как границы промыслового участка северной креветки в Притауйском районе из года в год практически не меняются, внутри района выявлены характерные сезонные особенности в распределении, связанные с биологией и экологией вида. Так, в зимний период скопления формируются на глубинах 200-250 м и состоят, в основном, из активно питающихся крупноразмерных самок с развитой наружной и внутренней икрой. Максимально плотные скопления наблюдаются в марте и обеспечивают уловы свыше 1 т/час траления на глубинах 250-260 м. Постепенно, к маю, плотность скоплений уменьшается, креветки смещаются на меньшие глубины, где увеличивается доля самцов и происходит размножение: выход личинок в планктон у самок с наружной икрой и откладка икры на плеоподы у самок с развитыми гонадами.

Как правило, креветки формируют пространственно разделённые скопления с одинаковым физиологическим состоянием особей, которые совершают нерестовые миграции с больших глубин на меньшие. В летний период происходит массовая линька креветок, которые в дальнейшем распределяются по обширной акватории Притауйского района, совершая нагульные миграции, и формируют скопления в наиболее продуктивных участках. С началом осени миграции имеют обратный характер, креветки постепенно смещаются с мелководья на глубину.

По многолетним данным установлено, что в Притауйском районе в качестве самцов креветки могут функционировать до размеров 120 мм, максимально в течение 6 лет. Однако основная масса самцов при длине тела 105-110 мм уже меняет пол. Массовая смена пола, по расчётным данным, происходит при 105-115 мм в возрасте 2+ – 4+ лет, хотя переходные особи встречаются до возраста 6+ лет. Созревают первые самки в возрасте 2+ лет, а в 5+ лет уже практически все особи меняют пол. Креветки достигают максимальных размеров около 150 мм в возрасте 8+ лет. Основу уловов северной креветки Притауйского района составляют особи в возрасте 3+ – 6+ лет. Доля креветок этих возрастных групп составляла в разные годы от 86% до 99% [Бандурин, Карпинский, 2015].

Промысел креветки северной в Северо-Охотморской подзоне был начат японскими рыбаками в 70-х годах XX века. Затем, после более чем 20-летнего перерыва, добыча креветок в Северо-Охотморской подзоне была возобновлена в 1999 г. отечественными промысловыми компаниями. Современный промысел проводится среднетоннажными судами, специализированными креветочными травами.

За наблюдаемые два десятилетия освоение ОДУ креветки северной в Северо-Охотморской подзоне ежегодно достигало 68-100%. В 2025 г. суммарный улов креветки северной в Северо-Охотморской подзоне составил 2,306 тыс. т или 98,4% от утверждённого ОДУ (рис. 2).

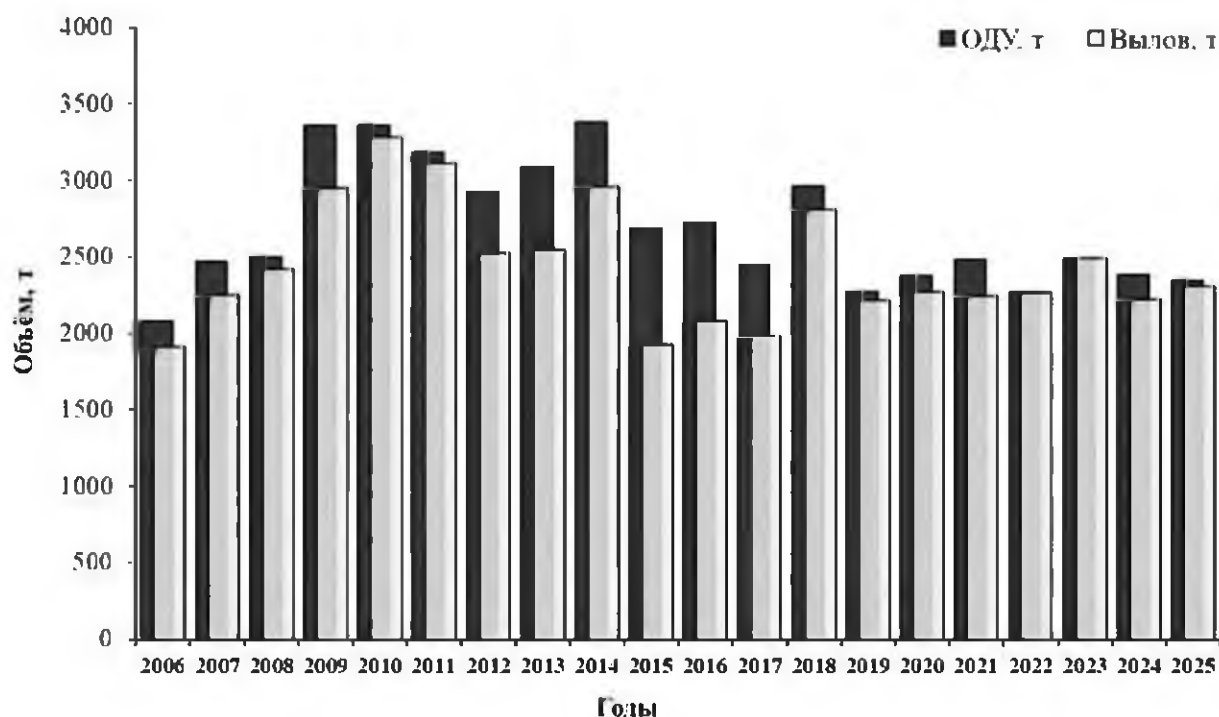


Рис. 2. ОДУ и вылов креветки северной в Северо-Охотморской подзоне в 2005-2024 гг.

Специфическим фактором, влияющим на промысел креветок в северной части Охотского моря, является влияние климата, в частности изменения ледовитости моря [Бандурин, Карпинский, 2015]. В 1999-2004 гг.

сплошной ледовый покров в районе добычи сохранялся до конца апреля и не позволял осуществлять траловый лов креветки в зимне-весенний период. В период с середины августа по ноябрь наблюдался активный промысел, когда осваивалась большая часть объемов ОДУ (60-80%). Затем к декабрю, интенсивность лова постепенно снижалась.

С 2005 г. годовой ход промысла изменился. Благодаря развитию ледовых процессов по типу «тёплых» зим, в районе промысла наблюдались открытые участки моря, и добывающие суда, в отличие от прошлых лет, могли выполнять траления в Притауйском районе в зимне-весенний период. Лов креветок в январе – мае оказался достаточно результативным, а качество получаемой продукции отвечало требованиям потребителей. Максимальные уловы превышали 1 т/час траления. В результате, в 2005-2015 гг. в первом полугодии осваивалось более 50% ОДУ. В последующие два года (2016-2017 гг.), в связи со значительной ледовитостью моря, основной промысел сместился на вторую половину календарного года, так же, как и в 1999-2004 гг.

Климатическую обстановку в 2018 г. можно отнести к переходному периоду, от «холодной» к «тёплой» модели промысла креветки, описанной К.В. Бандурным и М.Н. Карпинским [2015]. В первом полугодии 2018 г. добыча креветки велась активно и не прерывалась из-за ледовой обстановки до запрета на период массовой линьки, но основной лов креветок происходил в августе – октябре 2018 г.

В последующие 2 года (2019-2020 гг.) продолжалась тенденция перехода промысла к «теплой» модели [Щербакова и др., 2021], а с 2021 г. промысловая и ледовая обстановка на севере Охотского моря позволяла специализированным судам осваивать основной объём промышленных квот креветки северной в первой половине года, т.е. (рис. 3).

В 2024 г. климатическая обстановка в целом складывалась по типу предшествующих лет, с относительно «теплой» первой половиной года, что позволило не делать перерывов в работе из-за образования льда на акватории промысла. В результате с января по май в Притауйском районе проводился активный промысел креветки, а улов в этот период составил более 70% (1700 т) от ОДУ.

В первой половине 2024 г. флот демонстрировал высокие промысловые показатели, суточные уловы судов изменялись в диапазоне 0,1-15,8 т, и в среднем составляли 5,5 т. В этот период добычу креветки осуществляли до 10 специализированных судов. Во второй половине 2024 года, после окончания запрета на промысел, связанного с линькой креветки, одно судно продолжило работу в конце первой декады августа, а с сентября к работе постепенно присоединились еще 3 судна. Промысловые показатели в этот период снизились, и суточные уловы составили 3,1 т на одно судно в среднем.

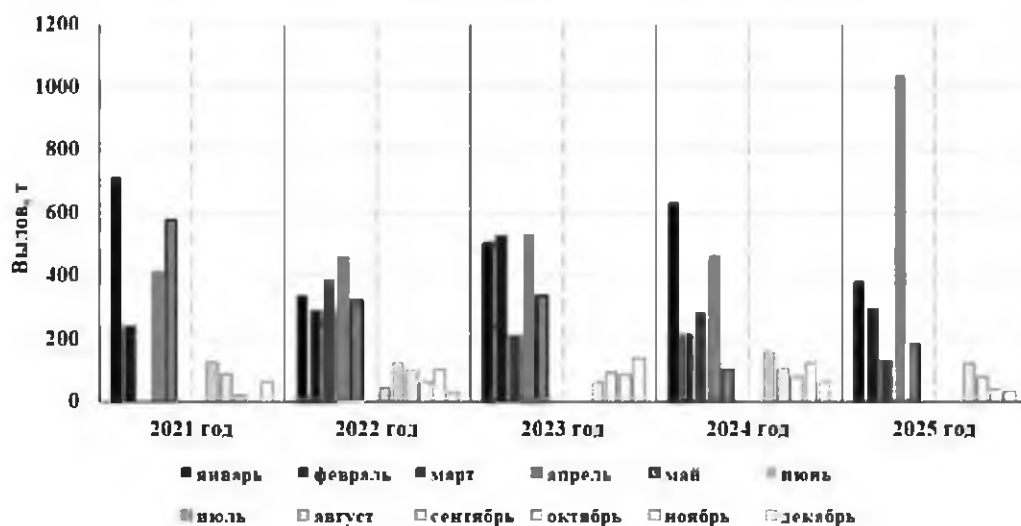


Рис. 3. Динамика вылова креветки северной в Северо-Охотоморской подзоне по месяцам в 2020-2025 гг.

Тенденция с освоением основного объема квоты креветки в первой половине года продолжилась и в 2025 г. С января по май было освоено 2037 т (86,9%) от утвержденного ОДУ креветки северной. В этот период уловы судов изменялись от 0,1 до 18,2 т в сутки, в среднем – 4,6 т. Во второй половине года, с сентября по декабрь, средние суточные уловы судов составили 2,2 т, изменяясь от 0,1 до 7,5 т креветки. В течение 2025 г. в промысле креветки северной принимали участие 12 специализированных судов, а суточный улов на одно судно составил 4,1 т креветки, в среднем.

С начала промысла креветки северной в Притауйском районе наибольшие среднесуточные уловы креветки, фиксировались в 2021 и 2022 гг. (табл. 2). Такие показатели согласовывались с данными мониторинга промысла 2019 и 2021 гг., по итогам которых был сделан вывод о наличии здесь высокочисленного поколения креветки.

Таблица 2

Количество судов и среднесуточный улов на промысле креветки северной в Северо-Охотоморской подзоне за 20 лет (с 2006 по 2025 гг.)

Показатель	Годы									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Количество судов, шт.	21	22	17	15	16	15	13	14	16	13
Среднесуточный улов, т	1,5	1,9	2,7	2,6	2,4	2,4	2,3	2,2	2,4	2,3
Показатель	Годы									
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Количество судов, шт.	17	16	18	15	17	12	14	13	11	12
Среднесуточный улов, т	2,4	2,4	2,7	3,2	2,9	4,8	4,1	3,9	4,6	4,1

Согласно данным мониторинга промысла, размерно-половая структура популяции креветки осенью 2021 г., характеризовалась двумодальным

распределением: доминировали самцы с размерами 85-94 мм и самки 115-124 мм по ДТ (рис. 4, табл.3). Присутствие доминирующей группы самцов, в исследованных скоплениях 2021 г., согласуется со сделанным ранее (в 2019 г.) выводами о появлении в Притауйском районе высокочисленного поколения креветки. Наличие в скоплениях такого поколения обеспечило высокие промышленные уловы в 2021-2022 гг. Доля самок (наиболее крупных особей) в уловах 2021 г. составила 53%.

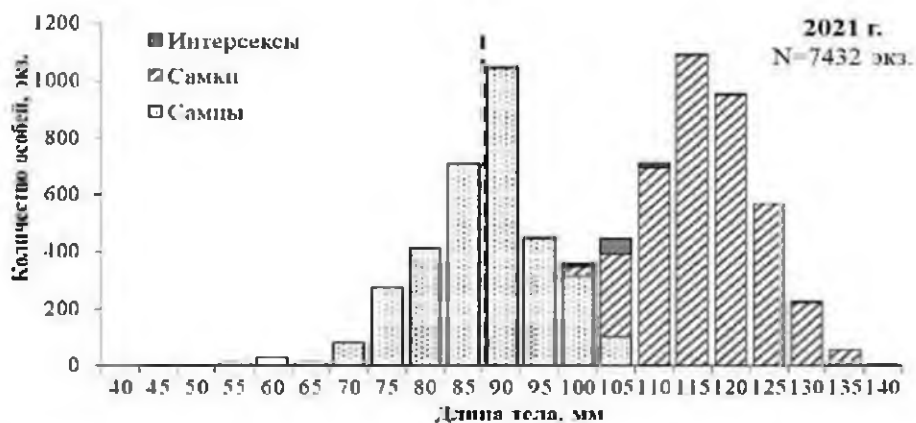


Рис. 4. Размерно-половой состав креветки северной из промысловых уловов СКТР «Асанда» в Северо-Охотоморской подзоне в 2021 г. *Пунктиром указана граница промыслового размера

В скоплениях, исследованных зимой 2023 г. размеры креветки по ДТ изменялись от 40,5 до 143,4 мм (в среднем 105,4 мм) (рис. 5, табл.3). Основу уловов составляли самки – 56,7%, от всех исследованных особей креветки (табл. 3). Длина их тела изменялась от 96,4 до 143,4 мм, в среднем 118,1 мм. Доля самцов в уловах составляла 42,2%. Размеры самцов по ДТ варьировали от 40,5 до 126,9 мм, в среднем составив 88,4 мм. Доля промысловых креветок (90 и более мм по длине тела) в исследованных скоплениях достигала 81,3%. Средняя ДТ таких особей составляла 111,8 мм.

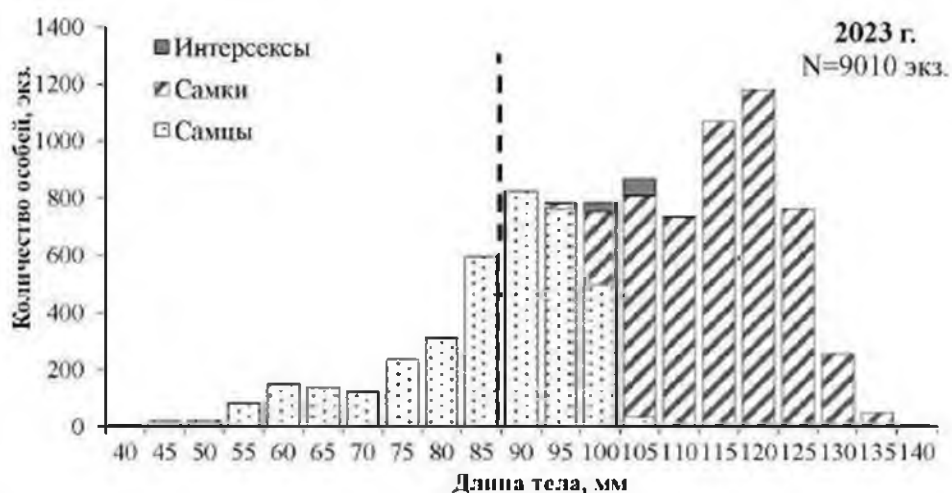


Рис. 5. Размерно-половой состав креветки северной из промысловых уловов СТР «Оссора» в Северо-Охотоморской подзоне в 2023 г. *Пунктиром указана граница промыслового размера

Мониторинг промысла в 2024 г., осуществлялся в январе – наиболее активном для добытчиков зимнем месяце. В ходе этих работ было определено, что многочисленное поколение креветки северной, наблюдавшееся в размерно-половой структуре в 2021 и 2023 гг., доминировало в исследованных скоплениях и в январе 2024 г. (рис. 6, табл.3).

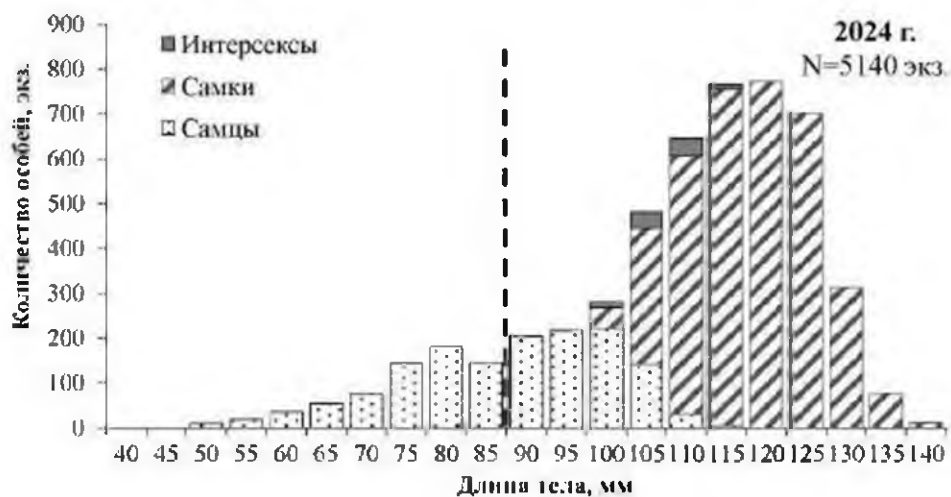


Рис. 6. Размерно-половой состав креветки северной из промысловых уловов СРТМ «Элладора» в Северо-Охотоморской подзоне в 2024 г. *Пунктиром указана граница промыслового размера

Основу уловов в январе 2024 г. составляли самки креветок и, по сравнению с аналогичным периодом 2023 г., их доля увеличилась почти на 13%, составив 69,3% от всех креветок. Размеры самок по ДТ варьировали от 93,8 до 144,2 мм, в среднем составляя 120,5 мм. До трети встреченных креветок (28,8%) составляли самцы, средние размеры которых по ДТ составили 90,1 мм, а минимальные и максимальные размеры – 50,0 и 117,7 мм, соответственно. Переходные особи встречались в незначительном количестве, составив около 1,9% от общего числа креветок. Доля промысловых особей также увеличилась по сравнению с аналогичным периодом 2023 г. и составила 87,0%. Размеры таких креветок по ДТ в среднем составляли 116,6 мм.

Объёмная информация о биологии креветки северной, распределении и плотности её скоплений в северной части Охотского моря была получена в ходе научной съёмки на СТР «Сланцы», в июле 2024 г. Этой съёмкой была охвачена акватория Северо-Охотоморской подзоны общей площадью более 202 тыс. км², а траления выполнялись донным тралом. Креветка северная была встречена в диапазоне глубин от 125 до 422 м на площади 104 тыс. км², а неё плотные скопления, со значениями от 1000 кг/км², фиксировались в Притауйском районе, на глубинах 180-320 м. Здесь, на глубине 186 м, были отмечены и максимальные по плотности скопления креветки – 9,5 т/км². Площадь промысловых скоплений креветки (со значениями более 800 кг/км²) составила 24,2 тыс. км².

В ходе НИР, на акватории Северо-Охотоморской подзоны было исследовано 4195 особей креветки северной (рис. 7, табл.3). По ДТ эти креветки варьировали в пределах 24-143 мм, при среднем размере 106,1 мм.

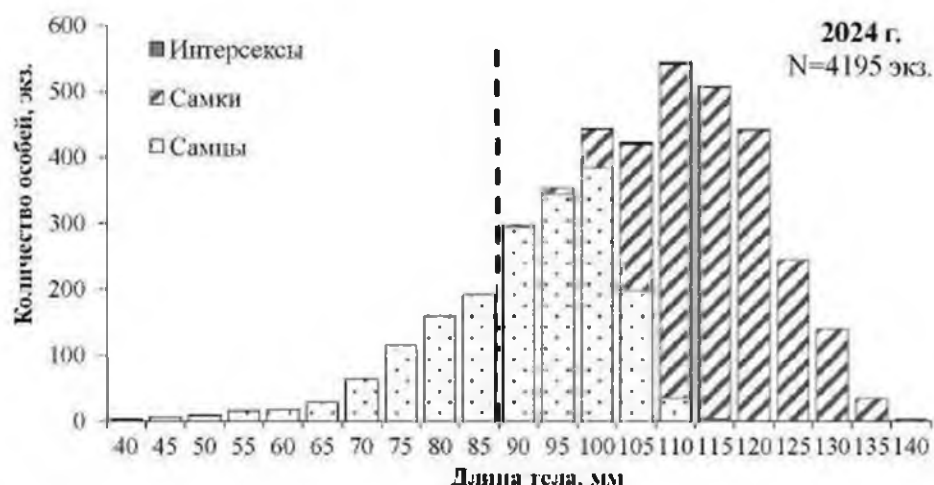


Рис. 7. Размерно-половой состав креветки северной из тралений в ходе НИР на СТР «Сланцы» в Северо-Охотоморской подзоне в 2024 г. *Пунктиром указана граница промыслового размера

Исследованные скопления креветки в июле 2024 г. характеризовалась незначительно выраженной двумодальной размерно-половой структурой, с пиками в диапазонах 100-104 мм (по ДТ) и 110-114 мм. Размеры самцов по ДТ изменялись от 24 до 118 мм, в среднем составляя 92,7 мм. Их доля в улове составила более 45%. Переходные особи (интерсексы) встречены единично, менее 1% от всех особей. Доля самок в уловах составила 55%, а их размеры по ДТ варьировали от 79 до 143 мм, в среднем составляя 117,7 мм. Промысловые особи, составляли в улове 85%, что практически на уровне января 2024 г. Средние размеры таких особей по ДТ составили 110,9 мм.

Анализ результатов биологических характеристик креветки северной, полученных в ходе мониторинга промысла, свидетельствует о значительной доле крупных особей (самок), относительно высокая численность которых положительно сказалась на промысловых показателях флота. Возможно, что наблюдаемые в 2024 г. высокие промысловые показатели, в части среднесуточных уловов одним судном, это в том числе и результат обновления добывающих судов и их промыслового оборудования. Научные наблюдатели на промысле отмечают использование новых специализированных судов, которые могут работать одновременно 2 современными тралами, оснащены эффективной аппаратурой для поиска скоплений креветки и модулями для обработки её улова.

Данные, полученные в ходе НИР на СТР «Сланцы», на более обширной акватории Северо-Охотоморской подзоны, нежели только в районе промысла, свидетельствуют о постепенной элиминации (промысловой и естественной) высокочисленных поколений креветки северной, которые обеспечили максимальные, в сравнении с предыдущим периодом показатели уловов в последние 4 года (2021-2024 гг.). В тоже время, в структуре

размерно-полового состава креветки северной фиксируются достаточно наглядные признаки устойчивого пополнения (самцов размерных групп 75-95 мм по ДТ), что на перспективу после 2025 г. должно положительно сказаться на стабильности и величине запаса этого объекта. В краткосрочной перспективе возможно некоторое снижение среднесуточных уловов креветки, величина которых, тем не менее, прогнозируется выше среднемноголетних значений.

В 2025 г. мониторинговыми работами удалось охватить практически всю первую половину года, исследования были проведены в январе – феврале и в апреле-мае. Основу уловов в январе-феврале 2025 г. составляли самки креветок. По сравнению с аналогичным периодом 2024 г., их доля уменьшилась на 9%, составив 59,2% от всех креветок. Размеры ДТ самок варьировали от 84,6 до 154,8 мм, средняя ДТ составила 118,7 мм. Доля самцов в уловах составила 23,85%, средние размеры ДТ составили 83,4 мм, а минимальные и максимальные размеры – 60,1 и 113,9 мм, соответственно. Количество переходных особей в уловах составило 14,6% от общего числа креветок. Доля промысловых особей немного увеличилась по сравнению с аналогичным периодом 2024 г. и составила 90,8%. Размеры ДТ таких креветок в среднем составили 114,3 мм (рис.8, табл.3).

Основу уловов в апреле-мае 2025 г. составляли самки креветок, доля которых в улове составила 68,8%. Размеры ДТ самок варьировали от 73,4 до 147,5 мм, и в среднем составили 119,1 мм. Доля самцов в уловах составила 23,9%, средние размеры ДТ составили 85,8 мм, а минимальные и максимальные размеры – 60,2 и 118,3 мм, соответственно. Количество переходных особей в уловах составило 5,8% от общего числа креветок. Доля промысловых особей составила 83,3%. Размеры таких креветок по ДТ в среднем составляли 115,7 мм.

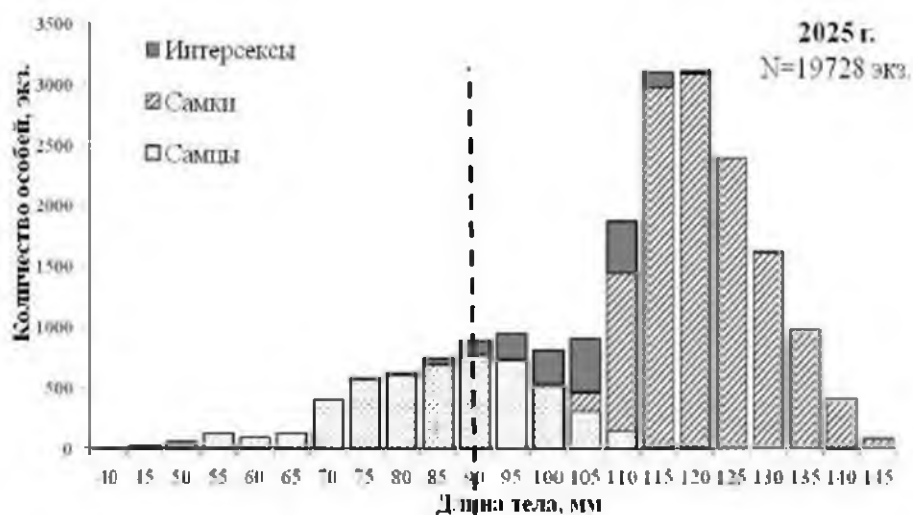


Рис. 8. Размерно-половой состав креветки северной из тралений в ходе НИР на СРТМ «Элладора» в Северо-Охотоморской подзоне в 2025 г. *Пунктиром указана граница промыслового размера

Таблица 3

Биологическая характеристика креветки северной в Притауйском районе Северо-Охотоморской подзоны в 2004-2025 гг.

Год	Период исследований	Размеры		Половой состав, %			Доля промысловых особей, %	N, экз.
		ДК, мм <u>min-max</u> M±m	ДТ, мм <u>min-max</u> M±m	юв+♂	♂♀	♀		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2004	1 октября – 15 октября	<u>9.5-35.8</u> 27.4±0.12	<u>43.8-140.6</u> 109.5±0.4	36	2	62	89	1442
2005	14 июня – 31 декабря	<u>6.3-44.7</u> 30.0±0.02	<u>32.0-160.5</u> 114.8±0.1	21	3	76	91	42216
2006	23 июля – 10 октября	<u>8.4-36.9</u> 28.7±0.03	<u>40.9-141.3</u> 113.3±0.1	25	1	74	90	7259
2007	18 апреля – 27 сентября	<u>7.7-36.7</u> 28.2±0.03	<u>37.2-143.9</u> 112.6±0.1	24	1	75	90	17224
2008	21 февраля – 10 сентября	<u>8.5-37.1</u> 28.8±0.03	<u>40.1-145.4</u> 114.9±0.1	14	2	84	95	13891
2009	24 апреля – 11 октября	<u>6.9-39.7</u> 29.0±0.03	<u>34.2-155.0</u> 116.0±0.1	12	2	86	95	14811
2010	17 августа – 5 ноября	<u>3.5-39.3</u> 27.1±0.05	<u>31.6-154.8</u> 109.0±0.2	26	6	68	84	9159
2011	12 августа – 24 октября	<u>8.0-36.4</u> 26.8±0.05	<u>35.0-143.4</u> 107.2±0.2	30	6	64	80	9136
2012	16 августа – 6 ноября	<u>8.0-36.3</u> 26.8±0.05	<u>41.9-144.9</u> 107.7±0.2	30	8	62	80	10222
2013	16 августа – 20 ноября	<u>9.6-41.3</u> 29.3±0.09	<u>34.2-154.1</u> 107.8±0.3	21	14	65	81	4609
2014	28 августа – 31 декабря	<u>8.3-37.2</u> 28.0±0.04	<u>39.2-144.4</u> 112.9±0.2	20	7	74	87	11281
2016	21 мая – 6 августа	<u>6.5-38.0</u> 24.9±0.06	<u>33.1-149.0</u> 100.6±0.2	43	7	50	65	11774
2017	17 августа – 07 октября	<u>7.7-37.4</u> 27.4±0.05	<u>37.2-146.4</u> 108.4±0.2	31	11	58	83	10976
2018	15 января – 20 октября	<u>7.9-39.8</u> 27.5±0.03	<u>38.3-155.6</u> 110.4±0.1	34	2	64	84	20047
2019	21 июля – 21 августа	<u>7.4-36.5</u> 23.8±0.11	<u>36.4-143.5</u> 96.6±0.4	53	1	46	57	4348
2021	18 сентября – 19 октября	<u>9.8-36.7</u> 26.3±0.05	<u>45.3-144.2</u> 105.8±0.2	46	1	53	79	7432
2023	06 января – 02 февраля	<u>8.5-36.5</u> 26.2±0.05	<u>40.5-143.5</u> 105.5±0.1	42	1	57	81	9010
2024	01 января – 30 января	<u>11.1-36.7</u> 27.8±0.06	<u>50.0-144.2</u> 111.5±0.2	29	2	69	87	5140
	28 июня – 29 июля	<u>4.0-36.4</u> 26.4±0.06	<u>24.0-143.0</u> 111.5±0.2	45	0	55	85	4195
2025	26 января – 13 февраля	<u>6.3-38.6</u> 26.3±0.05	<u>25.3-154.8</u> 105.4±0.2	26	14	60	91	5706
	18 апреля – 14 мая	<u>6.5-36.8</u> 27.3±0.05	<u>26.0-147.5</u> 109.5±0.2	22	5	73	83	14024

Примечание: ДТ — длина тела, ДК — длина карапакса, M±m — средняя арифметическая ± её ошибка, ♂ — самцы, ♂♀ — переходные особи, ♀ — самки

Действующими Правилами рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна (приказ Минсельхоза России 06.05.2022 г. № 285) установлен промысловый размер для креветки северной – 9 см (за исключением Западно-Берингоморской зоны, где промысловый размер не устанавливается), определяемый путём измерения расстояния от заднего края

орбиты глаза до конца тельсона. Кроме того, важной мерой обеспечения сохранения и рационального использования креветки северной является запрет на её промысел в Северо-Охотоморской подзоне с 15 мая по 15 июля.

Определение биологических ориентиров управления. Определение границ допустимой (биологически безопасной) области управления запасом северной креветки выполнено с учётом положений, изложенных в работе В.К. Бабаяна [2000]. Целью эксплуатации запаса предложено считать получение стабильного (постоянного) вылова. В качестве основных ориентиров управления приняты граничный и целевой ориентиры индекса биомассы промыслового запаса ($B = FSB$). В пространстве решений динамической продукционной модели Фокса при $K = 38464$ (в анализе чувствительности расчётов применялось 10% приращение к параметру ёмкости среды – K) ориентиры управления распределены следующим образом: целевой ориентир по биомассе промыслового запаса $B_{tr} = 23,3$ тыс. т; граничный ориентир по биомассе промыслового запаса $B_{lim} = 12,071$ тыс. т; $MSY = 4,2$ тыс. т, целевой коэффициент изъятия (F_{tr}) = 18%.

Обоснование правила регулирования промысла (ПРП). Регулирование промысла креветки северной осуществляется с помощью зонального ПРП. Эксплуатация запаса рекомендуется на основе линейно-кусочной функции, параметры которой устанавливаются в соответствии с ориентирами управления. При изменении состояния запаса, в пределах границ каждого ориентира, интенсивность промысла (I) меняется, увеличивая или снижая долю эксплуатации запаса. В случае, если запас оценивается объёмом менее B_{lim} , вводится запрет на промысловую эксплуатацию. В пределах между B_{lim} и B_{tr} величина изъятия (F_i) изменяется линейно (рис. 9).

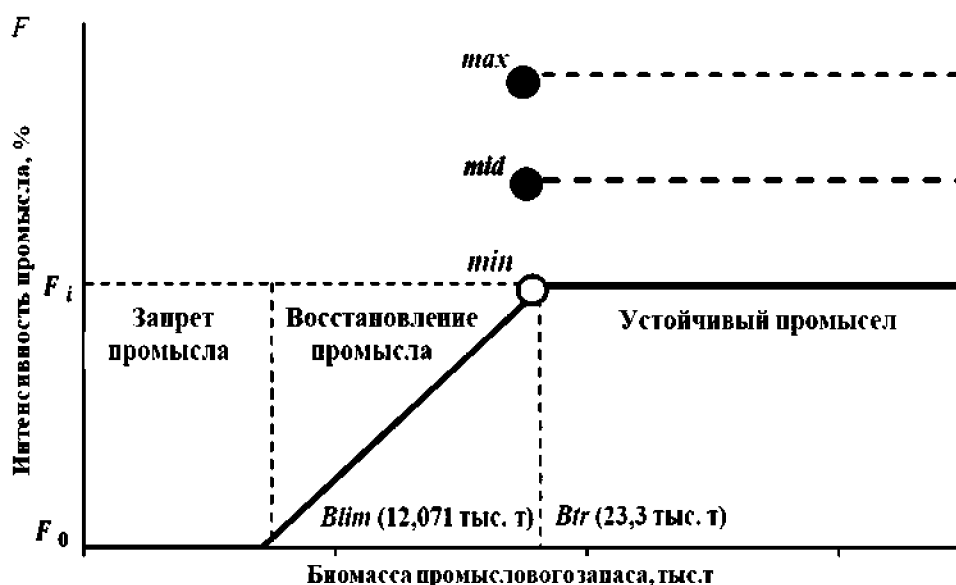


Рис. 9. Схема правила регулирования промысла креветки северной в Северо-Охотоморской подзоне

В ходе расчётов программа COMBI даёт интервальные значения оценки ОДУ. Искомая величина с 90%-ной вероятностью попадает в границы этого интервала. Поэтому, для минимизации рисков при эксплуатации запаса креветки северной, в случае его оценки выше уровня B_{lr} , величина промыслового изъятия может устанавливаться в минимальном (*min*), среднем (*mid*) или максимальном (*max*) значении оценки ОДУ (с учётом биологического состояния запаса и/или характеристик промысла).

Оценка состояния, прогноз промыслового запаса и обоснование объёма ОДУ. Запас оценивался аналитическим методом в динамической производственной модели Фокса с применением программного обеспечения COMBI v. 4.2. Расчётная промысловая биомасса в 2025 г. составила 31,2 тыс. т. К 2027 г., согласно расчётам, в производственной модели, величина промысловой биомассы креветки северной составит 24,6 тыс. т, выше рассчитанного ориентира B_{lr} (рис. 10).

Согласно схеме зонального регулирования, эксплуатируемый запас креветки северной находится в зоне устойчивого промысла. Минимальное, среднее и максимальное значения промыслового изъятия креветки на 2027 г. рассчитаны в объёме: 2,46; 3,444 и 4,28 тыс. т, соответственно.



Рис. 10. Схема регулирования промысла креветки северной в Северо-Охотоморской подзоне на 2027 г. с прогнозируемой величиной запаса и расчётными значениями промысловой смертности

На оценку величины прогнозного промыслового запаса повлияло снижение среднесуточных уловов промысловых судов в 2025 г., в сравнении с 2024 г. Материалы, характеризующие биологию креветки северной в Северо-Охотоморской подзоне в 2025 г., свидетельствуют об относительной стабильности пополнения, без выраженных пиков как на снижение, так и на увеличение.

С учётом характеристик промышленного лова в 2025 г., постепенного снижения расчетной величины запаса в прогнозном 2027г., при этом учитывая учитывая относительную стабильность пополнения запаса и

придерживаясь принципа «предосторожного» подхода к управлению ВБР, рекомендуется установить величину изъятия на нижнем уровне промысловой смертности, т.е. в объёме 2,46 тыс. т креветки.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ креветки северной в Северо-Охотоморской подзоне на 2027 г. в объёме 2,460 тыс. т.**

Креветка северная (*Pandalus borealis*)

61.05 — зона Охотское море

61.05.2 — подзона Западно-Камчатская

Исполнитель: С.Е. Аносов (МагаданНИРО)

Куратор: Ю.В. Иванкович (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Основой прогноза креветки северной Западно-Камчатской подзоны являются архивные данные, полученные в ходе поисковых тралений в июне и октябре 2005 г. Также, привлечены материалы поисковой траловой съёмки в зал. Шелихова (северо-восточная часть Охотского моря), выполненной с борта СТМ «Вулканный» в 2002 г., когда в местах предполагаемых поселений северной креветки было выполнено траление на глубине 201 м на траверзе зал. Кекурный. Траление производили специализированным донным креветочным тралом, оснащённым селективной решёткой. Минимальный внутренний размер ячеи – 43 мм (шаг ячеи 20 мм). Проанализировано 181 экз. северной креветки. В 2006-2017 гг. специальных исследований северной креветки в Западно-Камчатской подзоне не проводили.

В августе 2018 г. была предпринята попытка поиска скоплений прибрежных видов креветок с борта промыслового судна РШ «Ики Мару 18» в заливе Бабушкина, однако постановки двух тралов на глубинах 48-55 м оказались аварийными.

В июне – июле 2019 г., в ходе проведения учётной траловой съёмки на НИС «Дмитрий Песков» в Западно-Камчатской подзоне, на 16 станциях, в диапазоне глубин 192-582 м, было поймано 526 экз. креветки северной. Траления выполнялись донным тралом с раскрытием нижней подборы 16 м.

Наиболее актуальные материалы о плотности скоплений и биологических характеристиках креветки северной получены в ходе донной траловой съёмки НИС «Профессор Когановский» в Западно-Камчатской подзоне в августе 2022 г. В ходе данного исследования креветка северная встречена на 12 траловых станциях, в диапазоне глубин 197-452 м. Был выполнен биологический анализ 3196 экз. креветки северной. Траления также выполнялись донным тралом с раскрытием нижней подборы 16 м.

Анализ промысла креветки северной Западно-Камчатской подзоны производился на основе данных ССД (ФГБУ «ЦСМС»).

Информационное обеспечение прогноза ОДУ можно отнести к III уровню, согласно приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. №104.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Для оценки качественного и количественного состава креветок традиционно используются траловые съёмки с использованием донных и специализированных креветочных тралов, оборудованных селективными решетками. Основное достоинство тралов состоит в механическом сборе креветок на пути их следования. Это позволяет, при знании величины улова, площади облова и коэффициента

уловистости, рассчитать абсолютную плотность поселения креветок и, следовательно, их численность. Однако трал не приспособлен для работы на жёстких задеви́стых грунтах. Промысловый запас северной креветки оценить невозможно, так как значительная часть постановок тралов была аварийной.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Промысловый лов северной креветки в Западно-Камчатской подзоне Охотского моря не проводится. Изъятие происходит в ходе проведения научно-исследовательских работ. В последние годы (2015-2019 гг.) уловы северной креветки в Западно-Камчатской подзоне не превышали 300 кг в год. Согласно данным ССД (ФГБУ «ЦСМС») в 2020 г. промысел этого вида в Западно-Камчатской подзоне не фиксировался, как и прилов креветок в ходе научных изысканий. В 2021 г. изъятие креветки северной происходило в ходе проведения НИР, когда в течение 2 и 3 декады июня было выловлено 0,015 т. В августе 2022 г. вылов креветки в ходе НИР экспериментальным орудием лова, составил 0,392 т.

По данным ССД в 2023-2025 гг. промысла креветки северной в Западно-Камчатской подзоне не было.

В 2000-2004 гг. имелись объективные предпосылки предположить, по результатам работы промысловых и научных судов, что плотные скопления северной креветки распространились на восток от Притауйского района вдоль изобаты в 200 м.

Поисковое траление в местах предполагаемых скоплений северной креветки было выполнено в мае 2002 г. на траверзе зал. Кекурный, в координатах 58°25' с. ш. 154°46' в. д. на глубине 201 м. Плотность северной креветки составила 5,1 т/км² (110 кг за 30 минут траления), причём, более 90% улова составляли крупноразмерные самки.

В результате, выполненные исследования показали, что обследованная акватория Западно-Камчатской подзоны с глубинами 200-240 м характеризуется очень сложным для тралового лова твёрдым грунтом. На решётке-отсекателе постоянно присутствовало значительное количество усоногих раков семейства Balanidae – морские жёлуди (*Balanus sp.* – морской жёлудь), которые, благодаря твёрдому известковому скелету, существенно повреждали сетную часть трала.

Анализ биологических параметров креветки северной обследованного района Западно-Камчатской подзоны в 2002 и 2005 г. каких-либо особенностей не выявил. Как и в Притауйском районе, основу улова северной креветки формировали особи длиной тела 100-130 мм, при изменениях в пределах 53,4-136,9 мм, в среднем 113,5±0,1 мм. Доля особей более установленной промысловой меры (90 мм) составила 91%. Доля самок в уловах достигала 77%, а доля самцов и переходных особей составляла 21% и 2%, соответственно.

Согласно полученным результатам тралений 2019 г., в скоплениях преобладали самцы креветки северной (69,8%) (рис. 1). Длина их тела (ДТ) изменялась от 42,1 до 115,5 мм, в среднем составляя 82,7±0,8 мм. Доля самок составляла 26,8%. Уловы самок формировали особи с длиной тела 103,0-

150,5 мм, при средней $120,6 \pm 0,7$ мм. Оставшиеся 2,5% составляли переходные особи, с длиной тела в диапазоне 101,5-116,9 мм (в среднем $108,5 \pm 1,1$ мм).

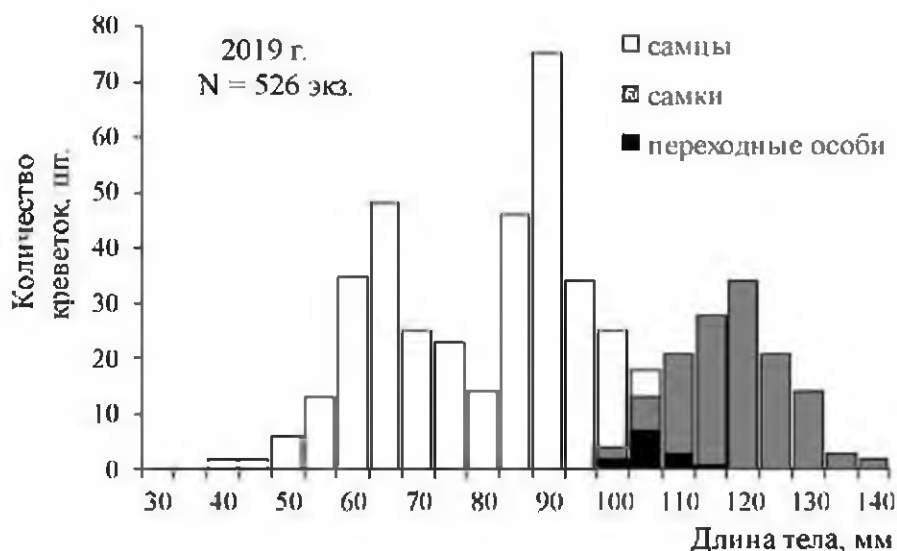


Рис. 1. Размерно-половой состав креветки северной в Западно-Камчатской подзоне по результатам тралений НИС «Дмитрий Песков» в 2019 г.

Биологические характеристики креветки северной, полученные в 2019 г., в отличие от аналогичных показателей за 2002 и 2005 гг., объясняются применением иного промыслового вооружения – донного трала без селективной решётки. Также, в 2019 г. лишь на одной траловой станции был получен достаточный материал о биологии креветки северной (206 экз.), что недостаточно для оценки её численности в Западно-Камчатской подзоне. На остальных станциях объем улова этого вида креветок изменялся в диапазоне 1-67 экз., в среднем 21 экз. на траловой станции.

В августе 2022 г., с борта НИС «Профессор Когановский» исследована акватория на свале желоба Лебеда и впадины ТИНРО [Рейсовый отчет, 2022]. Заметим, что донный трал, которым было оснащено судно, также не был оборудован отсекающими устройствами, обязательными при промышленном лове креветки. Согласно рейсового отчёта креветка северная в Западно-Камчатской подзоне встречена в районе, ограниченном координатами $54^{\circ}09' - 56^{\circ}24'$ с. ш., между $154^{\circ}05' - 154^{\circ}35'$ в. д., в диапазоне глубин 197-452 м. Максимальный улов – $528,6$ кг/км² креветки, отмечен на глубине 249 м. Площадь скоплений (со значениями > 76 кг/км² креветки) составила 1,23 тыс. км². Суммарно, в ходе исследований, было выловлено около 40% от рекомендованного ОДУ креветки северной (392 кг).

В ходе исследований 2022 г. были выполнены биологические анализы 3196 особей креветки северной. Длина тела исследованных креветок варьировала в пределах 34-139 мм, а средний размер составил 89,8 мм. Индивидуальная масса особей изменялась в пределах 0,3-28,1 г, в среднем составив 7,5 г. Особи промыслового размера (от 90 мм по ДТ), преобладали по численности (56%) и биомассе (78%). Индивидуальная масса

промысловых креветок варьировала в пределах 6-29 г, составив в среднем 10,4 г.

Наиболее многочисленную группу, с долей 71% от общей численности, составляли самцы креветки северной. ДТ самцов изменялась в пределах 34-111 мм, в среднем составляя 81,8 мм. Индивидуальная масса самцов варьировала в пределах 0-13 г, в среднем составив 5,2 г.

Размеры самок (доля 26%) изменялись в пределах 86-139 мм по ДТ, а средний размер составил 109,7 мм. Индивидуальная масса самок варьировала в пределах 5-29 г, составив в среднем 13,2 г. Наименьшую половую группу в скоплениях креветки составляли переходные особи креветки – 3,2% от общей численности. Доля особей, зараженных паразитической изоподой, составила менее 1%.

В целом, можно констатировать, что плотностные характеристики скоплений, и размерно-весовые показатели креветки северной, в исследованном в 2022 г. районе Западно-Камчатской подзоны ниже, чем в промысловых скоплениях креветки северной в сопредельных промысловых подзонах. Однако существенное влияние на полученные результаты оказывали особенности орудия лова, которым оснащается научно-исследовательское судно.

Оценка состояния и прогноз промыслового запаса. Архивные данные о проведении исследований креветки северной Западно-Камчаткой подзоны, указывают на наличие скоплений этого вида на акватории, расположенной к северу от впадины ТИНРО, однако оценить промысловый запас на основе имеющихся данных невозможно, поскольку большая часть постановок трала в этом районе были признаны аварийными. Скопления этого вида, в южной части подзоны (до границы разделения с Камчатско-Курильской подзоной), в периоды проведения исследований имели характеристики, не достаточные для организации промышленного лова.

Обоснование объёма ОДУ. Учитывая отсутствие промышленного лова креветки северной в Западно-Камчатской подзоне, а также незначительную величину вылова научно-исследовательскими судами креветок данного вида в ходе неспециализированных исследований, предлагается выделять не более 1,0 т для её добычи. Данная величина позволит без ограничений проводить комплексные учётные съёмки, и, в случае необходимости, организовать специализированный поиск креветки северной в Западно-Камчатской подзоне.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ креветки северной в Западно-Камчатской подзоне на 2027 г. в объеме 0,001 тыс. т исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.**

Креветка северная (*Pandalus borealis*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.4 – подзона Камчатско-Курильская

Исполнители: О.Г. Михайлова, О.И. Ильин (КамчатНИРО)

Куратор: Д.В. Артеменков (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. В основу подготовки материалов, обосновывающих ОДУ северной креветки в Камчатско-Курильской подзоне на 2027 г. легли следующие материалы:

— данные о качественном и количественном составе уловов по результатам учетных донных траловых съемок в 2009–2022, 2024 гг. у берегов Западной Камчатки (рис. 1, табл. 1);

— данные среднесуточных судовых донесений (ССД) из отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (ОСМ) [Vasilets, 2015] в период 2010–2025 гг.

Исследования, направленные на изучение северной креветки в Камчатско-Курильской подзоне в 2025 г., не проводились.

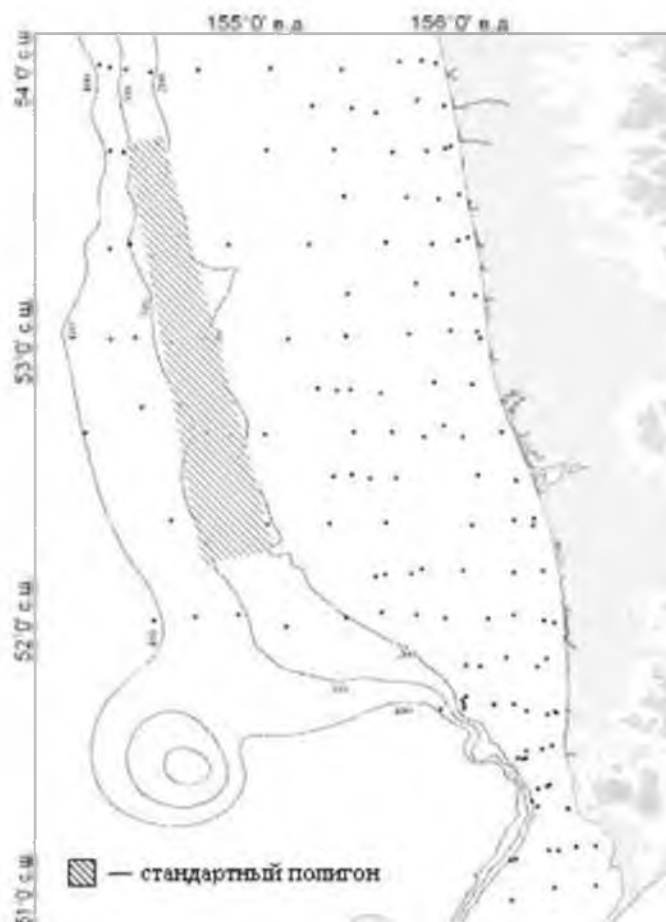


Рис. 1. Карта-схема расположения станций учетных донных траловых съемок в Камчатско-Курильской подзоне

Таблица 1

Объем материала по креветке северной, полученный во время учетных работ
в 2009–2022, 2024 гг.

Год	Судно	Период работ	Количество анализов, экз.
2009	НИС «Профессор Кизеветтер»	23 июля–27 августа	-
2010	НИС «Профессор Кизеветтер»	11–28 июля	-
		25 августа–10 сентября	2029
2011	НИС «ТИНРО»	2–12 августа	2985
2012	НИС «ТИНРО»	6–17 сентября	2292
2013	НИС «Профессор Кагановский»	9–26 сентября	1551
2014	НИС «ТИНРО»	9 июня–18 июля	717
2015	НИС «Профессор Кизеветтер»	6 июня–13 июля	1322
2016	НИС «ТИНРО»	2 июня–6 июля	817
2017	НИС «ТИНРО»	22 июня–3 августа	3554
2018	НИС «ТИНРО»	13 апреля–03 июля	828
2019	НИС «Профессор Кагановский»	11–24 июня	640
2020	НИС «ТИНРО»	4 июня–6 июля	1711
2021	НИС «Дмитрий Песков»	4 июня–19 июня	1356
2022	НИС «Профессор Кагановский»	12 июля–17 августа	2087
2024	НИС «Профессор Кагановский»	14 июля–15 августа	1547

Сбор и обработка первичных материалов выполнялись по стандартным гидробиологическим методикам [Иванов, 2004; Низяев и др., 2006]. В качестве показателей индивидуального размера креветки использовали длину карапакса — расстояние от заднего края орбиты глаза до середины заднего спинного края (измеряемую с точностью до 0,1 мм) и промысловую длину — расстояние от заднего края орбиты глаза до конца тельсона (с точностью до 0,1 мм). В качестве промыслового показателя весового состава использовали количество креветок в 1 кг. Для анализа и обработки данных использовались программа «Microsoft Excel v.7.0» с пакетом статистического анализа, «КартМастер 4.1», а также программа «Statistica v.6.0».

В соответствии с приказом Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, минимальными требованиями к составу информации для I уровня являются: сведения о вылове по функциональным группам и годам промысла, данные о средней массе, мгновенных коэффициентах естественной смертности по функциональным группам. Результаты учетных съемок, данные промысловой статистики об уловах на единицу промыслового усилия и/или промысловых усилиях, стандартизованные с помощью статистических методов, представляют собой дополнительную информацию для настройки модели.

В 2019–2020 гг. для оценки состояния запаса северной креветки у юго-западной Камчатки применялась модель «CSA» [Collie, Sissenwine, 1983], основанная на весенних данных о размерной структуре [Ильин, Михайлова, 2019]. Она дает оценки запаса, близкие к оценкам по ранее использовавшейся модели «Синтез» [Ильин и др., 2014]. Однако, поскольку в последние годы нет данных с промысловых судов о размерном составе северной креветки, в настоящее время когортные модели неприменимы.

Согласно приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, минимальные требования к составу информации для II уровня: исторические ряды вылова и уловов на единицу промыслового усилия. Такие данные для северной креветки в Камчатско-Курильской подзоне имеются с 2005 г. Для применения моделей прибавочной продукции необходимо также соблюдение важного условия, улов на усилие должен быть отрицательно связан с количеством усилий. Такая связь существует.

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

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

С 2021 г. для оценки запасов северной креветки в Камчатско-Курильской подзоне используется динамическая продукционная модель Шефера (Fletcher, 1978) в пространстве состояний:

$$B_{t+1} = B_t + \frac{4m}{B_\infty} \left(1 - \frac{B_t}{B_\infty}\right) B_t - C_t + \varepsilon_x^t,$$

где m — максимальный равновесный улов, B_∞ — емкость среды, B_t и C_t — промысловая биомасса и годовой вылов в год t , ε_x — гауссовский шум ($\varepsilon_x \sim N(0, \sigma_x^2)$).

Модели наблюдения для уловов на усилие (CPUE) и индекса промыслового запаса (I) имеют вид:

$$CPUE_t = q_{срue} B_t + \varepsilon_{срue}^t,$$

$$I_t = q_I B_t + \varepsilon_I^t.$$

Здесь $q_{срue}$ и q_I — коэффициенты пропорциональности, $\varepsilon_{срue} \sim N(0, \sigma_{срue}^2)$ и $\varepsilon_I \sim N(0, \sigma_I^2)$ — ошибки наблюдений. Для оценки состояния системы B_t применяется сглаживающий фильтр Калмана. Оценки параметров m , B_∞ , $q_{срue}$, q_I , σ_x^2 , $\sigma_{срue}^2$ и σ_I^2 определяются из условия максимума апостериорной вероятности.

В качестве исходной информации для расчета используются:

1. Данные о годовом вылове северной креветки (2005–2025 гг.).
2. Уловы на единицу промыслового усилия по данным ОСМ судов-креветколовов, ведущих промысел в Камчатско-Курильской подзоне на протяжении исследуемого периода (2005–2025 гг.). Данные по уловам на

единицу промыслового усилия по типам судов и годам промысла были стандартизованы относительно судов типа СРТМ, ведущих промысел донным тралом (код орудия лова — 911) с помощью модели GLM (рис. 2). В качестве предикторов выбраны факторы года, типа промыслового судна и код орудия лова. Стандартизация по модели GLM осуществлялась средствами статистического пакета R.

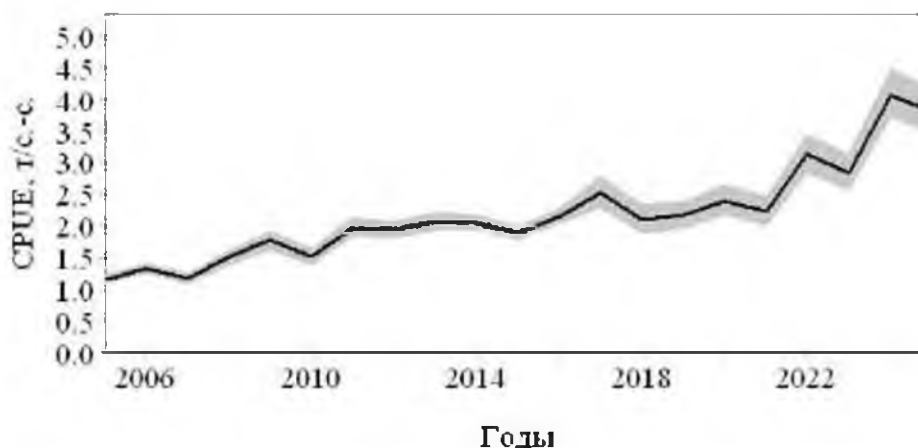


Рис. 2. Стандартизованные уловы на единицу промыслового усилия

Для настройки модели использовали биомассу промыслового запаса по данным учетных донных траловых съемок, выполненных в 2010–2022, 2024 гг. на стандартном полигоне. Наблюдения на этом полигоне проводились примерно в одни и те же сроки, одним и тем же орудием лова. Для оценки запаса использовали ГИС «КартМастер 4.1». Программа позволяет построить карты распределения и рассчитать величину запаса на исследуемой акватории. Она имеет гибкие настройки по размерности уловов и сетки сплайна, коэффициентам сглаживания сплайна и глубины. Важным моментом является возможность расчета ошибок получаемых оценок запаса [Бизиков, Поляков, 2004]. При построении карт распределения и расчете запаса в указанной программе выставляли следующие параметры: размерность сетки — 500×500 , параметр сглаживания — 0, параметр влияния глубины — 500, раскрытие трала — согласно данным каждого года, коэффициент уловистости трала для северной креветки — 0,182 [Беренбойм, 1992].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Северная креветка, обитающая у берегов Западной Камчатки, является самостоятельной единицей запаса, что объясняется рядом причин, к основным из которых относят физико-географические характеристики района, создающие естественные границы для данной группировки. Северная креветка, обитающая вдоль западного побережья Камчатки, предпочитает алевритовые и алевритово-глинистые диатомовые илы [Михайлова, 2017]. Наибольшие площади, занимаемые илистыми грунтами, сконцентрированы у юго-западного побережья Камчатки, где и отмечаются высокие показатели

плотности креветки. Севернее этого района увеличивается площадь участков, занимаемых песчаными грунтами [Безруков, 1960]. На распространение креветки вдоль побережья Камчатки на север также оказывают влияние локальные особенности термического режима [Иванов, 1967]. Известно, что в средней части западнокамчатского шельфа в течение почти всего года выделяются два сравнительно холодных «ядра», наиболее ярко выраженных в весеннее и летнее время и связанных с существованием вихревой зоны: первое — в районе 56°00'–56°30' с.ш., второе — на участке 54° с.ш. [Винокурова, 1964].

Таблица 2

Динамика ОДУ, вылова и освоения ОДУ креветки северной
в Камчатско-Курильской подзоне

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение ОДУ, %
2011	1,300	0,996	76,6
2012	1,300	1,241	95,4
2013	1,460	1,386	94,9
2014	1,620	1,540	95,1
2015	1,710	1,690	98,8
2016	1,788	1,746	97,7
2017	1,875	1,807	96,4
2018	1,680	1,532	91,2
2019	1,800	1,721	95,6
2020	2,097	2,002	95,5
2021	1,731	1,708	98,7
2022	1,748	1,736	99,3
2023	1,732	1,723	99,5
2024	1,723	1,700	98,7
2025	1,784	1,776	99,5

После открытия скоплений креветки в Камчатско-Курильской подзоне в 1993 г., её вылов достигал 7 тыс. т в год [Лысенко, 2000; Михайлова, 2016]. После 2004 г. наблюдалось снижение запасов креветки, и, соответственно, ОДУ и вылова. С этим связано и сокращение количества судов на промысле в исследуемом районе. После 2004–2006 гг., когда на промысле креветки работало 20–29 судов, в 2009 г. наблюдалось их снижение до 13 единиц. Согласно данным ОСМ, в 2017 г. число судов снизилось до 11 единиц. В 2018–2019 гг. количество судов на промысле увеличилось и вернулось к показателям 2009 г. — 13 единиц. В последние годы уровень освоения ОДУ остается достаточно высоким (табл. 2) и с 2012 г. не опускается ниже 90%. В 2025 г. освоение ОДУ составило 99,5%.

Промысел северной креветки у западного побережья Камчатки делится на два периода: зимне-весенний (февраль–май, в отдельные годы — июнь) и осенне-зимний (сентябрь–декабрь). Анализ промысловой статистики показал, что зимне-весенний период в Камчатско-Курильской подзоне является наиболее благоприятным для добычи северной креветки. Это связано с образованием плотных скоплений, рассеивание которых происходит в осенний период [Михайлова, 2014].

Показатели вылова в 2025 г. не стали исключением. Добыча северной креветки в Камчатско-Курильской подзоне велась в зимне-весенний период (рис. 3), после чего суда покинули район промысла. Максимальный вылов зафиксирован в марте (1250 т), также в этот период отмечено максимальное количество судов на промысле — 11 единиц. Промысел креветки у юго-западного побережья Камчатки завершился в первой декаде июня.

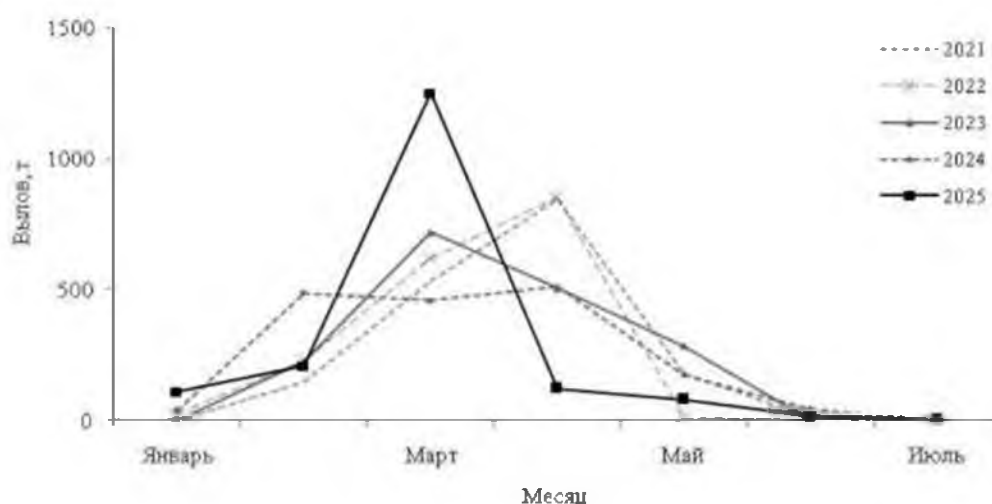


Рис. 3. Межгодовая динамика вылова креветки северной в Камчатско-Курильской подзоне по месяцам

По данным промысловой статистики, добыча креветки в 2025 г. велась преимущественно на глубинах свыше 300 м (рис. 4). В соответствии с данными об уловах северной креветки в разных диапазонах глубин, ранее была выявлена закономерность в распределении промысловой части популяции. В весенний промысловый период наибольшее количество особей, относящихся к промысловой части, концентрируется в диапазоне изобат 200–400 м, а наименьшее — на глубине более 400 м. В последние годы большинство судов предпочитает вести промысел весной, в пределах глубин 200–400 м. В конце весны в Камчатско-Курильской подзоне наблюдается миграция популяции ближе к берегу, где самки готовятся к выпуску личинок, и наиболее плотные скопления смещаются на глубины от 200 до 300 м [Михайлова, 2014].

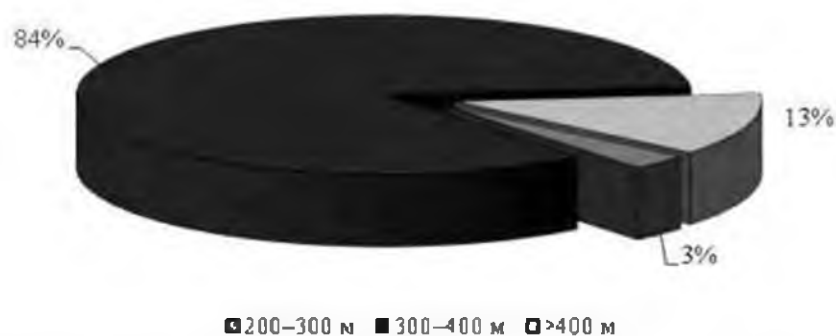


Рис. 4. Величина вылова креветки северной в разных диапазонах глубин в Камчатско-Курильской подзоне Охотского моря в весенний промысловый период, по данным ОСМ в 2025 г.

Результаты анализа ССД из ОСМ в 2021–2025 гг. показали, что вылов северной креветки за судосутки в течение этого периода не опускался ниже 3,5 т (рис. 5). В 2025 г. он составил 5,1 т.

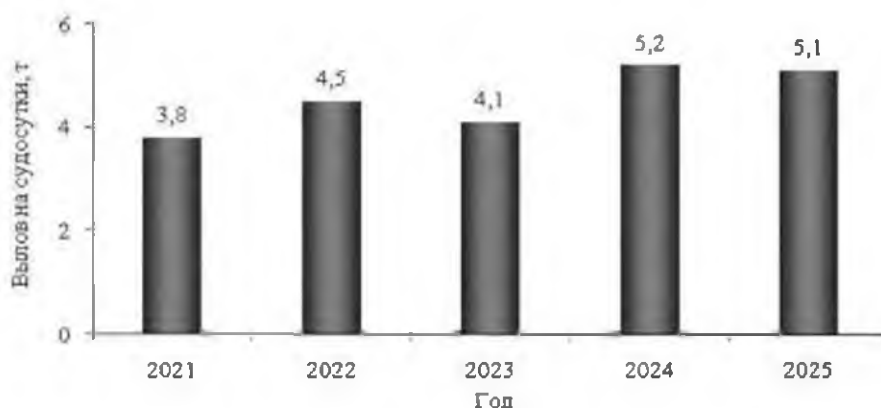


Рис. 5. Межгодовая динамика среднего вылова креветки северной в Камчатско-Курильской подзоне на судосутки, по данным ОСМ

Размерный состав северной креветки, по данным учетных траловых работ в Камчатско-Курильской подзоне, представлен на рисунке 6. Средняя длина тела креветки в 2024 г. составила 95,6 мм.

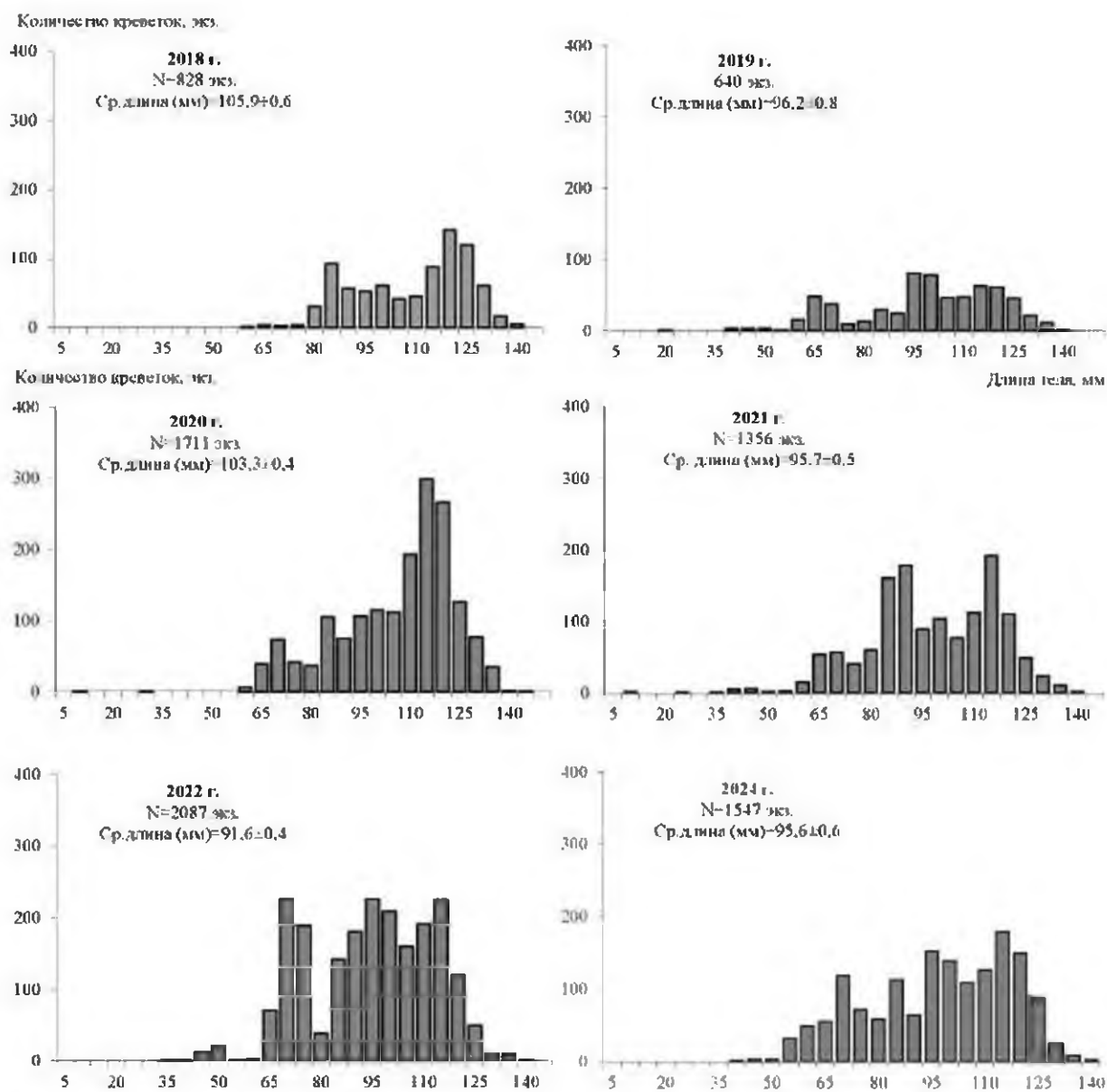


Рис. 6. Межгодовая динамика размерного состава креветки северной в Камчатско-Курильской подзоне, по данным учетных траловых работ

В связи с нерегулярным проведением мониторинговых работ на промысловых судах, ведущих добычу северной креветки в Камчатско-Курильской подзоне, для настройки входных параметров модели оценки запаса внесен дополнительный параметр: выделен стандартный полигон для стандартизации индекса биомассы запаса, который охватывался наблюдениями во все годы проведения учетных донных траловых съемок. С помощью ГИС «КартМастер 4.1» осуществлен бутстреп-анализ и получены данные по общей и промысловой биомассе запаса северной креветки в пределах выделенной акватории (табл. 3). Данный анализ позволил также оценить точность полученных данных. Выяснено, что коэффициент C_s не превышает 3–5% и, соответственно, результаты наблюдений можно считать удовлетворительными.

Таблица 3

Результаты расчета методом «BootStrap» для оценки величины запаса креветки северной в пределах выделенного полигона в Камчатско-Курильской подзоне в 2012–2022, 2024 гг., по данным учетных донных траловых съемок

Результаты расчета статистики методом «BootStrap» для оценки величины общего запаса северной креветки					
Год	Минимум, т	Максимум, т	Среднее значение, т	S_x , т	C_s , %
2012	5340,3	7571,3	7250,5	189,6	2,6
2013	4419,8	6764,0	6123,1	222,2	3,6
2014	6819,9	11185,0	10313,7	235,9	2,3
2015	4248,1	5755,2	5106,0	83,9	1,6
2016	5071,3	6353,3	6035,9	117,1	1,9
2017	5651,2	6912,9	6539,4	68,6	1,1
2018	2811,4	8427,0	6847,2	229,1	3,3
2019	3456,6	5476,9	5255,9	134,4	2,6
2020	2712,8	3449,5	3174,7	44,6	1,4
2021	3360,6	3880,8	3672,6	47,4	1,3
2022	2086,3	2383,1	2218,1	22,5	1,0
2024	3500,5	4941,7	4235,2	5855,3	1,8
Результаты расчета статистики методом «BootStrap» для оценки величины промыслового запаса северной креветки					
2012	4662,1	6717,3	6459,2	180,4	2,8
2013	4382,5	6538,4	5929,1	210,5	3,5
2014	6461,8	10721,0	9825,1	227,9	2,3
2015	4189,4	5690,1	5051,8	83,7	1,7
2016	3785,8	5110,6	4550,4	86,2	1,9
2017	4791,3	5944,8	5595,7	63,6	1,1
2018	2116,2	6492,6	5443,3	182,7	3,4
2019	2687,7	4212,5	4034,5	103,9	2,6
2020	2195,0	2769,8	2568,7	34,1	1,3
2021	2042,7	2461,0	2257,8	29,0	1,3
2022	1039,1	1348,8	1266,1	18,0	1,4
2024	2255,2	2918,9	2692,3	1433,4	1,4

В результате модельных расчетов, медианная оценка промыслового запаса креветки северной на начало 2025 г. составила 13,562 тыс. т (рис. 7). Оценки модельных параметров отображены в таблице 4.

Таблица 4

Оценки параметров динамической продукционной модели

Параметр	Оценка	CV
К, тыс. т	18,476	0,064
m, тыс. т	2,218	0,082
$\varphi_{срне}$	0,166	0,068
φ_I	0,334	0,091
$\sigma_{срне}$	0,412	0,345
σ_I	1,000	0,005

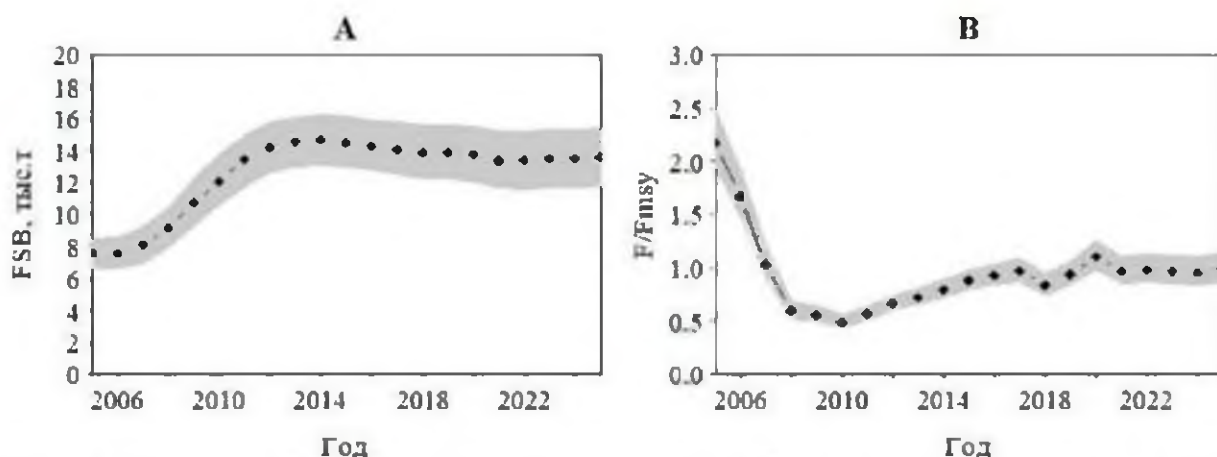


Рис. 7. Динамика биомассы промыслового запаса (А) и относительного показателя промыслового изъятия (В) креветки северной

Модельные оценки CPUE и индекса биомассы промыслового запаса северной креветки (стандартный полигон) в сравнении с данными прямых наблюдений представлены *рисунке 8*. Необходимо отметить, что тренды в оценках промысловой биомассы по данным научных съёмок и данных по уловам на усилие разнонаправлены, что приводит к достаточно большому разбросу в оценках состояния запаса. На фоне роста стандартизованного показателя CPUE и снижения промыслового запаса по данным съёмок на стандартном полигоне, модельные оценки промыслового запаса демонстрируют стабилизацию.

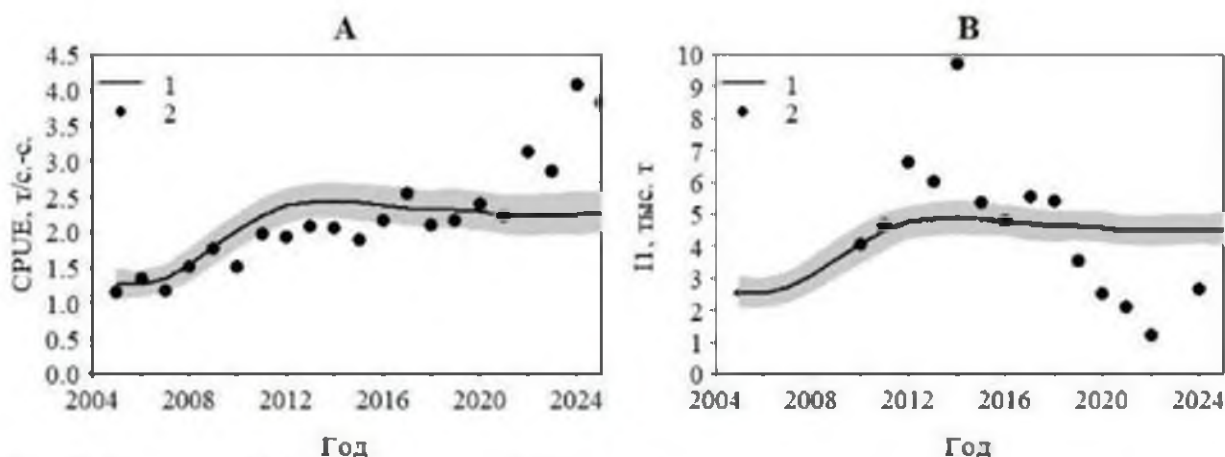


Рис. 8. Модельный (1) и фактический (2) индексы улова на единицу промыслового усилия (А) и биомассы промыслового запаса (Б) креветки северной

Согласно модельным расчетам, в 2025 г. доля вероятных значений промысловой биомассы, превышающих величину целевого ориентира по биомассе, составила 99,6% ($P(B_{2025} > B_{MSY}) = 0,996$). Таким образом, согласно динамической продукционной модели Шефера, запас северной креветки Камчатско-Курильской подзоны находится на высоком уровне.

Определение биологических ориентиров. Биологические ориентиры управления были определены в 2021 г., исходя из оценок параметров

динамической продукционной модели Шефера (табл. 5). В настоящем обосновании они не изменились:

– целевой ориентир по биомассе промыслового запаса:

$$B_{tr} = B_{MSY} = 0,5B_c = 10,44 \text{ тыс. т};$$

– граничный ориентир по биомассе промыслового запаса:

$$B_{lim} = 0,2B_c = 4,18 \text{ тыс. т};$$

– граничный ориентир по эксплуатации $F_{lim} = 0,184$, как медиана распределения F_{MSY} ;

– целевой ориентир по эксплуатации $F_{tr} = 0,132$ определили как 5-й процентиль распределения F_{MSY} [Бабаян, 2000] (табл. 5).

Таблица 5

Статистические характеристики распределения оценок F_{MSY}

	2,50%	5%	25%	Median	75%	95%	97,50%	Mean	SE
F_{MSY}	0,125	0,132	0,162	0,184	0,208	0,257	0,272	0,187	0,037

Обоснование правила регулирования промысла. Правило регулирования промысла (ПРП) способствует достижению долговременных целей промысла северной креветки, таких как стабилизация уловов, высокий долгосрочный вылов. ПРП — это формализованное правило принятия решений по регулированию рыболовства с учетом ориентиров управления и текущего состояния запасов [Бабаян, 2000]. Общее содержание ПРП регламентируется концепцией предосторожного подхода, когда устанавливается функциональная связь между показателем состояния запаса (в нашем случае, биомассой) и управляемыми параметрами системы запас-промысел (промысловая смертность, или ОДУ).

Аналитическая форма ПРП (рис. 9) имеет вид:

I — режим полного запрета на промысел, $FSB_i < B_{lim}$, $F_{reci} = 0$;

II — режим восстановления запаса, $B_{lim} < FSB_i < B_{tr}$:

$$F_{reci} = (F_{tr} - F_0)(FSB_i - B_{lim}) / (B_{tr} - B_{lim});$$

III — режим постоянной интенсивности промысла, $FSB_i > B_{lim}$:

$$F_{reci} = F_{tr} = const.$$

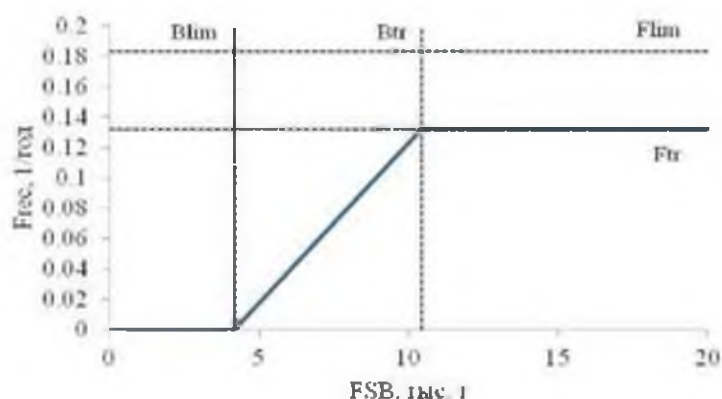


Рис. 9. Зональное правило регулирования промысла креветки северной

Прогнозирование состояния запаса и определение объема ОДУ.
Вероятностный прогноз запаса на 2 года вперед выполнили в рамках статистического моделирования Монте-Карло в предположении, что вылов в 2026 г. будет соответствовать утвержденной величине ОДУ, равной 1,746 тыс. т.

По модельным оценкам, в ближайшие два года прогнозная величина промыслового запаса северной креветки оценивается немногим выше 13 тыс. т, т.е. выше целевого ориентира. На начало 2027 г. медианная оценка биомассы промыслового запаса креветки, по нашим прогнозам, составит 13,487 тыс. т, медианная оценка возможного вылова — 1,780 тыс. т.

Вероятностные характеристики оценок промысловой биомассы и ОДУ северной креветки на 2027 г. приведены в *таблице 6*. Графики плотностей распределения оценок промысловой биомассы и возможного вылова на 2027 г. представлены на *рисунке 10*. Вероятность того, что биомасса промыслового запаса в 2027 г. будет ниже целевого ориентира V_{cr} , по результатам статистического моделирования оценивается в 0,3%, ниже граничного V_{lim} — 0,0 %.

Таблица 6

Статистические характеристики оценок промысловой биомассы (FSB), коэффициента эксплуатации согласно ПРП (F_{rec}) и возможного вылова (C) креветки северной на 2027 г.

Показатель	2,50%	5%	25%	Median	75%	95%	97,50%	Mean	SE
FSB, тыс. т	11,286	11,644	12,764	13,487	14,291	15,323	15,606	13,512	1,112
C, тыс. т	1,490	1,537	1,685	1,780	1,886	2,023	2,060	1,783	0,148
F_{rec}	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	0,001

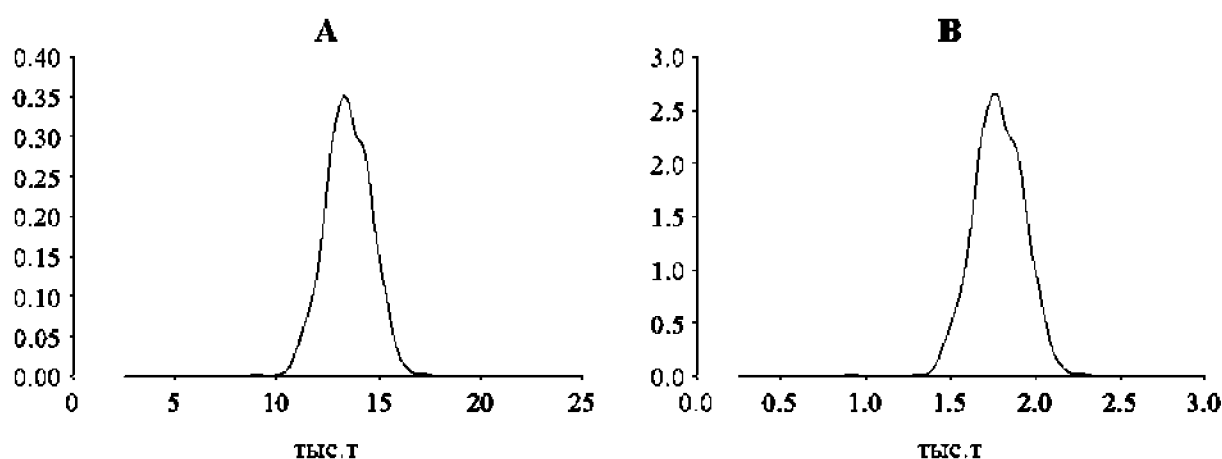


Рис. 10. Плотности распределения оценок промысловой биомассы (А) и возможного вылова (В) креветки северной в 2027 г.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ креветки северной в Камчатско-Курильской подзоне на 2027 г. в объеме 1,780 тыс. т.**

Креветка северная (*Pandalus borealis*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.3 – подзона Восточно-Сахалинская

Исполнитель: Г.В. Жуковская (СахНИРО)

Куратор: Д.В. Артеменков (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Информационной основой прогноза ОДУ северной креветки в Восточно-Сахалинской подзоне являются данные, полученные в ходе комплексных траловых съемок на НИС «Дмитрий Песков» и «Профессор Пробатов» в 1997–2007, 2010, 2012, 2014, 2019 (183 станции) и 2021 гг. (50 станций) (рис. 1). Всего при выполнении научно-исследовательских работ по изучению запаса северной креветки восточного Сахалина было взято на биологический анализ и промерено 52 644 экз. Информация о величине промышленного освоения данной единицы запаса получена из базы ОСМ «Росрыболовство».

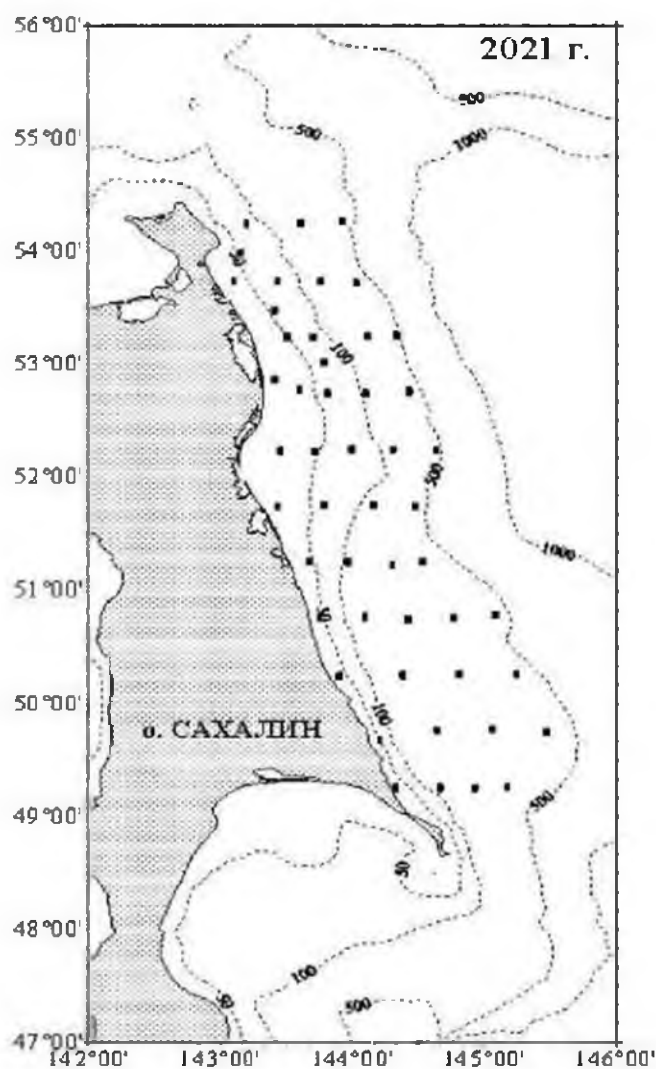


Рис. 1. Карта-схема комплексной траловой съемки на НИС «Дмитрий Песков» в районе восточного Сахалина в 2021 г.

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

Обоснование метода выбора оценки запаса. Проведение учетных траловых съемок позволяет оценить численность и биомассу запаса креветки северной у восточного Сахалина. По данным драгировочных 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; Berenboim et al., 1986]. 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».

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Промысел креветки северной у восточного Сахалина до 1995 г. не велся, поскольку ловушечный промысел этого вида оказался нерентабельным. После внедрения тралового промысла при добыче креветок, промысел северной креветки в этом районе стал развиваться. Величина вылова в 1995 г., когда компанией «КУК» впервые был проведен экспериментальный промысел северной креветки с применением донного трала, оборудованного фальшь-подборой для исключения из улова донных беспозвоночных, составила 40 т. Максимальных значений (818,5–946,6 т) вылов достигал в 1999–2002 гг. В дальнейшем вылов колебался в зависимости от количества выставяемых судов и заинтересованности рыбопромышленников (табл. 1).

Таблица 1

Динамика ОДУ, вылова и улова/час траления северной креветки восточного Сахалина в период 2006–2025 гг.

Год	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ОДУ	900	639	681	150	150	150	150	150	150	150
Вылов	387,1	300,1	258,8	106,5	14,2	37,7	29,2	7,6	4,6	76,9
Улов на усилие, кг/час траления	54,6	72,5	70,3	63,7	52,6	80,6	43,0	155,7	82,7	123,9
Год	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
ОДУ	150	200	270	317	306	311	301	257	242	256
Вылов	33,8	170,0	179,8	167,6	305,6	226,6	291,2	224,2	241	245
Улов на усилие, кг/час траления	126,2	110,4	160,0	129,4	216,0	208,0	232,8	450,1	364,9	271,5

В 2013–2014 гг. объемы вылова креветки северной у северо-восточного Сахалина значительно снизились и составили около 3–5% от прогнозируемой величины. В 2015 г. наблюдалось некоторое увеличение вылова – до 76,9 т, или 51,3% от ОДУ, в 2016 г. общий вылов составил 33,8 т – 22,5% от годовой квоты. Такой небольшой процент освоения креветки северной, видимо, объясняется тем, что большинство фирм выставляет суда в этом районе только после окончания лимитов на северную креветку Татарского пролива.

Кроме того, до 2007 г. наблюдалось общее снижение плотности скоплений в этом районе. Так, если по данным донной траловой съемки общий запас северной креветки в 2001 г. составлял 6 284 т, то к 2006–2007 гг. запас снизился до минимальных величин – 1 616 и 1 783 т соответственно. С 2010 по 2014 г. ситуация с популяцией северной креветки на восточном Сахалине начинает улучшаться, в этот период оценка запаса составила 6935–7 664 т. Кроме того, небольшое скопление, находящееся в районе с координатами 52–54° с. ш., которое к 2007 г. полностью исчезло, с 2010 г. вновь появилось и наблюдается до настоящего времени (рис. 2).

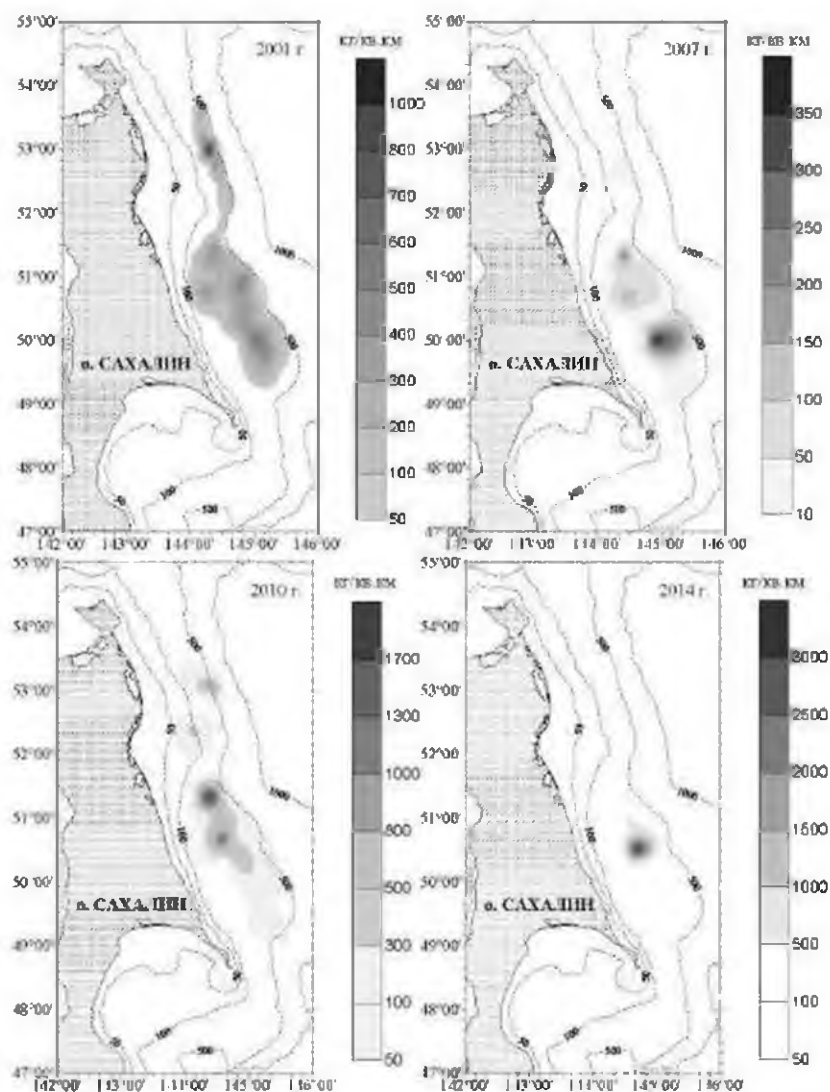


Рис. 2. Пространственное распределение креветки северной у восточного Сахалина в 2001, 2007, 2010 и 2014 гг.

О росте запаса также свидетельствуют показатели промысла 2017 г. Суточные уловы на одно судно составляли от 174 до 7159 кг, годовой вылов составил 170 т, что составляет 85% от рекомендуемого объема ОДУ на год. В 2018 г. вылов составил 179,8 т, что составляет 67% от рекомендуемого объема ОДУ. В 2019 г. промысел северной креветки северной у восточного Сахалина вели 3 предприятия 6 судами. Суточные уловы на одно судно варьировались от 99 до 5 443 кг. Годовой вылов составил 167,6 т, что составило 52,9% от годового объема ОДУ. По данным комплексной траловой съемки, в 2019 г. промысловый запас северной креветки на всей акватории у восточного Сахалина составил 12 158 т (рис. 3).

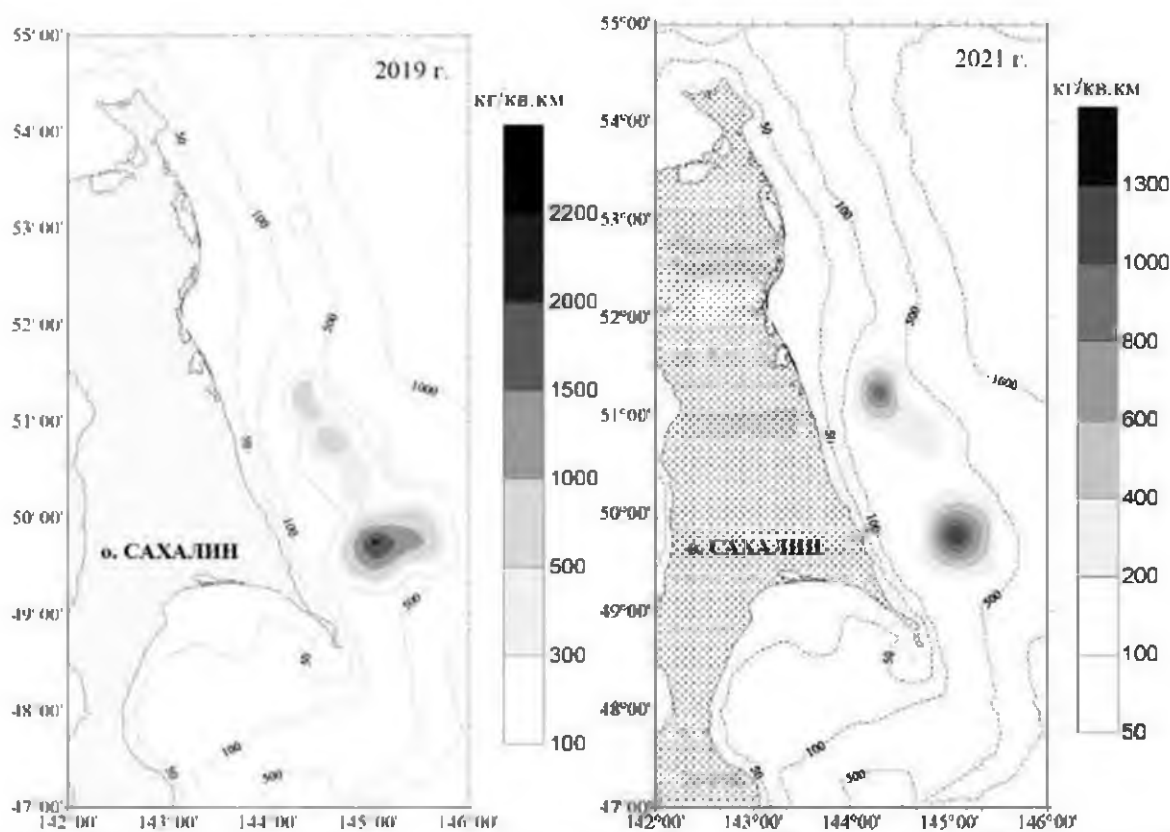


Рис. 3. Пространственное распределение креветки северной у восточного Сахалина в 2019 и 2021 гг.

В 2020 г. добыча креветки северной в водах у восточного Сахалина началась в апреле. На промысле было задействовано 6 судов. Суточные уловы варьировались от 0,3 до 9,9 т. Промысел в 2020 г. характеризовался высокими промысловыми показателями, среднее промысловое усилие составило 216 кг/час траления. Годовой вылов составил 305,6 т, что составляет 99,9% от годового ОДУ.

В 2021 г. промысел креветки северной у восточного Сахалина начался в мае. Суточный улов на одно судно в течение промыслового сезона варьировался от 0,2 до 9,8 т и в среднем составил 2,9 т. Годовой вылов составил 226,6 т, что составляет 73% от ОДУ. По данным донной траловой съемки 2021 г. выполненной на НИС «Дмитрий Песков», отмечается некоторое снижение запаса по сравнению с предыдущими годами,

промысловый запас креветки северной на всей акватории у северо-восточного Сахалина составил 5 053 т.

В 2022 г. улов в сутки на одно судно варьировал от 0,025 до 9,5 т и в среднем составил 2,8 т. Основной промысел осуществлялся в мае, в течение месяца было добыто 274,7 т. Годовой вылов составил 291,2 т, что составило 96,7% от ОДУ.

Промысел 2023 г. условно можно разделить на два периода: первый осуществлялся с конца апреля по начало июня (вылов=143,3 т), второй с конца октября по декабрь (вылов=80,9 т). Годовой вылов северной креветки у восточного Сахалина составил 224,2 т, что составляет 87% от годового ОДУ. Уловы в сутки на одно судно за весь период промысла варьировались от 0,132 до 10,2 т и в среднем составляли 5,2 т.

В 2024 г. основной промысел велся в мае (вылов=217 т), средний улов на одно судно в сутки составил 5,7 тонн. Остаток квоты (вылов=24 т) был освоен предприятиями за 8 рабочих судосудок в августе, сентябре и декабре, при этом уловы значительно снизились, средний улов в сутки на одно судно составил 3 тонны. Годовой вылов северной креветки в 2024 г. в водах восточного Сахалина составил 241 т или 99,6% от годового ОДУ.

Промысел 2025 г. имел два периода: весенне-летний (апрель-июнь) и осенне-зимний (ноябрь-декабрь). В первый период была освоена основная часть запаса 218 тонн, во второй период – 27 тонн, суммарный годовой вылов составил 245 т, что составляет 96% от годового ОДУ. Промысловые показатели были ниже, чем в предыдущем году. Средний улов в сутки на одно судно в весенне-летний период составил – 3,5 т, в осенне-зимний – 2,1 т.

По многолетним данным средний размер креветки северной у восточного Сахалина изменялся от 95,4 мм (в 2019 г.) до 121,1 мм (в 1996 г.).

С началом интенсивного промысла отмечалось снижение средних размеров особей, это объясняется тем, что в первую очередь изымались крупные половозрелые особи. К 2007 г. средний промысловый размер составил 105,8 мм. После снижения промыслового пресса, наряду с восстановлением численности, отмечалось и увеличение средней промысловой длины тела особей (*рис. 4*).

В 2010 г. средняя промысловая длина тела особей составила 116,5 мм. В 2012 г. произошло небольшое снижение среднего размера (106,3 мм), в 2014 г. средняя длина тела увеличилась до 109,2 мм, кроме того, отмечался рост максимальных размеров самок до 148 мм. В размерном составе северной креветки у восточного Сахалина в 2014 г. заметно выделялись две возрастные когорты: в левой части диаграммы наблюдается урожайное поколение, которое вступило в промысел и представлено самцами с модой 95–100 мм, а в правой части – урожайное поколение, представленное только самками (120–125 мм). В 2019 г. в уловах отмечались значительная доля, как промысловых особей, так и пополнения. В правой части диаграммы выделяются самки с модой (110–125 мм), а также интерсексы и крупные самцы с модой (90–105 мм), в левой части отмечается значительная доля

самцов с модой (60–70 мм), которые в 2021–2022 гг. вступят в промысел. Таким образом, на сегодняшний день можно считать, что популяции северной креветки в водах восточного Сахалина находится в удовлетворительном и стабильном состоянии. Съемка 2021 г. подтвердила наши предположения. В уловах отмечались особи с промысловой длиной от 52 до 147 мм, при средней длине – 106,9 мм. Основу уловов составляли самки с модой (105–125 мм), при этом доля промысловых особей достигала 76%.

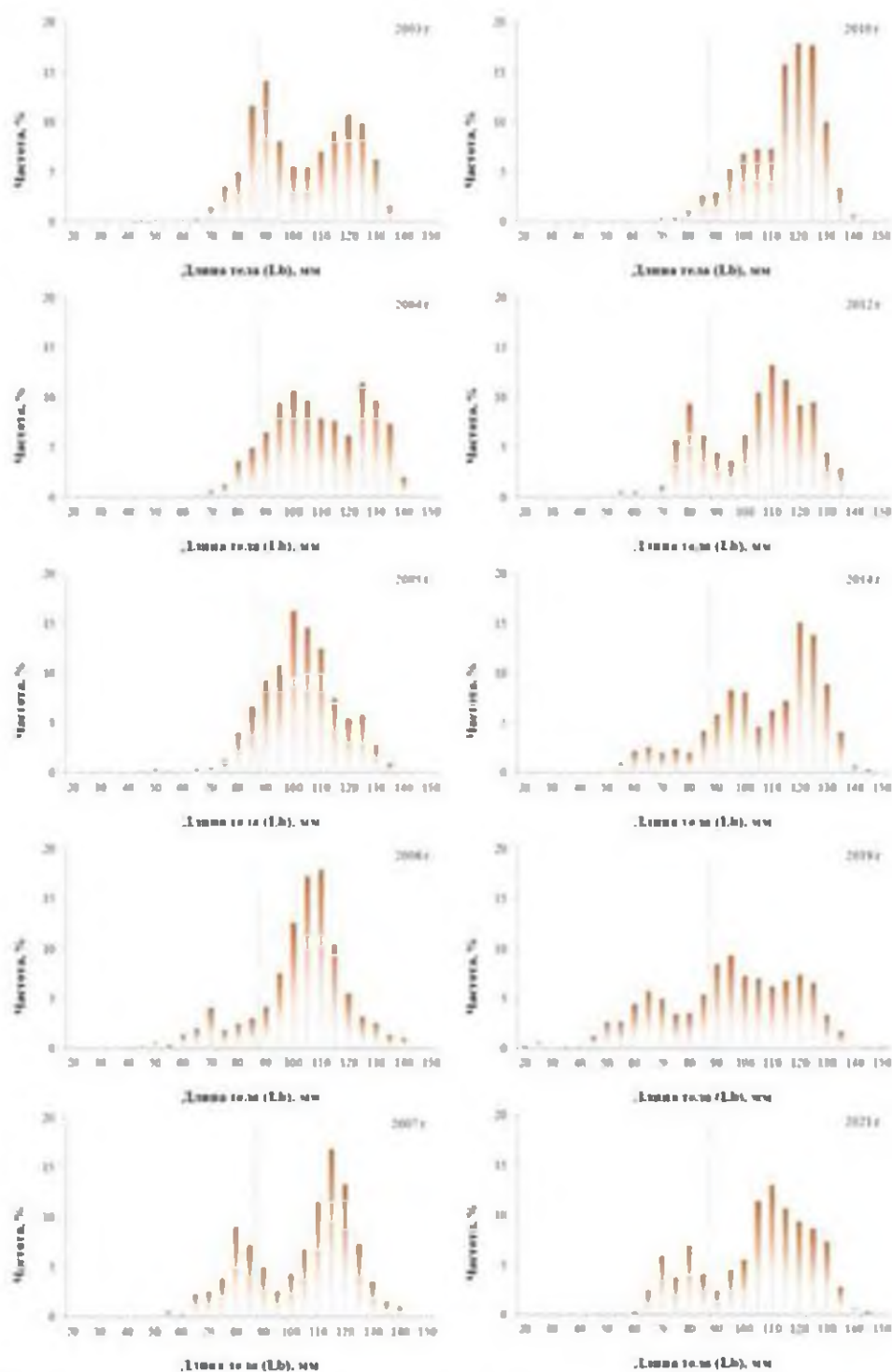


Рис. 4. Частотное распределение промысловой длины (Lb) креветки северной у восточного Сахалина с 2003 по 2021 г.

Определение биологических ориентиров. Целевые и граничные ориентиры управления промыслом креветки северной в Восточно-Сахалинской подзоне были найдены исходя из допущения о равновесном состоянии запаса, с помощью обобщенной продукционной модели Пелла-Томлинсона [Pella, Tomlinson, 1969]. В основу определения ориентиров управления положена концепция MSY и принципы предосторожного подхода.

Величина B_{MSY} рассчитывается как $B_{MSY} = K/a^{1/(a-1)}$, где a – показатель степени в рассматриваемой модели. Граничный ориентир по биомассе B_{lim} устанавливается на уровне $B_{lim} = 0,1 * B_{MSY}$; $B_{lim} = 0,1 * 2819 = 282$ т. Буферный ориентир по биомассе определили как $B_{buf} = 1,2 * B_{lim} = 338$ т.

MSY оценивали по формуле $MSY = r * K / 4 = 240$ т, где: K – промысловая емкость среды, r – коэффициент мгновенного популяционного роста.

В качестве целевого ориентира по биомассе выбирали математическое ожидание биомассы, соответствующей $B_{tr} (B_{MSY}) = 2818$ 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 максимально устойчивому вылову.

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

Обоснование правила регулирования промысла. Для осуществления оптимальной эксплуатации запаса, основываясь на принципах «предосторожного подхода», применены следующие режимы регулирования промысла северной креветки восточного Сахалина:

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

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

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

III – режим постоянной интенсивности промысла $B_i > B_{tr}$. Если прогнозируемая величина запаса больше B_{tr} , то величина изъятия постоянна $F_i = \text{const} = F_{tr}$. и не превышает 9%. Графическое представление ПРП для запаса креветки северной у восточного Сахалина представлено на *рисунке 5*.

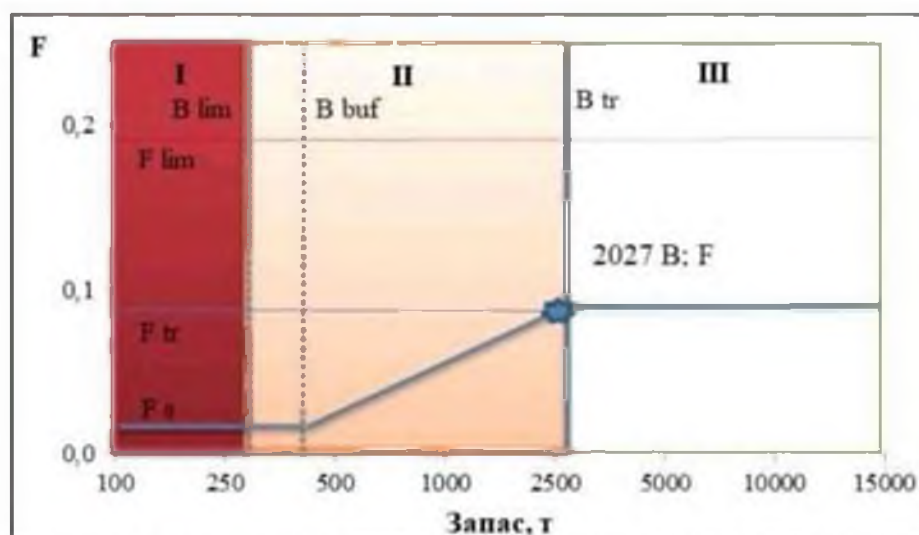


Рис. 5. Графическое представление ПРП для креветки северной в Восточно-Сахалинской подзоне в 2027 г. (I – режим научного лова; II – режим восстановления запаса; III – режим постоянной интенсивности промысла).

Прогнозирование состояния запаса на 2027 г. По результатам съемок, при современном уровне состояния запаса, скопления креветки северной у восточного Сахалина довольно разрежены и рентабельный промысел возможен на участке с координатами 50° 1'–51° 3' с.ш. на глубинах 120–300 м, где отмечаются наиболее плотные промысловые скопления. Поэтому оценка и прогноз строится только для доступной части промыслового запаса.

Расчет запаса креветки северной у восточного Сахалина на 2026 г. был выполнен с помощью обобщенной продукционной модели Пелла-Томлинсона [Pella, Tomlinson, 1969], в которой для описания популяционного роста принято уравнение Ричардса [Richards, 1959], что придает модели дополнительную степень свободы и позволяет генерировать целое семейство кривых устойчивого улова:

$$dB/dt = rB (1 - (B/K)^a) - qEB,$$

где B – текущее значение биомассы запаса,

r – мгновенный коэффициент популяционного роста,

K – промысловая емкость среды,

q – коэффициент улавливаемости,

E – величина промыслового усилия.

Для применения данного метода прогнозирования запаса применялась программа «СОМВ 4.0», разработанная ФГБНУ «ВНИРО».

Определение численных значений параметров r , K , q и a производится в ходе исследования целевой функции (L), описывающей степень отклонения модельных значений уловов на единицу усилия от наблюдаемых с помощью функции: сумма квадратов отклонений $L = \sum \epsilon_i^2$, где ϵ_i – остатки, рассчитываемые как $\epsilon_i = U_i - \hat{U}_i$.

Начальное значение параметра K , так же, как и нижняя граница диапазона, соответствует максимальному наблюдаемому вылову (C) за исследуемый период; значение верхней границы в 100 раз превышает значение нижней. Начальное значение параметра q , так же, как и нижняя

граница диапазона, принимается равным 0,0001; верхняя граница установлена равной 1. Настройка моделируемого процесса в программе COMBI реализована с помощью алгоритма типа «пчелиного роя», относящегося к семейству стохастических бионических алгоритмов [Karaboga, 2005].

По результатам моделирования для текущего уровня численности прогноз доступной части промыслового запаса креветки северной у восточного Сахалина на 2027 г. составит 2 585 т (рис. 6).

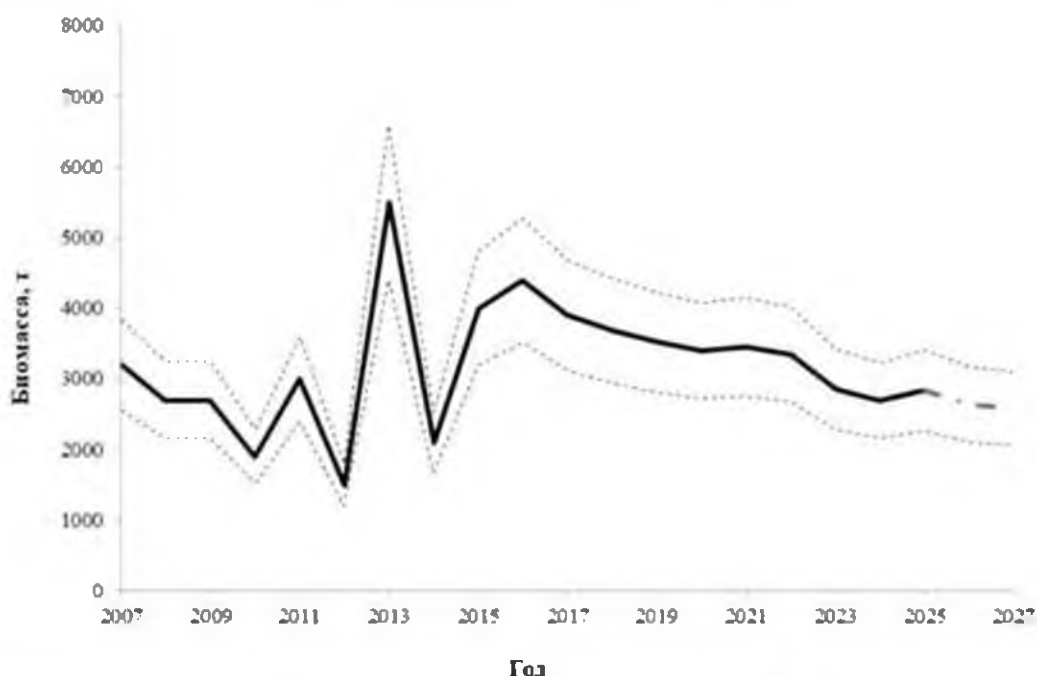


Рис. 6. Математическое ожидание биомассы креветки северной у восточного Сахалина в 2007–2025 гг. и прогноз на 2026–2027 гг.

Обоснование объема ОДУ. Результаты анализа биологического состояния запаса, динамики уловов на усилие свидетельствуют о некоторой неопределенности в состоянии запаса северной креветки в Восточно-Сахалинской подзоне.

Прогнозируемая величина запаса креветки северной у восточного Сахалина на 2027 год несколько ниже значения V_{tr} , в рамках «предосторожного подхода» необходимо вести промысел в режиме восстановления запаса.

Величина доступного промыслового запаса северной креветки у восточного Сахалина на 2027 г. прогнозируется на уровне 2585 т. В соответствии с разработанными правилами регулирования промысла, для данного уровня состояния запаса рекомендуемый уровень промыслового изъятия в 2027 г. составит 8% и $ОДУ_{2027} = 2585 * 8\% = 207$ т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ креветки северной в Восточно-Сахалинской подзоне на 2027 г. в объеме 0,207 тыс. т.**

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)
Куратор: Д.В. Артеменков (ВНИРО)

По современным представлениям о распределении беспозвоночных и рыб и районировании вод дальневосточных морей в Японском море в водах Российской Федерации обитает две самостоятельные группировки креветки северной – одна в подзоне Приморье к югу от м. Золотой вплоть до зал. Петра Великого (участок южнее м. Золотой), вторая населяет Татарский пролив. Во втором случае ареал группировки захватывает два рыбопромысловых района – северную часть подзоны Приморье (участок севернее м. Золотой) и Западно-Сахалинскую подзону. Традиционно управление промыслом для двух этих промысловых районов, включая сбор материала, оценку и прогнозирование состояния запасов, выделение ориентиров управления, разработку правил регулирования промысла (ПРП) и определение ОДУ осуществлялось раздельно.

До 31.12.2018 г. распределение квот для осуществления прибрежного рыболовства и установление режима регулирования промысла водных биологических ресурсов (в рамках определения ОДУ или РВ) в пределах подзоны Приморье между Хабаровским и Приморским краем осуществлялось раздельно к северу и к югу от м. Золотой. Начиная с 01.01.2019 г. вступили в силу изменения к Федеральному закону № 166-ФЗ от 20 декабря 2004 г. «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов», согласно которым введено единое промысловое пространство и иная трактовка понятия прибрежное рыболовство. При этом, с 2019 г. устанавливается единый объем ОДУ креветки северной для подзоны Приморье.

Однако, оценка и прогноз состояния запаса осуществляется, как и ранее, отдельно для двух группировок креветки северной: южнее м. Золотой и Татарского пролива. Прогнозируемая величина запаса северной креветки в Татарском проливе распределяется пропорционально между участком подзоны Приморье севернее м. Золотой и Западно-Сахалинской подзоне, исходя из распределения биомассы промыслового запаса по данным траловых съемок, и для каждого участка определяется объем допустимого изъятия в соответствии с ПРП. Объем ОДУ для подзоны Приморье определяется как сумма объемов допустимого изъятия, рассчитанных для участков подзоны севернее и южнее м. Золотой.

Для каждой из двух частей обоснования в отдельности, сохранены

принципы его формирования и последовательность обязательных разделов, определенные приказом Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104 «О представлении материалов, обосновывающих общие допустимые уловы водных биологических ресурсов во внутренних водах Российской Федерации, в том числе во внутренних морских водах Российской Федерации, а также в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях, а также внесения в них изменений».

Начиная с 2023 г. объем ОДУ креветки северной для подзоны Приморье распределяется между участками подзоны южнее и севернее м. Золотой.

Участок южнее м. Золотой.

Анализ доступного информационного обеспечения. В основу прогноза ОДУ северной креветке на 2027 г. положены материалы донных траловых съемок, проведенных в подзоне Приморье в 2006-2025 гг. и данные промысла за эти годы.

В 2025 г., учетные работы в Японском море были проведены с борта НИС СТР «Владимир Сафонов» в период с 12.04 по 14.06.25 г. Исследования проводили в двух подзонах (Приморье, Западно-Сахалинская), в координатах 42°14'8 с.ш. – 51°31'3 с.ш., 130°51'8 в.д. – 142°07'6 в.д. (рис. 1 и 2). Всего было выполнено 290 траловых станций на глубинах 15-509 м. В качестве орудия лова использовали донный трал ДТ-27,1/24,4 с 20 мм вставкой в кутке. Вертикальное раскрытие трала составляло – 2-3 м, расчетное значение горизонтального раскрытия - 16 м, нижняя подбора была оснащена мягким цепным грунтропом. Обследованная площадь составила 90,3 тыс. кв. км. Характеристика учетных работ по районам приведена в *таблице 1 и 2.*

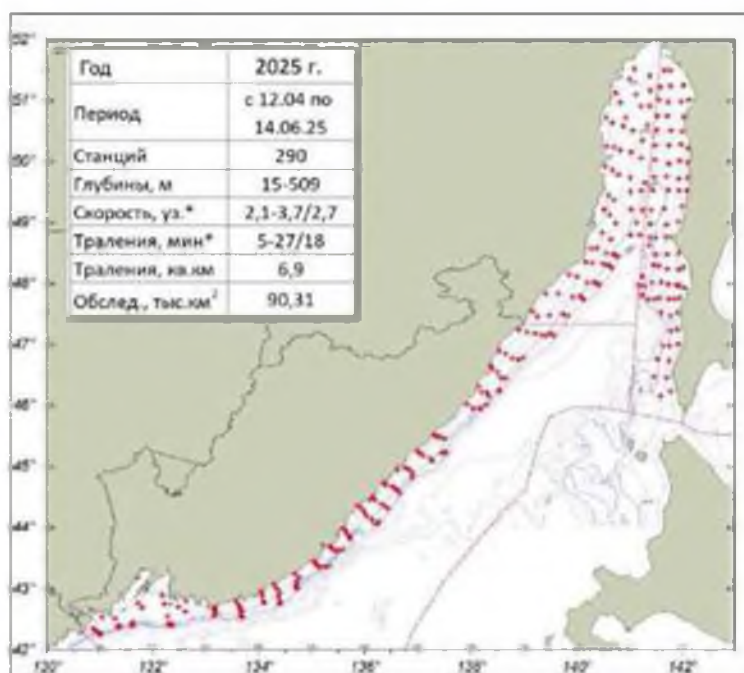


Рис. 1. Карта-схема района работ и точек отбора материалов, выполненных в Японском море на НИС «Владимир Сафонов» в апреле-июне 2025 г. Пунктирной линией обозначены границы подзон и районов.

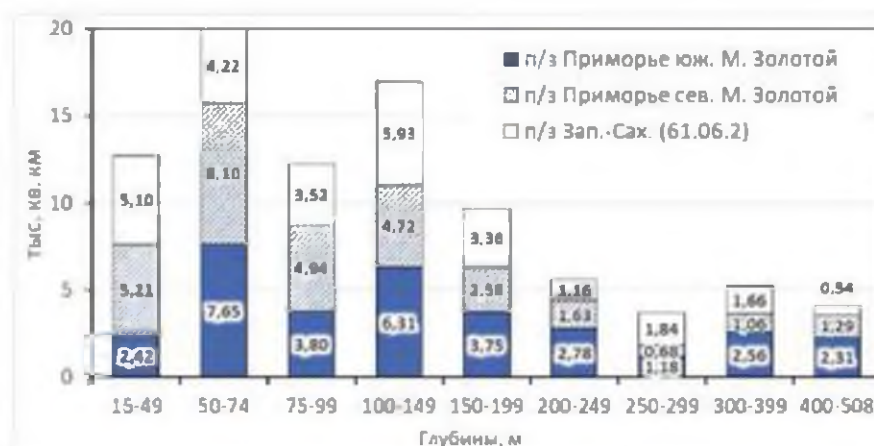


Рис. 2. Сравнение площади (тыс. кв. км) обследованной акватории на НИС «Владимир Сафонов» в промысловых районах Японского моря, в апреле-июне 2025 г.

Таблица 1

Характеристика учетных работ, выполненных на НИС «Владимир Сафонов» в промысловых районах Японского моря, в апреле-июне 2025 г.

Показатель	п/з Приморье	п/з Приморье юж. часть	п/з Приморье сев. часть	Зап.-Сахалин.	Всего
Период	с 12.04 по 14.06.25	с 12.04 по 14.06.25	с 07.05 по 20.05.25	с 21.05 по 06.06.25	12.04 - 14.06.25
Станций	210	141	69	80	290
Глубины, м	26-509	26-509	28-466	15-478	15-509
Скорость, уз.*	2,1-3,2/2,6	2,1-3,1/2,6	2,3-3,2/2,6	2,3-3,7/2,8	2,1-3,7/2,7
Траления, мин*	5-27/18	7-27/19	5-20/15	8-20/19	5-27/18
Траления, кв.км	4,84	3,57	1,33	2,05	6,90
Обследовано, тыс. км ²	62,98	32,75	30,23	27,33	90,31

* мин.-макс./ср.

Таблица 2

Количество точек учета, и обследованная площадь на НИС «Владимир Сафонов» в промысловых районах Японского моря, в апреле-июне 2025 г.

Диапазоны глубин, м	п/з Приморье, южная часть		п/з Приморье, север. часть		п/з Зап.-Сахалин		Всего	
	точек	кв.км	точек	кв.км	точек	кв.км	точек	кв.км
15-49	13	2 418	13	5 206	20	5 101	46	12 725
50-74	26	7 645	16	8 102	13	4 217	55	19 965
75-99	10	3 796	9	4 938	9	3 517	28	12 251
100-149	26	6 305	8	4 725	14	5 925	48	16 955
150-199	14	3 750	5	2 584	8	3 361	27	9 694
200-249	17	2 783	5	1 633	4	1 163	26	5 579
250-299	7	1 180	3	684	3	1 841	13	3 705
300-399	16	2 559	5	1 061	6	1 664	27	5 284
400-508	12	2 314	5	1 294	3	542	20	4 150
Всего	141	32 750	69	30 227	80	27 330	290	90 308

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 (согласно приказу 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], коэффициент уловистости донного трала для северной креветки принят равным 0,2 [Berenboim et al., 1985]

Для описания размерно-весовой зависимости северной креветки 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.

За период промысла район обитания северной креветки в южной части подзоны Приморье был охвачен неравномерно (рис.3-4).

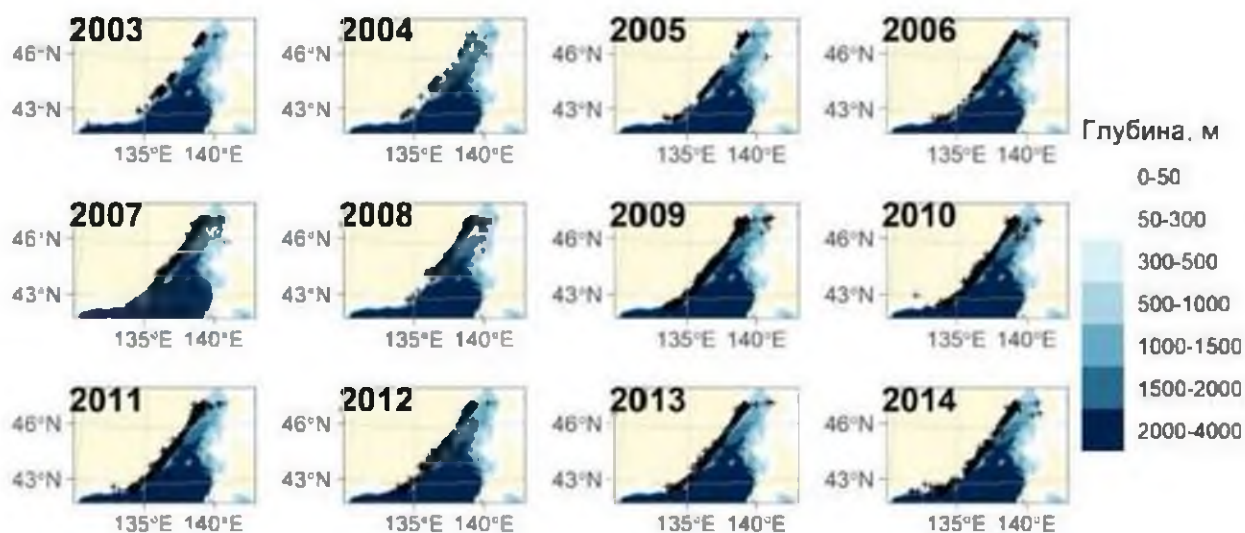


Рис. 3. Распределение промыслового усилия в 2003-2014 гг.

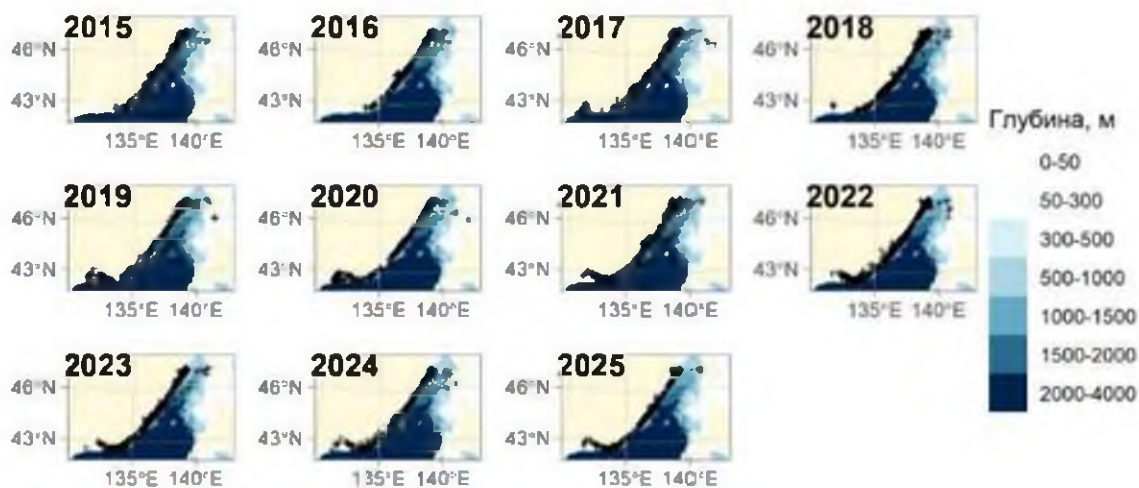


Рис. 4. Распределение промыслового усилия в 2015-2025 гг.

На *рисунке 5* приведена динамика сопутствующих природных и производственных факторов. D — глубина, м, L — длина судна, м, P — мощность двигательной установки, Квт, p_1 — доля года, E — промысловое усилие для судна, сутки. Как видно, эти факторы также изменялись в широком диапазоне.

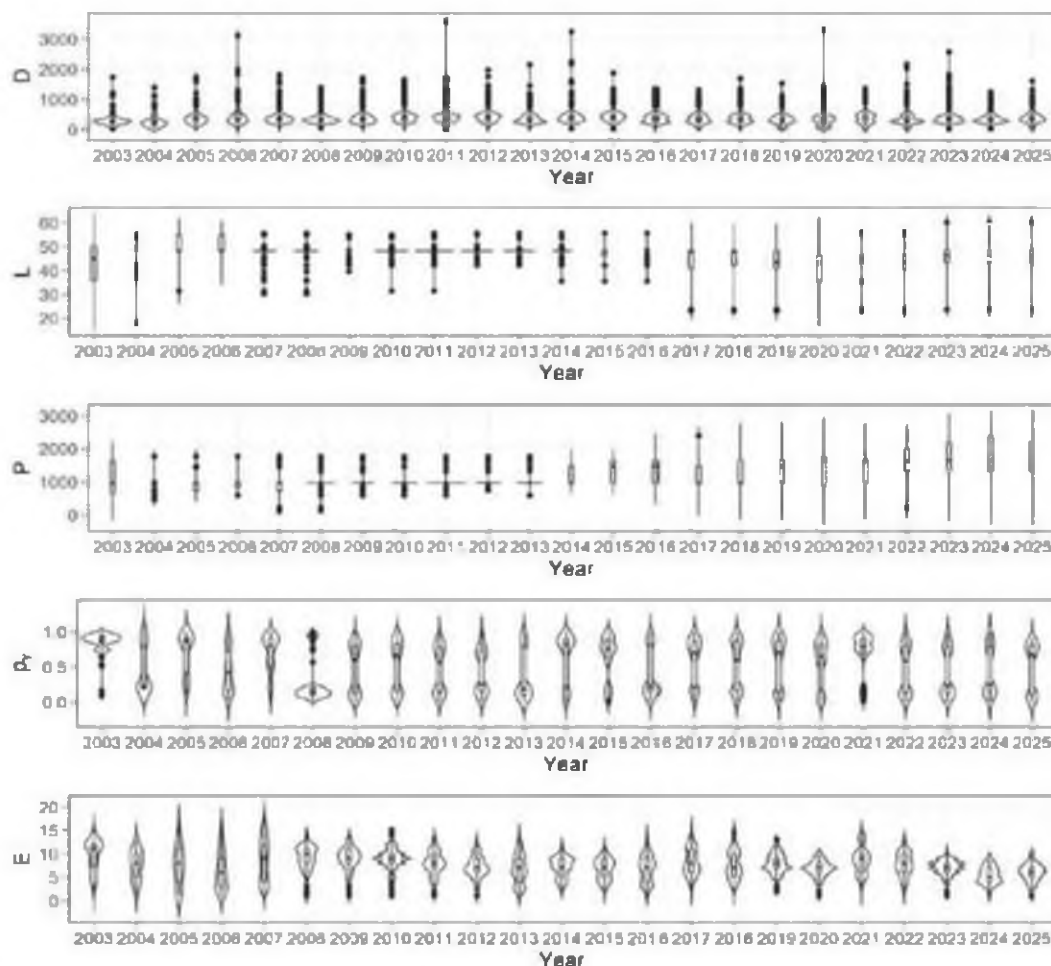


Рис. 5. Динамика значений природных и производственных факторов в 2003-2025 гг.

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

CPUE, catch per unit effort, рассматривали как один из индексов запаса. Рассмотрели влияние на этот показатель различных факторов (табл. 3). В ряде случаев, при использовании переменных связанных со временем, можно достичь лучших результатов используя циклическое преобразование дат [Müller, Guido, 2016]. Циклическое преобразование дат выполняли по формулам

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

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

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

Таблица 3

Факторы, учтенные при стандартизации индекса обилия

Переменная	Обозначение	Единицы измерения
Год	Y	Категориальная переменная
Широта	φ	Градусы с десятичными долями
Долгота	λ	Градусы с десятичными долями
Циклическая компонента 1	d_{sin}	
Циклическая компонента 2	d_{cos}	
Глубина	D	Метры
Длина судна	L	Метры
Мощность двигателя	P	КВт
Суточное промышленное усилие	E	Судо-сутки

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

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

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

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

Рассматривали следующие модели-кандидаты:

- a* $CPUE = f^Y$ (4)
- б* $CPUE = f^Y + s(D)$ (5)
- в* $CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D)$ (6)
- г* $CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_Y)$ (7)
- д* $CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_Y) + s(E)$ (8)
- е* $CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_Y) + s(P) + s(E)$ (9)
- ж* $CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + s(E)$ (10)
- з* $CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + s(P) + s(E)$ (11)
- и* $CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + s(P) + s(E)$ (12)
- к* $CPUE = f^Y + te(\varphi, \lambda) + s(D) + s(d_{sin}) + s(d_{cos}) + s(L) + s(E)$ (13)

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

Наилучшую производительность показала модель (12) (табл. 4)

Таблица 4

Информационные критерии и объясненная дисперсия для моделей-кандидатов

		AIC	BIC	Var _{expl}
<i>a</i>	(4)	47946	48137	13,9%
<i>б</i>	(5)	47317	47538	17,1%
<i>в</i>	(6)	45130	45485	27,0%
<i>г</i>	(7)	44988	45367	27,6%
<i>д</i>	(8)	44963	45365	27,7%
<i>е</i>	(9)	41172	41563	42,7%
<i>ж</i>	(10)	44890	45304	28,1%
<i>з</i>	(11)	41202	41609	42,6%
<i>и</i>	(12)	41094	41521	43,0%
<i>к</i>	(13)	44095	44505	31,2%

Для стандартизации интенсивности промысла вычисляли ее значения для каждого года, фиксируя значения факторов на медианах. Значения факторов, использованные для стандартизации приведены в таблице 5.

Значения факторов использованные для стандартизации индексов

Фактор	Значение
φ	137,35
λ	45,10
d_{sin}	0,017
d_{cos}	0,999
D	347
P	971
E	8

Номинальные и стандартизованные значения индексов, приведены на рис. 6.

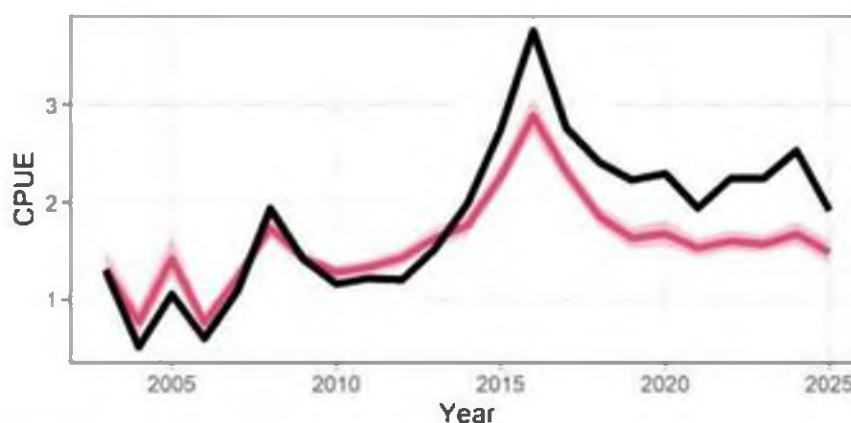


Рис. 6. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов с доверительными интервалами (красная область)

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

Уравнение модели имеет вид:

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

здесь t – год промысла, a_R – возраст пополнения, w_{a_R} , w_{a_R-1} – соответственно, средний вес рекрута и предрекрута, кг, B_t – общая биомасса промыслового запаса в год t , кг, Y_t – вылов в единицах биомассы в год t , кг, R_t – численность особей, впервые вступивших в промысел в год t , экз., M – мгновенный коэффициент естественной смертности, ρ – коэффициент Броди в уравнении Форда-Уолфорда.

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

$$R_t = \gamma(B_{t-a_R-1} - Y_{t-a_R-1})e^{-\delta(B_{t-a_R-1} - Y_{t-a_R-1})} \quad (15)$$

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

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

$$B_V = \frac{-1}{\delta} \ln \frac{(1 + \rho)e^{-M} - \rho e^{-2M}}{\gamma(w_{a_R-1}\rho e^{-M} - w_{a_R})} \quad (16)$$

Чтобы избавиться от коррелированности девственной биомассы и параметров модели, что искажает оценку параметров при выполнении сэмпирования, использовались приведенные величины [Meyer, Millar, 1998]:

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

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

Таким образом, используемая модель включает два уравнения процесса:

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

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

И одно уравнение наблюдения:

$$U_{i,t} = Q_i P_t + \theta_i \quad (19)$$

здесь $Q_i = q_i B_V$, q_i — коэффициент улавливаемости, $U_{i,t}$ — биомасса на единицу промыслового усилия в год t (кг) для i -го индекса наблюдения, ϵ_1 , и θ_i , соответственно - шумы процессов и ошибка наблюдения. В данном случае, индексами служили оценки промысловой биомассы по материалам учетных траловых и ловушечных съемок, полученные методом площадей и материалы промысловой статистики, кг/судо-сутки.

Для представления пространства состояний использовался сигма-точечный фильтр Калмана [Särkkä, 2013; Wan, Van Der Merwe, 2000], параметры модели оптимизировались при помощи генетического алгоритма [Михеев, 2016]. Расчеты выполнялись в среде R [R Core Team, 2022].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. 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 2020-2025 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 2025 г. специализированный промысел северной креветки вели 13 судов тральщиков, суммарный вылов составил 2263 тыс. т или 49% от ОДУ (табл. 6), из них ловушками было изъято всего 4 т. в качестве прилова. Карта-схема района и позиций судов на промысле северной креветки в 2025 г. приведена на рисунке 7.

Таблица 6

Результаты тралового промысла северной креветки в северо-западной части Японского моря в 2025 г. Примечание: Приморье юж. часть – п/з Приморье южнее 47°20' с.ш., Приморье сев. часть - п/з Приморье севернее 47°20' с.ш.

Показатель	Приморье юж. часть	Приморье сев. часть	Приморье	Зап.-Сахалинская	Всего
Промысел 2025 г.					
ОДУ 2025, т	2530	1226	3756	817	4573
Вылов, т	840	959	1799	464	2263
Вылов от ОДУ, %	33%	78%	48%	57%	49%
Судо-сутки	410	676	1086	331	1417
Среднее, т/сут.	2,05	1,42	1,66	1,40	1,60
Судов	11	12	13	12	13

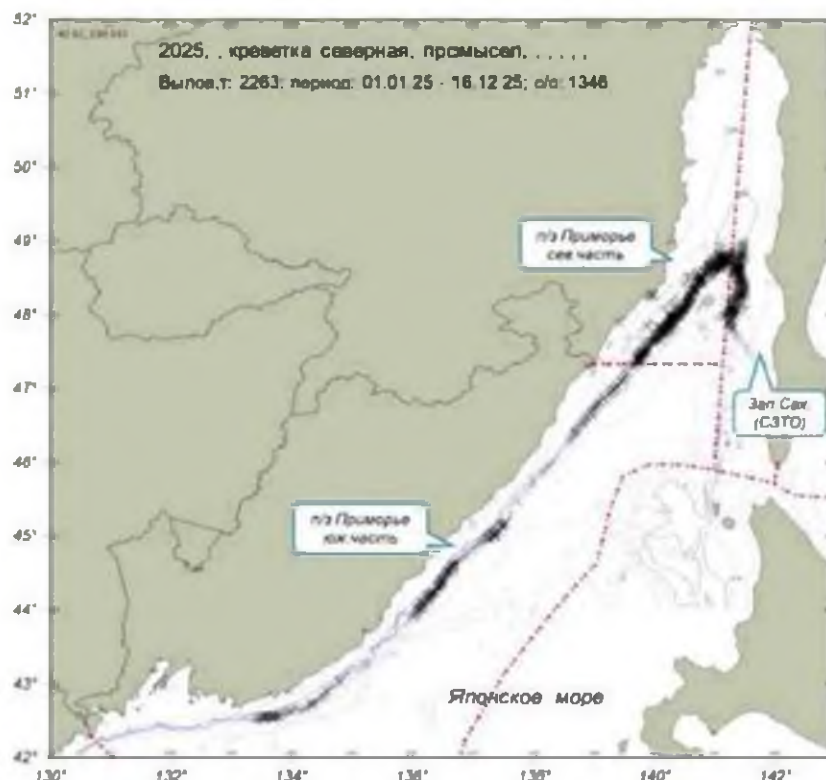


Рис. 7. Карта–схема района и позиций судов на промысле северной креветки в северо-западной части Японского моря в 2025 г. Примечание: крестики отображают судо-сутки на промысле.

В подзоне Приморье траловый промысел северной креветки вели 13 средних судов, их общий вылов составил 1799 т (48% ОДУ), освоение ОДУ в 2020-2025 гг. снизилось с 97 до 48%, что связано со снижением показателей улова на усилие с 3,2 до 1,7 т/судо-сутки (рис. 8). Динамика ОДУ и вылова в подзоне Приморье приведены в таблице 7.

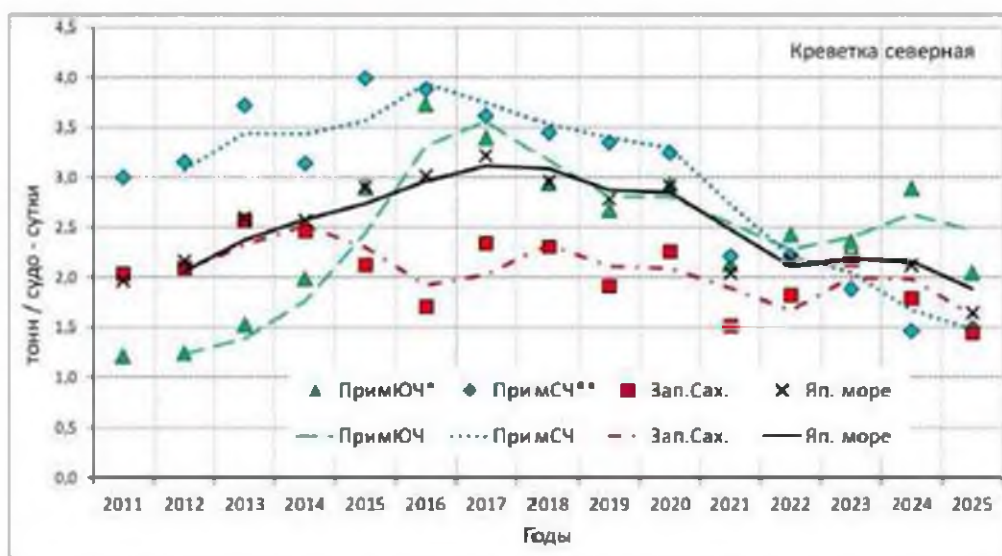


Рис. 8. Динамика уловов на усилие (тралы, т на судо-сутки) северной креветки в северо-западной части Японского моря. Примечание: Зап.-Сах. п/з - Западно-Сахалинская подзона; Приморье СЧ – часть п/з Приморье к северу от м. Золотой (47°20' с.ш.); Приморье ЮЧ – часть п/з Приморье к югу от м. Золотой

Таблица 7

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

Год	ОДУ, тыс.т	Вылов, тыс.т	Вылов, % ОДУ	т/сс	Южная часть			Северная часть		
					ОДУ, тыс.т	Вылов, тыс.т	т/сс	ОДУ, тыс.т	Вылов, тыс.т	т/сс
2006	2,658	2,476	93,2	1,70	0,603	0,662	1,97	2,055	1,814	1,42
2007	4,036	3,479	86,2	1,96	1,202	1,448	1,92	2,834	2,031	1,98
2008	4,003	3,233	80,8	1,89	1,803	1,768	1,88	2,2	1,465	1,90
2009	3,880	3,135	80,8	2,10	2,23	1,837	1,82	1,65	1,298	2,65
2010	4,230	3,672	86,8	2,03	2,38	1,467	1,35	1,85	2,205	2,89
2011	3,850	3,389	88,0	1,88	2,00	1,258	1,22	1,85	2,131	2,78
2012	3,500	3,377	96,5	2,09	1,70	0,955	1,23	1,80	2,422	2,88
2013	3,520	3,283	93,3	2,42	1,72	0,967	1,53	1,80	2,316	3,19
2014	4,400	3,674	83,5	2,48	2,60	1,303	1,99	1,80	2,371	2,86
2015	5,300	5,000	94,3	3,23	3,40	2,982	2,90	1,90	2,018	3,90
2016	5,560	5,137	92,4	3,80	3,66	1,815	3,73	1,90	3,322	3,84
2017	6,930	6,196	89,4	3,33	4,53	2,493	3,11	2,40	3,703	3,49
2018	5,514	5,053	91,6	3,01	3,31	2,074	2,64	2,204	2,979	3,33
2019	5,641	5,185	91,9	3,07	3,54	1,369	2,68	2,101	3,816	3,24
2020	4,744	4,609	97,2	3,18	2,69	0,875	2,94	2,054	3,734	3,24
2021	4,520	3,724	82,4	2,18	2,65	1,481	2,14	1,87	2,243	2,21
2022	5,088	4,010	78,8	2,30	3,22	1,637	2,43	1,868	2,373	2,22
2023	4,169	3,434	82,4	2,21	3,15	2,468	2,37	1,019	0,966	1,89
2024	3,893	2,707	69,5	2,20	2,88	1,824	2,90	1,013	0,883	1,47
2025	3,756	1,799	48,0	1,66	2,53	0,840	2,05	1,226	0,959	1,42
2026	3,520				2,29			1,23		

Наиболее полные данные, охватывающие все промысловые районы Японского моря, были получены по донным траловым съемкам 2015, 2018, 2022, 2023 и 2025 гг. (табл. 8, рис. 9).

Таблица 8

Оценки промыслового запаса (тыс. т) креветки северной в промысловых районах Японского моря по данным донных траловых съемок

Район\Год	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Приморье южное	45,3	33,1	-	22,7	24,6	-	-	4,4	5,8	-	4,756
Приморье северное	24,3	22,5	-	24,3	-	21,1	-	8	3,7	-	5,527
Зап.-Сах-ая	16,4	-	-	16,7	-	22,7	-	11,2	3,9	-	5,792
ВСЕГО	86	-	-	63,6	-	-	-	23,6	13,5	-	16,075



Рис. 9. Оценки промыслового запаса (тыс. т) креветки северной в промысловых районах Японского моря по данным донных траловых съемок

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 2022-2025 г., что является одним из наиболее низких значений запаса за период с 2006 г.

В 2025 г., северная креветка была отмечена на 120 станциях (41%) по всему району исследований (рис. 10), на акватории площадью 34 тыс. кв. км, в широком диапазоне глубин 64-509 м, с придонной температурой от -0,4 до 3,3°C. Относительно плотные скопления этой креветки, более 2 т/кв. км, наблюдались на глубинах 250-450 м (табл. 9), в подзоне Приморье южнее 44°30 с.ш. и на свале глубин в центральной части Татарского пролива. Максимальная плотность креветок (3,8 т/кв. км) была отмечена на глубине 400 м (42°32' с.ш., 133°41' в.д.), площадь скопления составила около 10 тыс. кв. км.

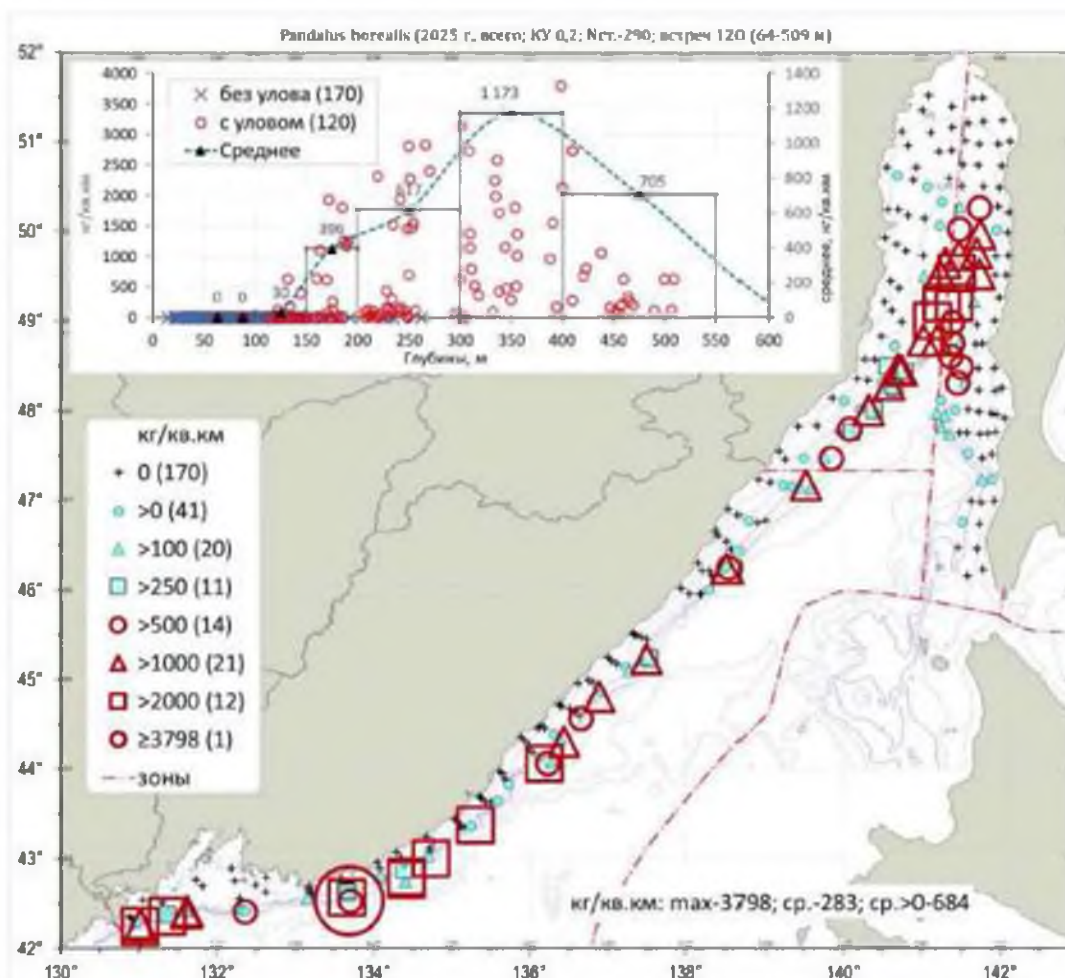


Рис. 10. Пространственное распределение (кг/кв.км, КУ 0,2) биомассы креветки северной в Японском море, по данным донной траловой съемки в апреле-июне 2025 г.

Таблица 9

Батиметрическое распределение (кг/км², КУ=0,2) креветки северной в подзоне Приморье южнее м. Золотой, по данным донной траловой съемки донной траловой съемки в аиреле-июне 2025 г. Примечание: ЧВ - частота встреч

Глуб., м	Ст-ций	Всего (кг/кв.км)					Промысловые особи (кг/кв.км)						Непр. %
		ЧВ, N	ЧВ, %	Ср.	Мин.	Макс.	ЧВ, N	ЧВ, %	Ср.	Мин.	Макс.	%	
>15	14	0	0	-	0,0	0,0	0	0,0	~	~	~	~	~
>50	26	0	0	-	0,0	0,0	0	0,0	~	~	~	~	~
>75	9	0	0	-	0,0	0,0	0	0,0	~	~	~	~	~
>100	27	5	18,5	0,3	0,2	4,6	2	7,4	0,2	2,2	4,2	81,2	18,8
>150	13	6	46,2	21,9	0,2	264,7	5	38,5	21,7	2,5	263,1	99,1	0,9
>200	24	21	87,5	258,7	0,9	2828,2	18	75,0	150,1	2,3	2265,9	58,0	42,0
>300	16	16	100	1621,1	6,4	3798,2	16	100,0	1172,5	5,4	2763,1	72,3	27,7
>400	12	12	100	1010,8	121,0	2742,0	12	100,0	850,6	86,4	2649,4	84,2	15,8
27-509	141	60	42,6	316,1	0,2	3798,2	53	37,6	233,0	2,2	2763,1	73,7	26,3

Всего, за период исследований, был проведен биологический анализ 9135 экз. креветки северной. Размеры особей по длине тела (ДТ) варьировали в пределах 31-148 мм и 7-38,4 мм по длине карапакса (ДК), средний размер

по ДТ составил 90,03 мм (ДК-22,9 мм) (табл. 10). Индивидуальная масса особей колебалась в пределах 0,1-33 г, составив в среднем 7,5 г.

Таблица 10

Размерные и весовые характеристики креветки северной в промысловых районах Японского моря по данным донной траловой съемки в апреле-мае 2025 г. (Пром. - промысловые, Перех. – переходные особи)

Показатель	Длина тела (ДТ), мм					ДК, мм		Масса, г	
	Самцы	Перех.	Самки	Всего	Пром.	Всего	Пром.	Всего	Пром.
Все районы									
Промер	5149	579	3316	9135	5300	9135	5300	9135	5300
%	70,41	6,93	21,77	100,00	46,63	100,00	46,63	100,00	71,01
Мин.	31,0	66,0	87,0	31,0	90,0	7,0	22,9	0,2	6,5
Макс.	123,0	117,0	148,0	148,0	148,0	38,4	38,4	32,7	32,7
Средн.	81,54	102,87	113,15	90,03	105,31	22,90	27,00	7,53	11,46
Ош.(±)	0,17	0,43	0,12	0,18	0,14	0,05	0,19	0,36	0,05

В 2025 г., было отмечено изменение размерного состава северной креветки во всех промысловых районах, в сторону значительного сокращения доли промысловых особей до 47%, и увеличения доли непромысловых особей размером по ДТ 72-87 мм (рис. 11). Динамика размерного состава северной креветки в п/з Приморье южнее м. Золотой приведена на рисунке 12.

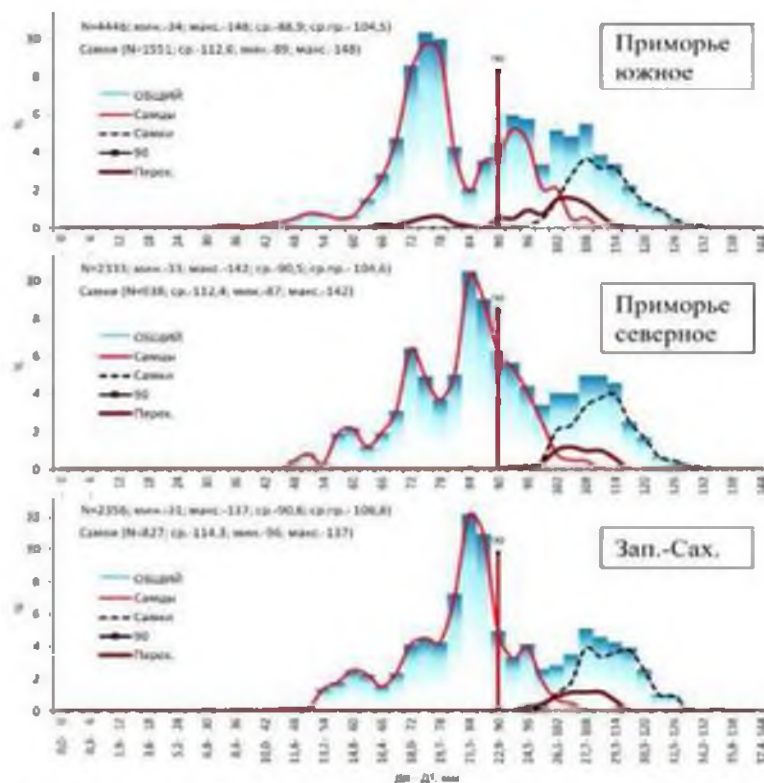


Рис. 11. Размерный состав креветки северной в промысловых районах Японского моря по данным траловой съемки в апреле-июне 2025 г.

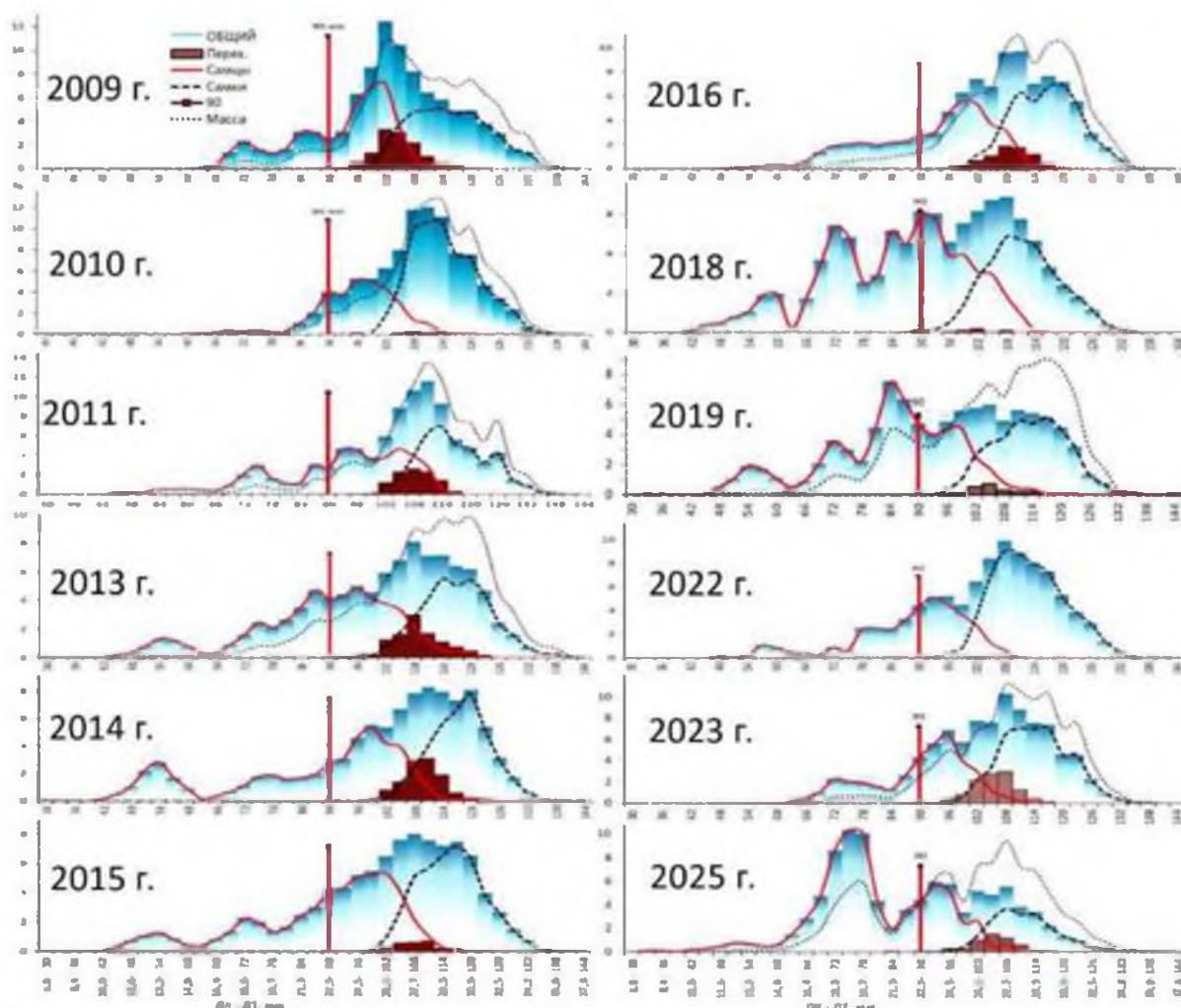


Рис. 12. Динамика размерного состава северной креветки в п/з Приморье южнее м. Золотой. Вертикальная линия – промысловая мера (90 мм)

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 учтенной 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 13*. 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.

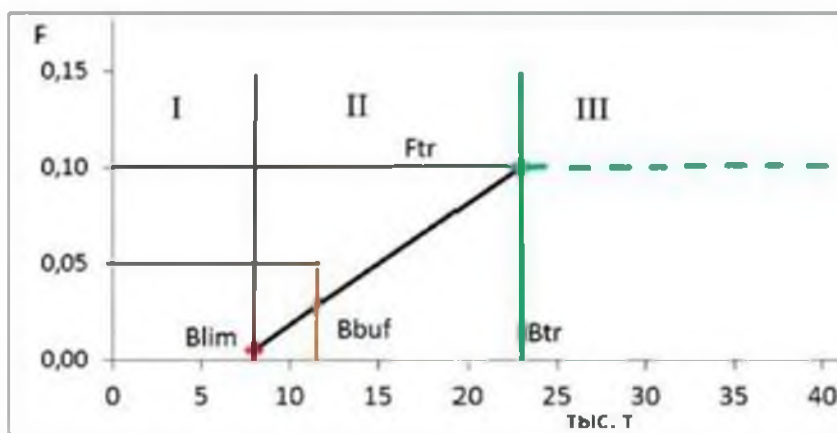


Рис. 13. Графическое представление ПРП для северной креветки в подзоне Приморье южнее м. Золотой в рамках предосторожного подхода. Режимы регулирования: I – режим полного запрета на промысел, II – режим восстановления запаса, III – режим постоянной интенсивности промысла.

Прогнозирование состояния запаса. Оценка запаса северной креветки в южной части подзоны Приморье в 2025 г., полученная по результатам моделирования, находится в 95% доверительном интервале 17,83-27,06 тыс. т, в среднем – 22,44 тыс. т. Оценка ожидаемой в 2027 г. величины запаса находится в доверительном интервале 11,16-32,91 тыс. т, в среднем – 22,03 тыс. т (*рис. 14*).

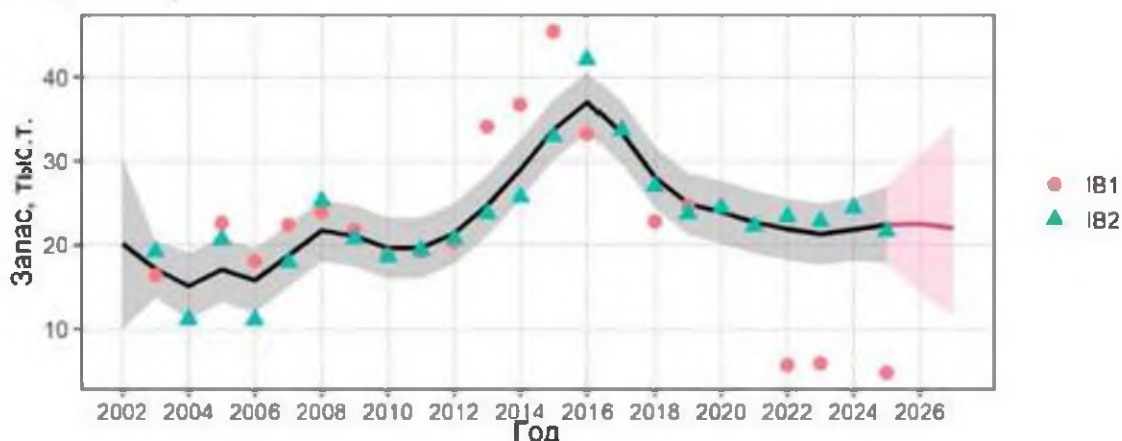


Рис. 14. Динамика промысловой биомассы. IB1 – оценки запаса, IB2 – интенсивность промысла.

Обоснование объема ОДУ. Согласно построенного ПРП, оптимальная доля изъятия северной креветки в южной части подзоны Приморье составит 9%. Таким образом, ОДУ в 2027 г. может составить 1,98 тыс. т (рис. 15).

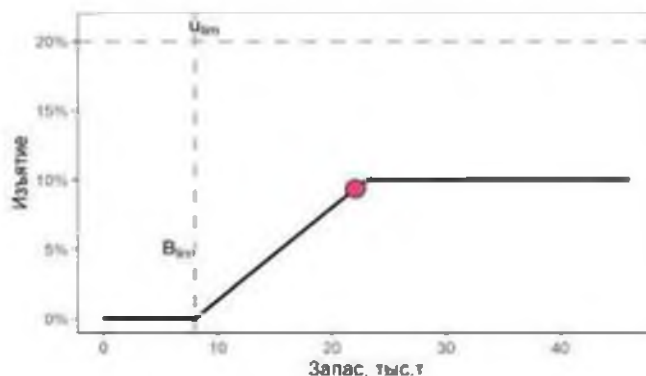


Рис. 15. Графическое представление ПРП

Ожидаемая в 2027 г. величина запаса демонстрирует довольно высокую неопределенность, однако риск достижения биомассой граничного ориентира отсутствует (рис. 16).

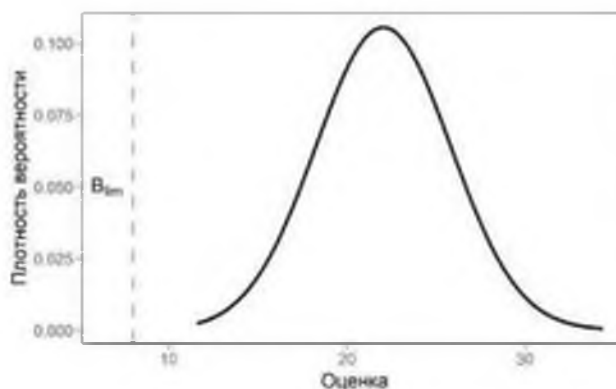


Рис. 16. Распределение вероятности для ожидаемой биомассы запаса

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., 2020 г. (197 станций), 2022 г. (128 станций), в 2024 г. (67 станций) и 2025 г. (150 станций) – (рис. 17), а также данные, собранные в ходе промышленного лова северной креветки (в 2025 г. выполнено – 585 траловых станций, промерено 5474 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.

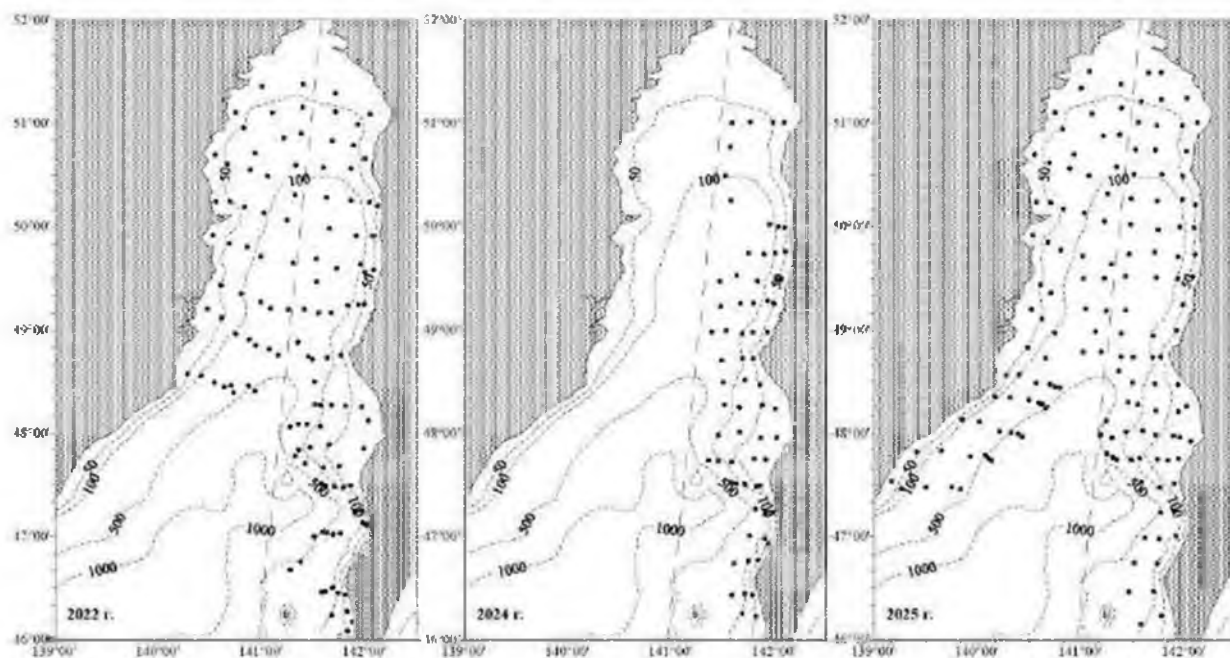


Рис. 17. Карта-схема учетных тралений НИС в Татарском проливе в 2022, 2024 и 2025 гг.

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 [Pope, 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. отмечался 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 вели 10–16 траловых судов.

Несмотря на активный промысел северной креветки в Татарском проливе, уловы на усилие держались до 2020 г. на относительно стабильном уровне – в среднем около 200-250 кг на 1 час траления для судов класса СТМ (табл. 11). Максимальные суточные выловы северной креветки в Татарском проливе на одно судно достигали 8–17 т. Величины ОДУ составляли около 3-4 тыс. т, что соответствовало уровню текущих запасов.

В то же время, начиная с 2012 г. и по 2022 г. включительно, в подзоне Приморье на участке севернее м. Золотой ежегодно наблюдалось переосвоение ОДУ северной креветки. В 2017 и 2018 гг. оно превысило рекомендованный уровень в 1,5 раза, а в 2019 и 2020 гг. – почти в два раза (189 и 192%, соответственно). В 2021-2024 гг. освоение выделенных лимитов в Западно-Сахалинской подзоне находилось в пределах 52-97%, в подзоне Приморье на участке севернее м. Золотой – 96-134 (табл. 11).

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. В Западно-Сахалинской подзоне промысловая обстановка характеризовалась низкими показателями. Уловы на усилие составляли 149 кг/час траления, годовой вылов – 676 т или 52% от ОДУ.

В 2022 г. годовой вылов северной креветки в подзоне Приморье севернее м. Золотой составил 2508 т или 134% от рекомендованного, в Западно-Сахалинской подзоне – 1163 т или 93%. Уловы на усилие 2022 г., как и в 2021 г., были невелики и составили в подзоне Приморье севернее м. Золотой 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 Российской Федерации 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 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.

Таблица 11

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
2024	675	487	204	1013	1292	164	1688	1779	188
2025	817	532	181	1226	1028	243	2043	1560	225

В 2024 г. промысел в первой половине года из-за сложной ледовой обстановки в январе-феврале и продления запрета тралового лова креветок в Татарском проливе на март практически не велся, поэтому основная часть ОДУ была освоена во второй половине года. Годовой вылов в Западно-Сахалинской подзоне составил 486 т или 72% от ОДУ, в подзоне Приморье севернее м. Золотой – 128% (1292 т). Недоосвоение квот в Западно-Сахалинской подзоне связано с наложенными ограничениями на промысел для ООО «Аквамарин». Промысловые показатели были выше предыдущего года, уловы на усилие в подзоне Приморье севернее м. Золотой составили 164 кг/час траления, в Западно-Сахалинской подзоне 204 кг/траление.

Промысел 2025 г. характеризовался не только уже традиционной сложной ледовой обстановкой в начале года, частыми штормами в течение всего года, но и ограничениями, введенными на промысел северной креветки Татарского района по ограничению сроков и районов промысла. Именно эти обстоятельства несмотря на неплохие промысловые показатели (181 кг/порядок в Западно-Сахалинской подзоне, 243 кг/порядок в подзоне Приморья на участке севернее м. Золотой) не позволили в полном объеме

освоить ОДУ. Доля освоения северной креветки в первой половине года составила 19% в Западно-Сахалинской подзоне и 28% в севернее м. Золотой. Годовой вылов составил: Западно-Сахалинская подзона – 532 т или 65% от годового ОДУ, Приморье севернее м. Золотой – 1028 т или 84% от годового ОДУ.

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. показала снижение численности северной креветки в Татарском проливе более чем в два раза по сравнению с 2020 г. – до 18 793 т (*рис. 18*). Съемка 2024 г. была выполнена только в Западно-Сахалинской подзоне, при этом станциями был охвачен не весь район обитания северной креветки, что привело к значительному недоучету. По результатам научной съемки промысловая биомасса северной креветки в водах Западно-Сахалинской подзоны составила 3150 т.

Съемка 2025 г. показала постепенный рост численности северной креветки в Татарском проливе по сравнению с 2024 г. Промысловый запас северной креветки в акватории Западного-Сахалина составил – 6645 тонн, в акватории зоны Приморья севернее м. Золотой – 5500 тонн.

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 полимодален. В 2016 г. в уловах отмечались размерные группы в значении 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 чуть в большей мере проявились младше возрастные группы с размерами 75–80 мм (7,1%). Основу уловов составляли промысловые самки длиной 110–120 мм (49,9%).

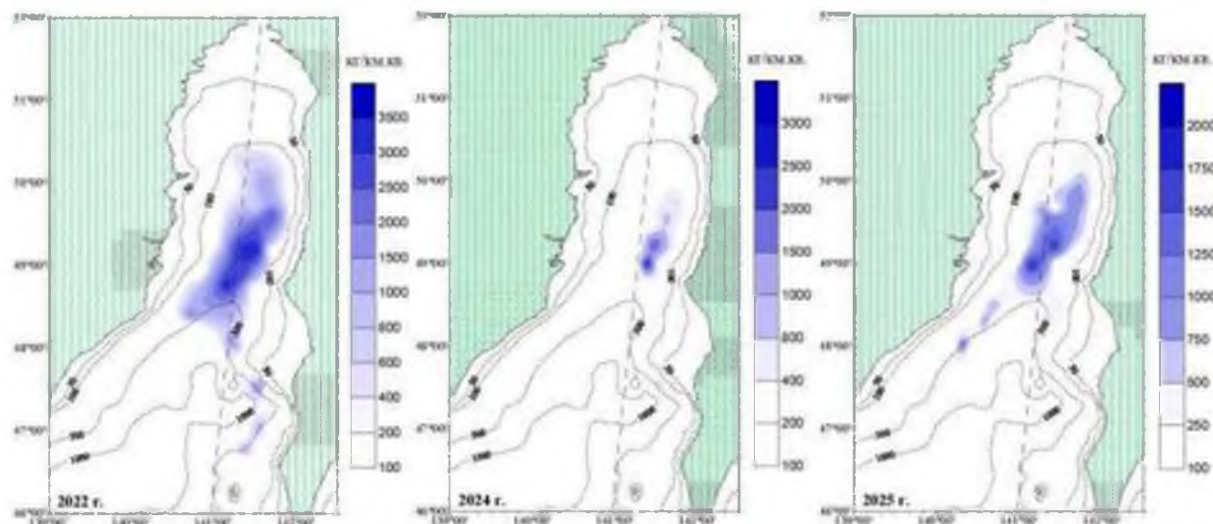


Рис. 18. Пространственное распределение креветки северной в Татарском проливе в 2018, 2022, 2024 и 2025 гг.

В 2018 г. средний промысловый размер особей в уловах был равен 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%).

В 2021 г. размерный состав северной креветки Татарского пролива вследствие элиминации старших возрастных групп значительно изменился. 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 отмеченная в 2021 г. мода сместилась на 115–130 мм (76,6%). При этом наблюдалась крайне низкая величина пополнения (1,1%) и почти полное отсутствие промысловых особей в размерном классе 90–105 мм (7,5%).

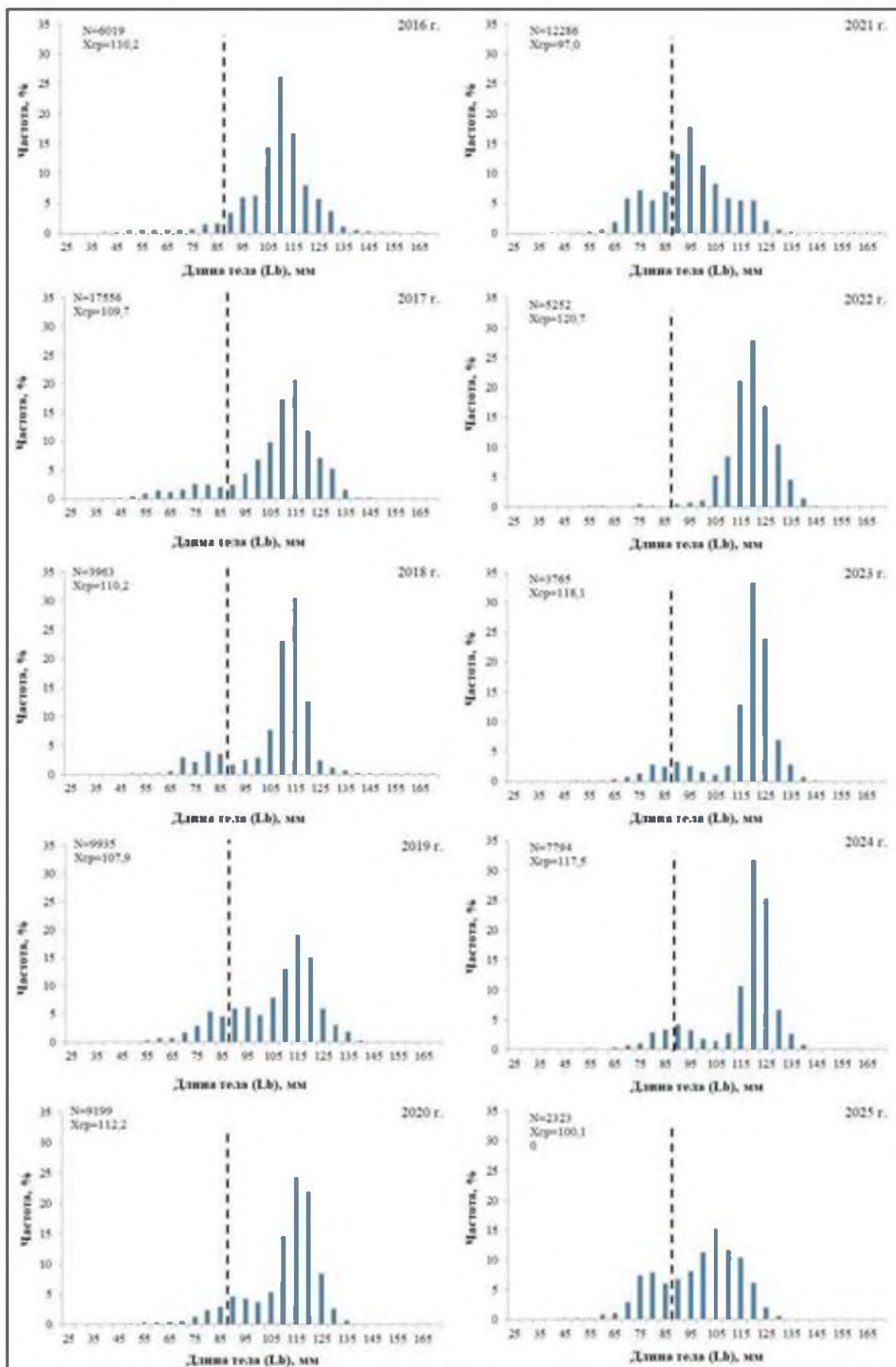


Рис. 19. Частотное распределение промысловой длины тела (Lb) креветки северной в Татарском проливе с 2016 по 2025 гг. (по данным из промысловых уловов)

Анализ промысловых уловов 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 также пополнение в размерном классе 75-95 мм (11%). В 2024 г. отмечаемая ранее динамика продолжалась, отмечается постепенное увеличение доли не промысловых особей (до 15,7%) при наличии достаточной доли промысловых особей, позволяющих вести устойчивый промысел. Основу уловов составляли самки с размерами 115-125 мм (48,1%). Среди особей непромыслового размера выделялись размерные классы 75-85 мм (12,6%), которые в ближайшие годы пополнят промысловую часть запаса.

В 2025 г. заметно выделялись две возрастные когорты: в правой части размерной диаграммы (рис. 19) – урожайное поколение, представленное особями с модой 100–115 мм (49%), и левее – очередное урожайное поколение, которое вступит в промысел в ближайшие два года, размером 75–80 мм (15%).

В уловах северной креветки обычно преобладают особи в возрасте 3–5 лет. В 2016 г. в уловах преобладали 4-летние особи, их доля в общем улове составляла от 45,7. Доля 3-леток, часть из которых в текущем году впервые вступили в промысел, составила 27,8%. Средний возраст популяции составил 3,9 лет (табл. 12).

Таблица 12

Возрастной состав креветки северной (%) в Татарском проливе (по данным 2016–2025 гг.)

Возраст, лет	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	Средний возраст, лет
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
2024	0,1	2,6	12,8	28,2	32,2	22,0	2,0	0,0	4,6
2025	0,6	5,2	21,2	51,3	21,0	0,7	0,0	0,0	3,9
Среднее	0,5	5,5	16,3	46,3	24,0	6,6	0,7	0,1	4,1

В 2017 г. в уловах преобладали 4-летние особи (56,7%) и старше. В 2018 г. основу уловов также 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 также 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 особей в возрасте 2 лет (16,4%). В 2022 г. в уловах доминировали креветки 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. В 2024 г. основу уловов составляли особи 4-6 лет (82,4%), при этом по сравнению с предыдущим годом увеличилась доля младших возрастных групп. Средний возраст популяции составил 4,6 лет.

В 2025 г. характеризовалась омоложение популяции северной креветки Татарского пролива в следствии элиминации старше возрастных самок и появлению урожайных поколений средней численности. Средний возраст популяции составил 3,9 года, при этом в уловах доминировали 4-х летки (51,3%).

Анализ биопромышленной информации свидетельствует о стабилизации в последние годы запаса северной креветки в Татарском проливе на несколько пониженном, в сравнении с предшествующим периодом, уровне. Этому способствовали принятые в 2023-2025 гг. дополнительные охранные меры, соблюдение которых в дальнейшем позволяет рассчитывать на восстановление численности северной креветки в Татарском проливе.

Определение биологических ориентиров.

Для расчета целевых и граничных ориентиров управления запасом северной креветки в Татарском проливе была построена равновесная производственная 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 максимально 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 V_{lim} , но меньше V_{tr} , то величина изъятия устанавливается в соответствии с величиной запаса

$$F_1 = \frac{(F_{tr}-F_0)(B_1-B_{lim})}{B_{tr}-B_{lim}} + F_0 \text{ [Бабаян, 2000].}$$

III – режим постоянной интенсивности промысла $V_1 > V_{tr}$. Если прогнозируемая величина запаса больше V_{tr} , то величина изъятия постоянна $F_1 = \text{const} = F_{tr}$.

Коэффициент эксплуатации выражается, как $U = 1 - e^{-F}$. Графическое изображение ПРП представлено на *рисунке 20*.

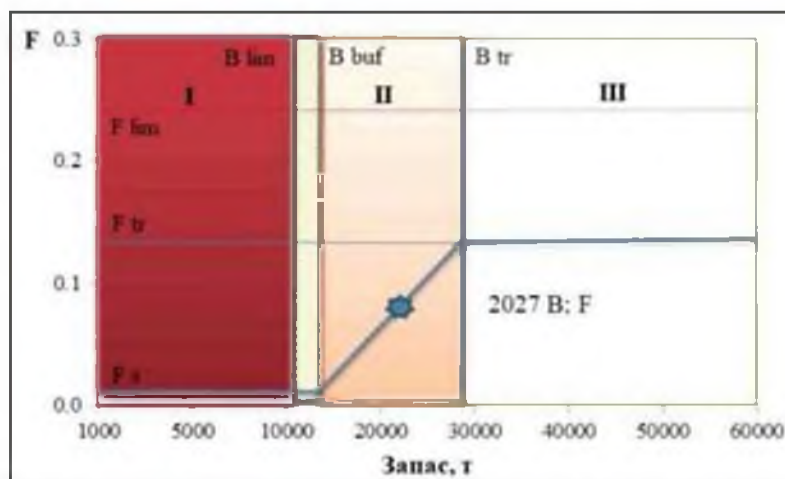


Рис. 20. Графическое представление ПРП для запаса креветки северной Татарского пролива в 2027 г.

Прогнозирование состояния 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 2025 г., и имеющийся массив данных за рассматриваемый период лет, методом виртуально-популяционного анализа (когортный анализ Поупа [Pore, 1972]) определили значения численности и биомассы остатка на 2025 г. и коэффициенты мгновенной промысловой смертности (*табл. 13*).

Таблица 13

Мгновенные коэффициенты промысловой смертности креветки северной в Татарском проливе

Год/возраст	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1+	0.00	0.00	0.04	0.01	0.01	0.00	0.01
2+	0.07	0.03	0.10	0.01	0.01	0.01	0.04
3+	0.14	0.09	0.10	0.09	0.03	0.06	0.05
4+	0.59	0.40	0.08	0.17	0.08	0.26	0.22
5+	0.44	0.22	0.19	0.18	0.16	0.23	0.23
6+	0.40	0.40	0.08	0.38	0.37	0.28	0.30
7+	0.40	0.40	0.40	0.40	0.25	0.27	0.27
Среднсс	0.23	0.22	0.14	0.18	0.15	0.16	0.16

Промысловый запас северной креветки представлен особями в возрасте трех лет и старше. Численность трехлеток для 2027 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 14*.

Таблица 14

Расчет прогноза промыслового запаса креветки северной в Татарском проливе

Возраст	N 2026	B 2026	N 2027	B 2027	U	C	Y
	млн экз.	тыс. т	млн экз.	тыс. т	%	млн экз.	тыс. т
3	717,5	5,740	794,0	6,351	9	71,5	0,572
4	730,0	12,044	511,8	8,445	9	46,1	0,760
5	168,4	4,211	299,5	7,488	9	27,0	0,674
6	22,8	0,628	30,0	0,826	9	2,7	0,074
7+	4,4	0,150	1,5	0,050	9	0,1	0,005
Общее	1643,1	22,773	1636,8	23,161	9	147,3	2,084

Прогнозируемая численность промыслового запаса северной креветки в Татарском проливе на 2027 г. составит 1636,8 млн экземпляров, биомасса – 23,161 тыс. т.

Обоснование объема ОДУ. Запас северной креветки в Татарском проливе является единой популяцией, поэтому дается общий по проливу прогноз ОДУ на 2027 г. с разбивкой на промысловые подзоны.

Поскольку прогнозируемая величина запаса северной креветки в Татарском проливе на 2027 год больше значения B_{lim} , но меньше B_{tr} , необходимо в рамках «предосторожного» подхода вести промысел в режиме восстановления запаса.

Величина промыслового запаса креветки северной в Татарском проливе на 2027 г. прогнозируется на уровне 23161 т. В соответствии с разработанными правилами регулирования промысла, для данного уровня состояния запаса рекомендуемый уровень промыслового изъятия в 2027 г. составит 9% (2084 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 стандартной учетной траловой съемки, которая наиболее полно отражает распределение северной креветки, выполненной 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. 21).

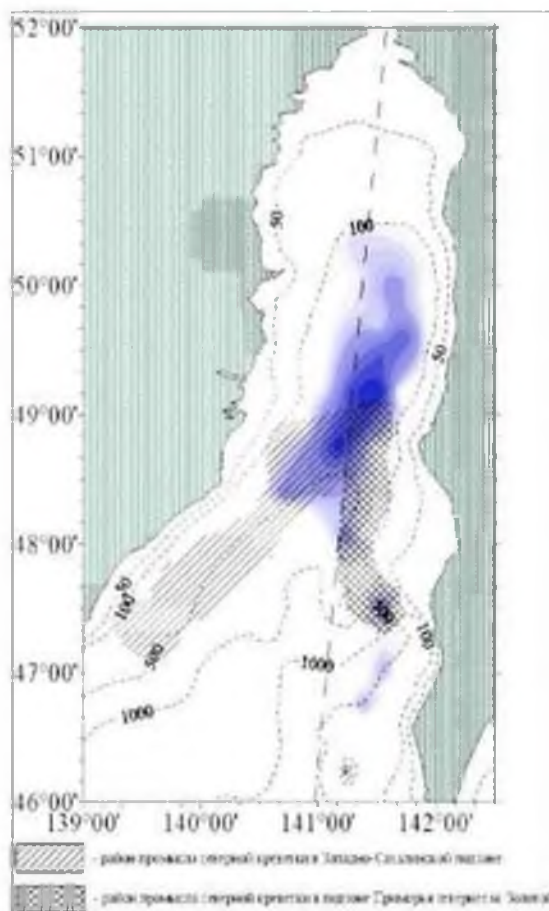


Рис. 21. Пространственное распределение и соотношение запасов креветки северной по подзонам в Татарском проливе, по результатам учетной траловой съемки 2022 г., и районы промысла креветки, выделенные по данным промысловой статистики.

Прогнозируемая на 2027 г. величина промыслового запаса креветки северной в подзоне Приморье, южнее м. Золотой составит 22,03 тыс. т. Согласно ПРП, оптимальная доля изъятия северной креветки в южной части подзоны Приморье составит 9%, что соответствует изъятию в 1,98 тыс. т.

Суммарная величина ОДУ креветки северной в подзоне Приморье на 2027 г. составит 3,210 тыс. т., в Западно-Сахалинской подзоне – 0,820 тыс. т.

Таким образом, рекомендуется установить ОДУ креветки северной на 2027 г. в следующих объемах:

- в подзоне Приморье – 3,210 тыс. т, в том числе 1,980 тыс. т – южнее м. Золотой (к югу от параллели 47°20' с.ш.) и 1,230 тыс. т – севернее м. Золотой (к северу от параллели 47°20' с.ш.);
- в Западно-Сахалинской подзоне – 0,820 тыс. т.

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)
Куратор: Д.В. Артеменков (ВНИРО)

По современным представлениям о распределении беспозвоночных и рыб и районировании вод дальневосточных морей в Японском море в водах Российской Федерации обитает две самостоятельные группировки креветки гребенчатой – одна в подзоне Приморье к югу от м. Золотой вплоть до зал. Петра Великого (участок южнее м. Золотой), вторая населяет Татарский пролив. Во втором случае ареал группировки захватывает два рыбопромысловых района – северную часть подзоны Приморье (участок севернее м. Золотой) и Западно-Сахалинскую подзону. Традиционно управление промыслом для двух этих промысловых районов, включая сбор материала, оценку и прогнозирование состояния запасов, выделение ориентиров управления, разработку правил регулирования промысла (ПРП) и определение ОДУ осуществлялось раздельно.

До 31.12.2018 г. распределение квот для осуществления прибрежного рыболовства и установление режима регулирования промысла ВБР, в рамках определения общего допустимого улова (ОДУ) или (РВ), в пределах подзоны Приморье (61.06.1) между Хабаровским и Приморским краем осуществлялось раздельно для участков к северу и к югу от м. Золотой. Начиная с 01.01.2019 г. вступили в силу изменения к Федеральному закону №166-ФЗ от 20 декабря 2004 г. «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» (далее - №166-ФЗ). Рядом поправок в №166-ФЗ было введено единое промысловое пространство и иная трактовка понятия прибрежное рыболовство, что автоматически оставляет такое разделение вне правового поля. На текущий момент необходимо обоснование единой величины ОДУ гребенчатой креветки для подзоны Приморье.

В рамках настоящего обоснования, как и ранее, оценка и прогнозирование состояния запасов, выделение ориентиров управления, разработка правил регулирования промысла (ПРП) и определение величины допустимого изъятия для двух группировок гребенчатой креветки южнее и севернее м. Золотой осуществлено раздельно. В дальнейшем, часть величины допустимого изъятия из запаса, обитающего севернее м. Золотой, формирует ОДУ данного объекта в Западно-Сахалинской подзоне. Вторая часть, в сумме с допустимой величиной изъятия из запаса южнее м. Золотой определяет ОДУ в подзоне Приморье.

Для каждой из двух частей обоснования в отдельности, сохранены

принципы его формирования и последовательность обязательных разделов, определенные приказом Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104 «О представлении материалов, обосновывающих общие допустимые уловы водных биологических ресурсов во внутренних водах Российской Федерации, в том числе во внутренних морских водах Российской Федерации, а также в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях, а также внесения в них изменения».

Участок южнее м. Золотой (47°20' с.ш.)

Анализ доступного информационного обеспечения. В основу прогноза ОДУ гребенчатой креветке на 2027 г. положены материалы донных траловых съемок, проведенных в подзоне Приморье в 2007- 2025 гг. и данные промысла за эти годы.

В 2025 г., учетные работы в Японском море были проведены с борта НИС СТР «Владимир Сафонов» в период с 12.04 по 14.06.25 г. Исследования проводили в двух подзонах (Приморье, Западно-Сахалинская), в координатах 42°14'8 с.ш. – 51°31'3 с.ш., 130°51'8 в.д. – 142°07'6 в.д. (рис. 1 и 2). Всего было выполнено 290 траловых станций на глубинах 15-509 м. В качестве орудия лова использовали донный трал ДТ-27,1/24,4 с 20 мм вставкой в кутке. Вертикальное раскрытие трала составляло – 2-3 м, расчетное значение горизонтального раскрытия - 16 м, нижняя подбора была оснащена мягким цепным грунтропом. Обследованная площадь составила 90,3 тыс. кв. км. Характеристика учетных работ по районам приведена в *таблице 1 и 2.*

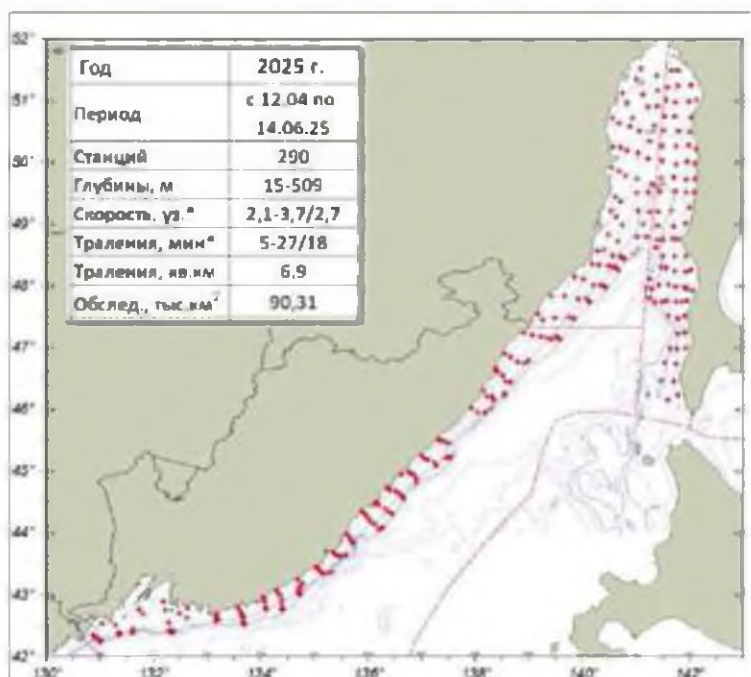


Рис. 1. Карта-схема района работ и точек отбора материалов, выполненных в Японском море на НИС «Владимир Сафонов» в апреле-июне 2025 г. Пунктирной линией обозначены границы подзон и районов.

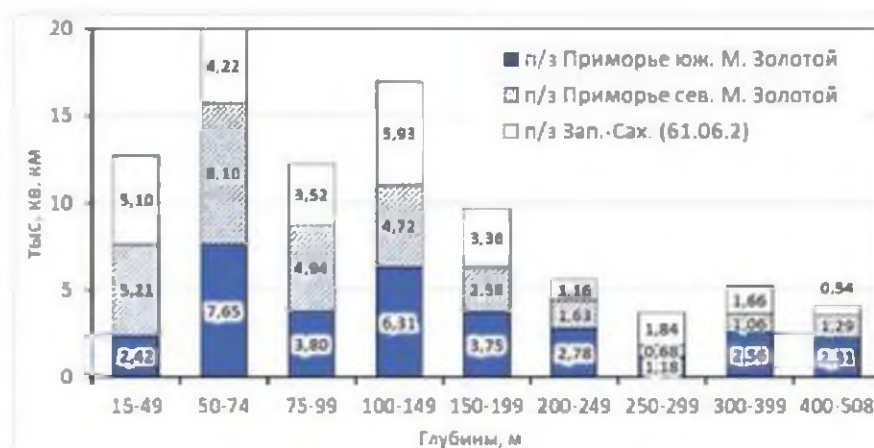


Рис. 2. Сравнение площади (тыс. кв. км) обследованной акватории на НИС «Владимир Сафонов» в промысловых районах Японского моря, в апреле-июне 2025 г.

Таблица 1

Характеристика учетных работ, выполненных на НИС «Владимир Сафонов» в промысловых районах Японского моря, в апреле-июне 2025 г.

Показатель	п/з Приморье	п/з Приморье юж. часть	п/з Приморье сев. часть	Зап.-Сахалин	Всего
Период	с 12.04 по 14.06.25	с 12.04 по 14.06.25	с 07.05 по 20.05.25	с 21.05 по 06.06.25	12.04 - 14.06.25
Станций	210	141	69	80	290
Глубины, м	26-509	26-509	28-466	15-478	15-509
Скорость, уз.*	2,1-3,2/2,6	2,1-3,1/2,6	2,3-3,2/2,6	2,3-3,7/2,8	2,1-3,7/2,7
Траления, мин*	5-27/18	7-27/19	5-20/15	8-20/19	5-27/18
Траления, кв.км	4,84	3,57	1,33	2,05	6,90
Обследовано, тыс. км ²	62,98	32,75	30,23	27,33	90,31

* мин.-макс./ср.

Таблица 2

Количество точек учета, и обследованная площадь на НИС «Владимир Сафонов» в промысловых районах Японского моря, в апреле-июне 2025 г.

Диапазоны глубин, м	п/з Приморье, южная часть		п/з Приморье, север. часть		п/з Зап.-Сахалин		Всего	
	точек	кв.км	точек	кв.км	точек	кв.км	точек	кв.км
15-49	13	2 418	13	5 206	20	5 101	46	12 725
50-74	26	7 645	16	8 102	13	4 217	55	19 965
75-99	10	3 796	9	4 938	9	3 517	28	12 251
100-149	26	6 305	8	4 725	14	5 925	48	16 955
150-199	14	3 750	5	2 584	8	3 361	27	9 694
200-249	17	2 783	5	1 633	4	1 163	26	5 579
250-299	7	1 180	3	684	3	1 841	13	3 705
300-399	16	2 559	5	1 061	6	1 664	27	5 284
400-508	12	2 314	5	1 294	3	542	20	4 150
Всего	141	32 750	69	30 227	80	27 330	290	90 308

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].

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.

За период промысла район обитания гребенчатой креветки в южной части подзоны Приморье был охвачен неравномерно (рис. 3-4).

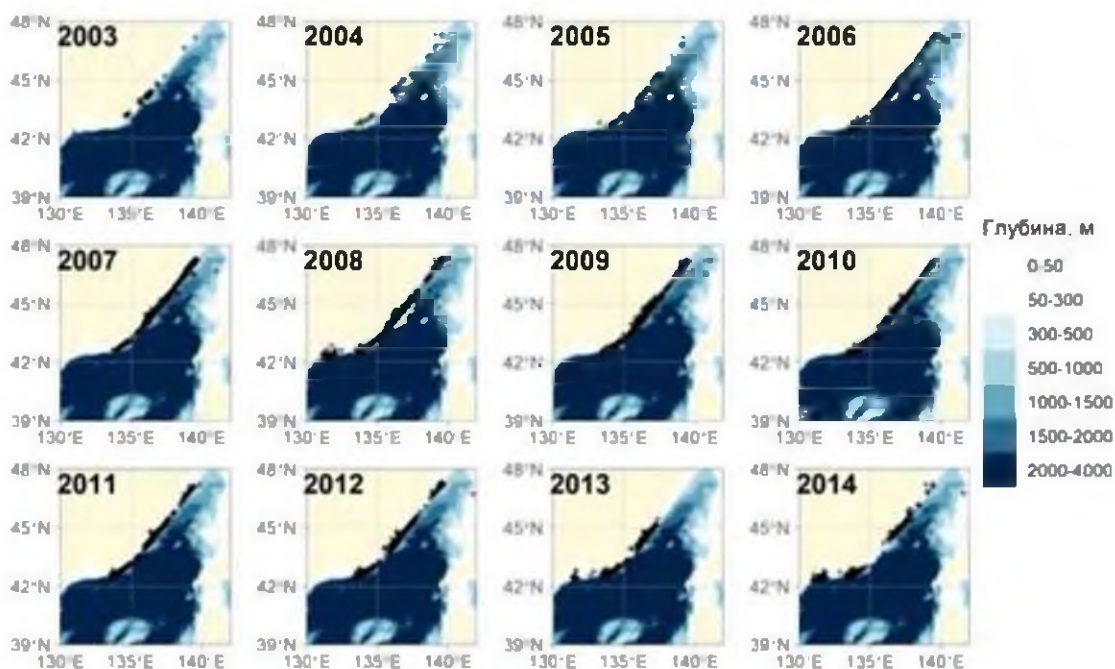


Рис. 3. Распределение промыслового усилия в 2003-2014 гг.

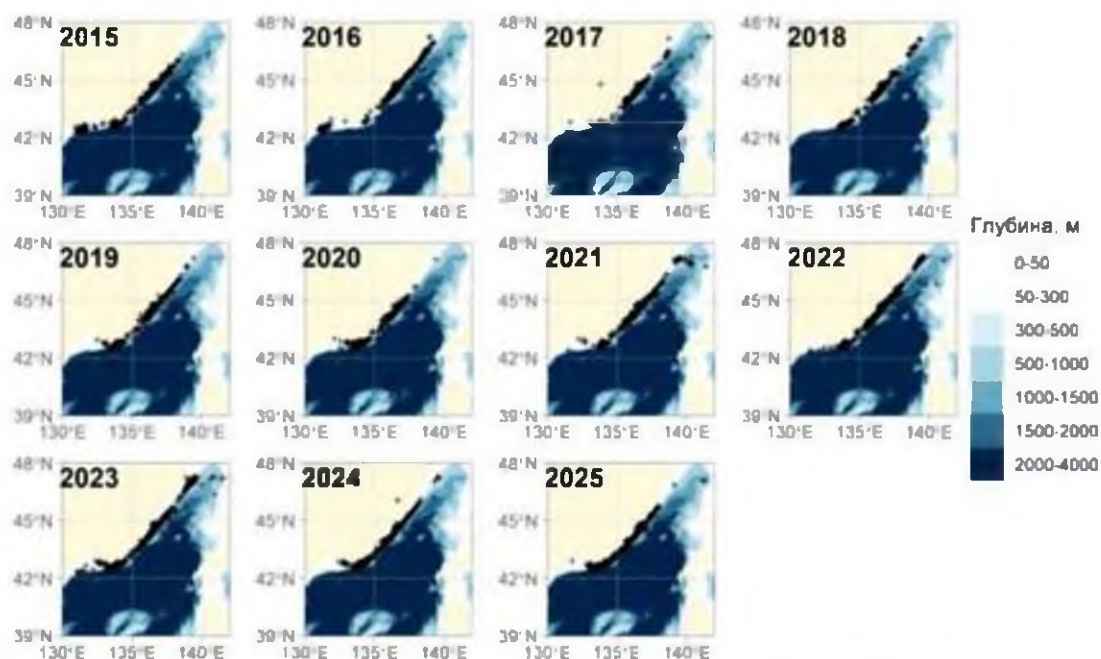


Рис. 4. Распределение промыслового усилия в 2015-2025 гг.

За период эксплуатации лов гребенчатой креветки выполнялся как траловым, так и ловушечным способом. Данные промысловой статистики по каждому из видов промысла стандартизовали отдельно.

На рисунках 5-6 приведена динамика сопутствующих природных и производственных факторов. D — глубина, м, L — длина судна, м, P — мощность двигательной установки, Квт, p_1 — доля года, E — промысловое усилие для судна, сутки. Как видно, эти факторы также изменялись в широком диапазоне.

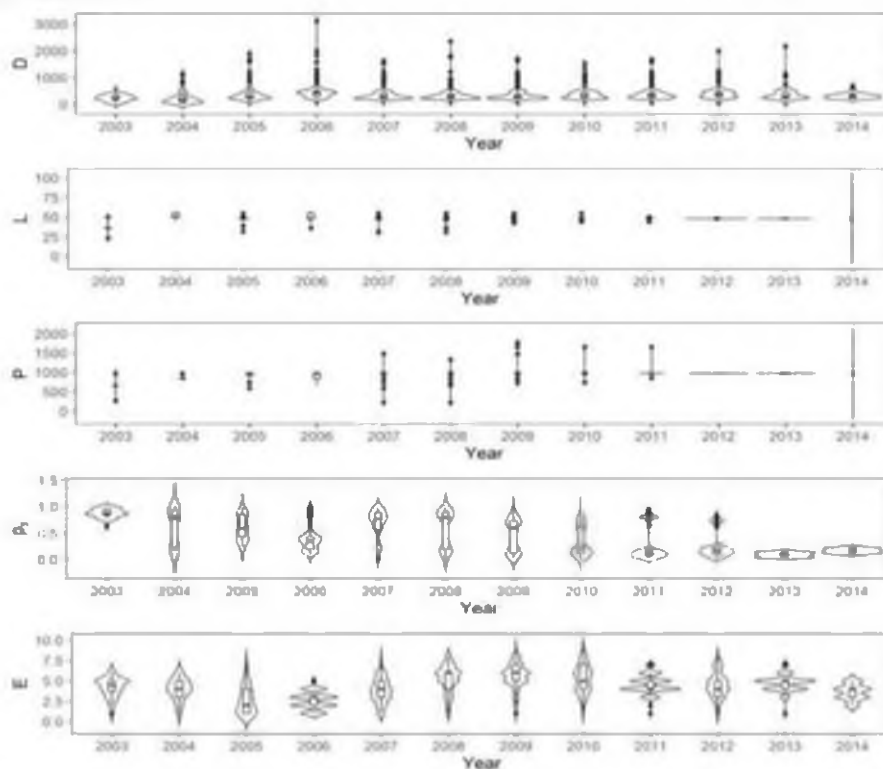


Рис. 5. Динамика значений природных и производственных факторов для тралового промысла в 2003-2014 гг.

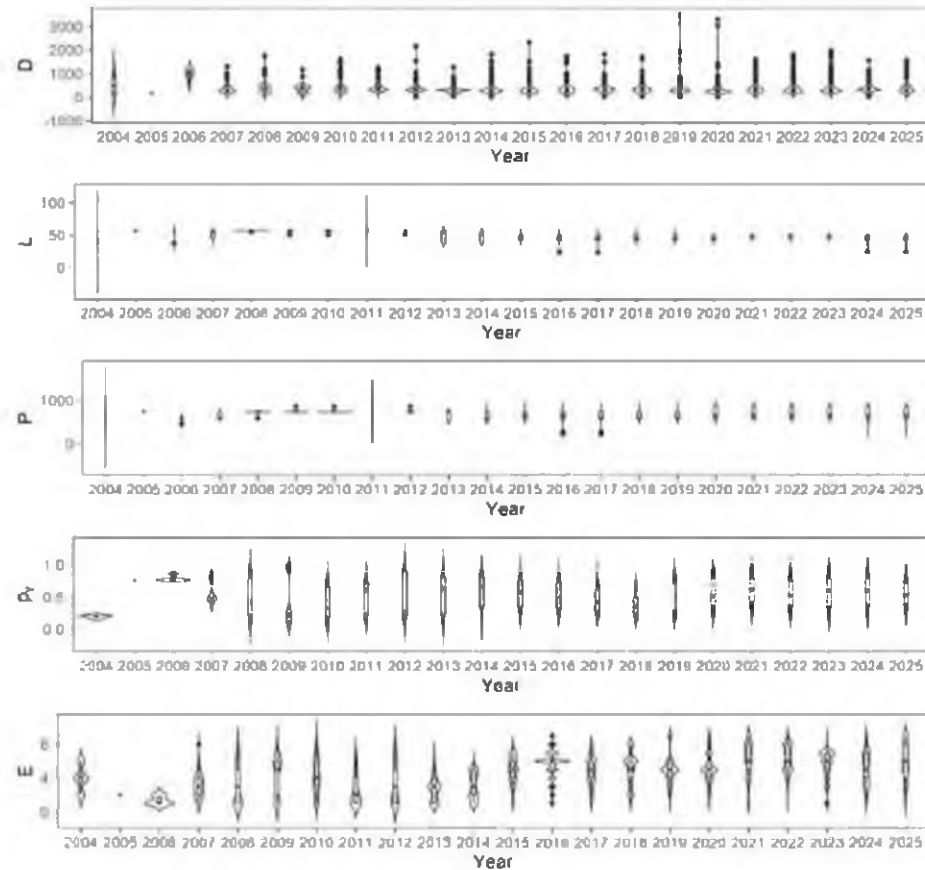


Рис. 6. Динамика значений природных и производственных факторов для ловушечного промысла в 2004-2025 гг.

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

CPUE, catch per unit effort, рассматривали как один из индексов запаса. Рассмотрели влияние на этот показатель различных факторов (табл. 3). В ряде случаев, при использовании переменных, связанных со временем, можно достичь лучших результатов используя циклическое преобразование дат [Müller, Guido, 2016]. Циклическое преобразование дат выполняли по формулам

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

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

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

Факторы, учтенные при стандартизации индекса обилия

Переменная	Обозначение	Единицы измерения
Год	Y	Категориальная переменная
Широта	φ	Градусы с десятичными долями
Долгота	λ	Градусы с десятичными долями
Циклическая компонента 1	d_{sin}	
Циклическая компонента 2	d_{cos}	
Глубина	D	Метры
Длина судна	L	Метры
Мощность двигателя	P	КВт
Суточное промысловое усилие	E	Судо-сутки

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

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

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

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

Рассматривали следующие модели-кандидаты:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

где $CPUE$ – математическое ожидание интенсивности промысла, s – тонкоплечный регрессионный сплайн (TPC) [Wood, 2003], te – тензорное произведение, f^Y – коэффициент для фактора года. Оценка параметров модели произведена методом максимального правдоподобия, оптимизация числа псевдоузлов TPC выполнена методом обобщенной кросс-валидации [Wood, 2004; Wood, 2011]. Для стандартизации интенсивности промысла

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

Наилучшую производительность для тралового промысла показала модель (11) (табл. 4), для ловушечного – модель (13) (табл. 5)

Таблица 4

Информационные критерии и объясненная дисперсия для моделей-кандидатов, траловый промысел

		AIC	BIC	Var _{expl}
<i>a</i>	(4)	1897	1985	5,3%
<i>б</i>	(5)	1885	1995	5,7%
<i>в</i>	(6)	1540	1732	13,1%
<i>г</i>	(7)	1412	1605	15,6%
<i>д</i>	(8)	1316	1527	17,5%
<i>e</i>	(9)	1276	1506	18,4%
<i>ж</i>	(10)	1291	1512	18,0%
<i>з</i>	(11)	1273	1495	18,4%
<i>и</i>	(12)	1255	1500	18,8%
<i>к</i>	(13)	1273	1507	18,4%

Таблица 5

Информационные критерии и объясненная дисперсия для моделей-кандидатов, ловушечный промысел

		AIC	BIC	Var _{expl}
<i>a</i>	(4)	16230	16410	24,3%
<i>б</i>	(5)	15771	15981	26,8%
<i>в</i>	(6)	15317	15630	29,3%
<i>г</i>	(7)	13775	14125	36,8%
<i>д</i>	(8)	13556	13940	37,9%
<i>e</i>	(9)	13094	13511	40,0%
<i>ж</i>	(10)	12564	12934	42,2%
<i>з</i>	(11)	12174	12592	43,9%
<i>и</i>	(12)	12154	12575	43,9%
<i>к</i>	(13)	12021	12393	44,5%

Для стандартизации интенсивности промысла вычисляли ее значения для каждого года, фиксируя значения факторов на медианах. Значения факторов, использованные для стандартизации приведены в *таблицах 6-7*.

Таблица 6

Значения факторов, использованные для стандартизации индексов

Фактор	Значение
φ	136,53
λ	44,48
d_{sin}	0,017
d_{cos}	0,999
P	970
E	5

Таблица 7

Значения факторов использованные для стандартизации индексов

Фактор	Значение
φ	136,41
λ	44,36
d_{sin}	0,017
d_{cos}	0,999
D	299
L	49,5
E	5

Номинальные и стандартизованные значения индексов, приведены на рисунках 7-8.

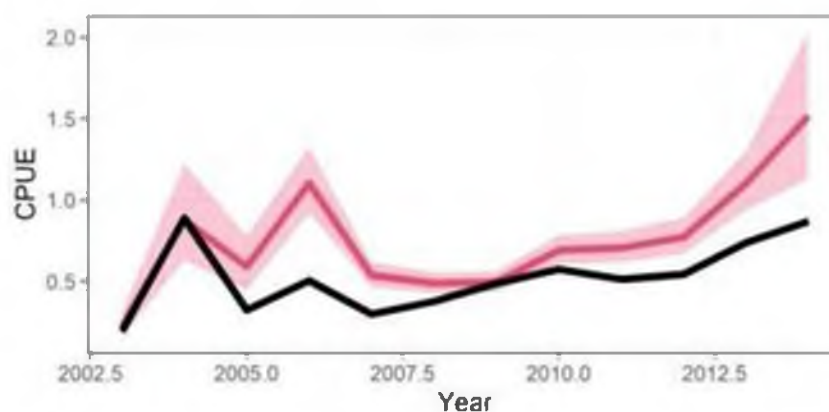


Рис. 7. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов с доверительными интервалами (красная область) для тралового промысла

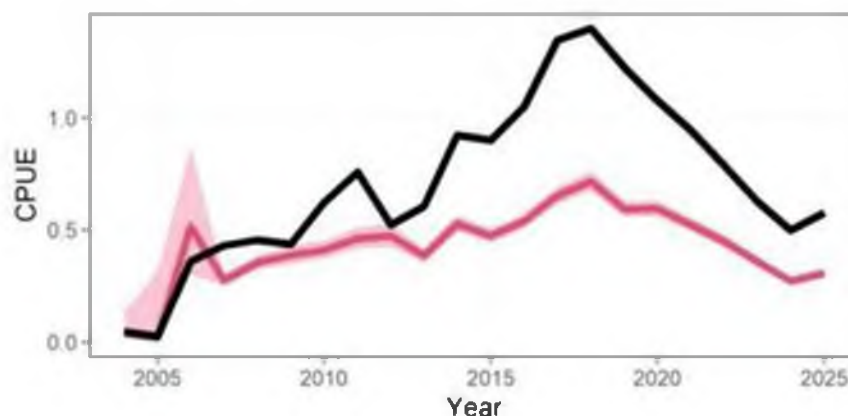


Рис. 8. Номинальные (черная сплошная линия) и стандартизованные значения индексов с доверительными интервалами (красная область) для ловушечного промысла

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

Уравнение модели имеет вид:

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

здесь t – год промысла, a_R – возраст пополнения, w_{a_R} , w_{a_R-1} – соответственно, средний вес рекрута и предрекрута, кг, B_t – общая биомасса промыслового запаса в год t , кг, Y_t – вылов в единицах биомассы в год t , кг, R_t – численность особей, впервые вступивших в промысел в год t , экз., M – мгновенный коэффициент естественной смертности, ρ – коэффициент Броди в уравнении Форда-Уолфорда.

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

$$R_t = \gamma (B_{t-a_R-1} - Y_{t-a_R-1}) e^{-\delta (B_{t-a_R-1} - Y_{t-a_R-1})} \quad (15)$$

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

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

$$B_V = \frac{-1}{\delta} \ln \frac{(1 + \rho)e^{-M} - \rho e^{-2M}}{\gamma (w_{a_R-1} \rho e^{-M} - w_{a_R})} \quad (16)$$

Чтобы избавиться от коррелированности девственной биомассы и параметров модели, что искажает оценку параметров при выполнении сэмпирования, использовались приведенные величины [Meuer, Millar, 1998]:

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

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

Таким образом, используемая модель включает два уравнения процесса:

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

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

И одно уравнение наблюдения:

$$U_{i,t} = Q_i P_t + \theta_i \quad (19)$$

здесь $Q_i = q_i B_V$, q_i – коэффициент улавливаемости, $U_{i,t}$ – биомасса на единицу промыслового усилия в год t (кг) для i -го индекса наблюдения, ϵ_1 , и θ_i , соответственно – шумы процессов и ошибка наблюдения. В данном случае, индексами служили оценки промысловой биомассы по материалам учетных траловых и ловушечных съемок, полученные методом площадей и материалы промысловой статистики, кг/судо-сутки, отдельно для тралового и ловушечного промыслов.

Для представления пространства состояний использовался сигма-точечный фильтр Калмана [Särkkä, 2013; Wan, Van Der Merwe, 2000], параметры модели оптимизировались при помощи генетического алгоритма [Михеев, 2016]. Расчеты выполнялись в среде R [R Core Team, 2022].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. В 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 2025 г. специализированный ловушечный промысел гребенчатой креветки вели 9 судов (табл. 8, рис. 9), вылов на одно судно составил от 70 до 138 т. Суммарный вылов в Российской части Японского моря составил 910 т (84% от ОДУ 2025 г. - 1088 т), что всего на 39 т ниже чем в 2024 г.

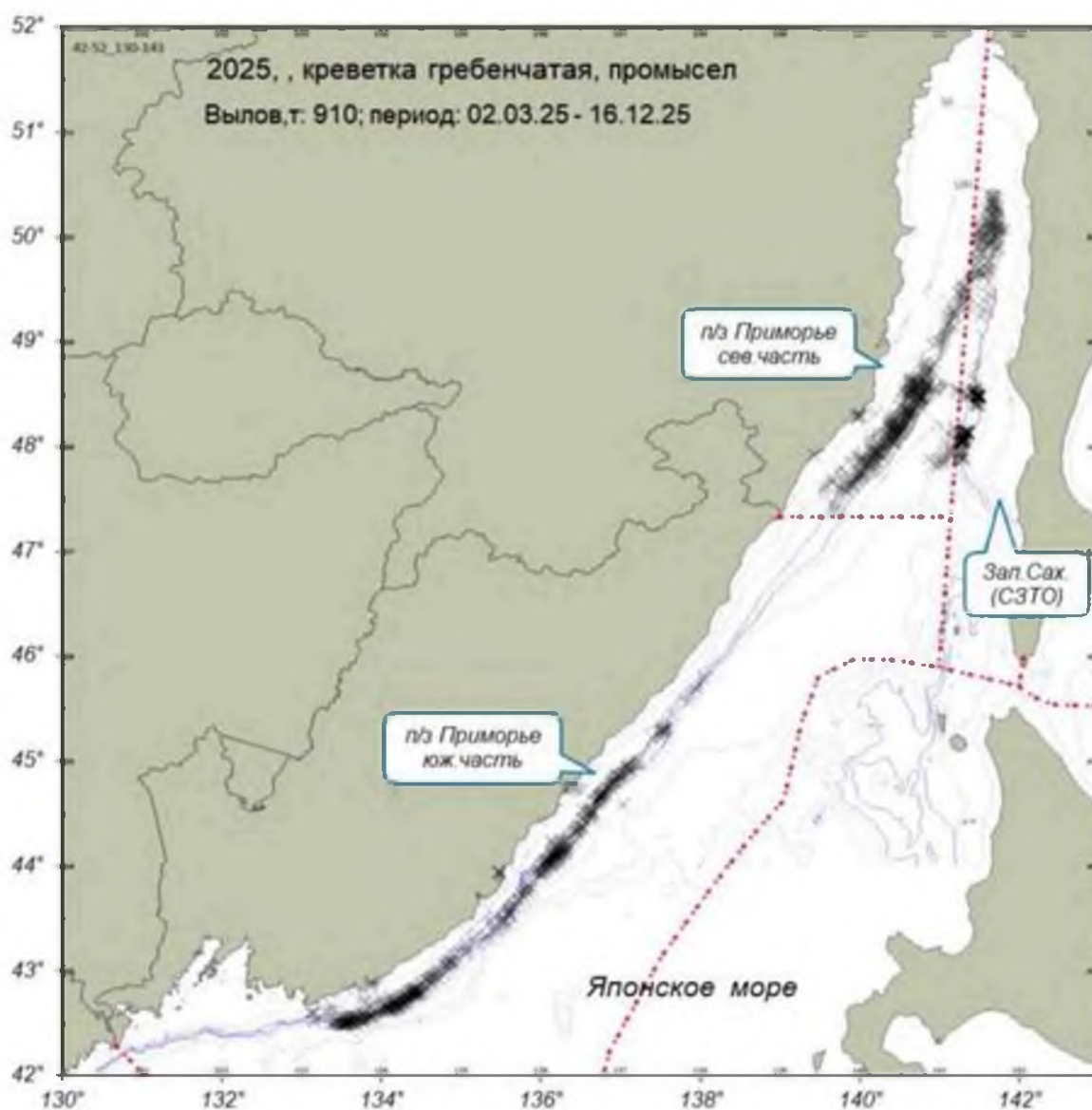


Рис. 9. Карта-схема района и позиций судов на промысле креветки гребенчатой в северо-западной части Японского моря в 2025 г. Примечание: крестики отображают судно-сутки на промысле.

Таблица 8

Результаты работы судов на промысле гребенчатой гребенчатой в северо-западной части Японского моря в 2022-2025 г. Примечание: Приморье (юж. часть – подзона Приморье южнее 47°20' с.ш., Приморье (сев. часть – подзона Приморье севернее 47°20' с.ш.)

Показатель	Приморье юж. часть	Приморье сев. часть	Приморье	Зап.-Сахалинская	Всего
Промысел 2025 г.					
ОДУ 2025, т	506	204	710	378	1088
Вылов, т	450	150	600	310	910
Вылов от ОДУ, %	89%	74%	85%	82%	84%
Судо-сутки	793	735	1528	490	2018
Среднее, т/сут.	0,57	0,20	0,39	0,63	0,45
Судов	5	5	9	6	9
Промысел 2024 г.					
ОДУ 2024 г.	680	192	872	358	1 230
Вылов, т	443	167	610	339	949
Освоенные ОДУ, %	65%	87%	70%	95%	77%
Судо-сутки	889	440	1 329	747	2 076
Среднее, т/сут.	0,50	0,38	0,46	0,45	0,46
Судов	5	5	9	5	9
Промысел 2023 г.					
ОДУ 2023 г.	894	206	1 100	366	1 466
Вылов, т	673	175	848	339	1 187
Освоенные ОДУ, %	75%	85%	77%	93%	81%
Судо-сутки	1 077	510	1 587	589	2 176
Среднее, т/сут.	0,62	0,34	0,53	0,58	0,55
Судов	8	5	9	7	9
Промысел 2022 г.					
ОДУ 2022, т	1170	387	1557	688	2245
Вылов, т	956	81	1037	260	1298
Вылов от ОДУ, %	82%	21%	67%	38%	58%
Судо-сутки	1224	474	1698	314	2012
Среднее, т/сут.	0,78	0,17	0,61	0,83	0,64
Судов	9	3	9	3	9
Промысел 2021 г.					
ОДУ 2021, т	1160	440	1600	714	2314
Вылов, т	1206	91	1296	238	1534
Вылов от ОДУ, %	103,9%	20,6%	81,0%	33,3%	66,3%
Судо-сутки	1274	349	1623	449	2072
Среднее, т/сут.	0,95	0,26	0,80	0,53	0,74
Судов	10	3	10	5	10

В 2020-2025 гг. наблюдается довольно значительное снижение среднегодовых значений улова на усилие (т/судо-сутки) во всех районах Японского моря (рис. 10, табл. 9). Самые низкие промысловые показатели отмечены в северной части подзоны Приморье, в 2025 г. средний вылов в этом районе составил всего 0,2 т/судо-сутки.

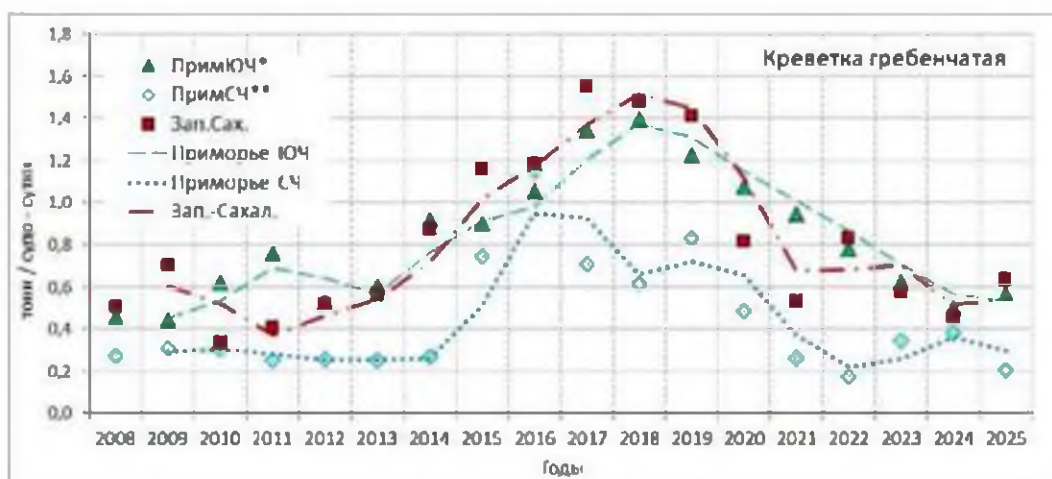


Рис. 10. Динамика улова на усилие (ловушки, т на судно-сутки) креветки гребенчатой в северо-западной части Японского моря. Примечание: здесь и далее Зап.-Сах. п/з – Западно-Сахалинская подзона; Приморье СЧ – часть подзоны Приморье к северу от м. Золотой (47°20' с.ш.); Приморье ЮЧ – часть подзоны Приморье к югу от м. Золотой (47°20' с.ш.)

В южной части подзоны Приморье улов за сутки промысла также значительно снизился - с 1,4 т/сс в 2018 г. до 0,5-0,6 т/сс в 2024-2025 гг. Рекомендуемый ОДУ этой креветки для подзоны Приморье в последние годы осваивается не полностью (табл. 9).

Таблица 9

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

Год	ОДУ, тыс.т	Вылов, тыс.т	Вылов, % ОДУ	т/сс	Южная часть			Северная часть		
					ОДУ, тыс.т	Вылов, тыс.т	т/сс	ОДУ, тыс.т	Вылов, тыс.т	т/сс
2007	0,333	0,302	90,8	0,00	0,231	0,258	0,52	0,102	0,045	0,24
2008	0,412	0,402	97,5	0,41	0,286	0,361	0,46	0,070	0,041	0,36
2009	0,603	0,516	85,6	0,36	0,493	0,441	0,44	0,110	0,075	0,63
2010	0,554	0,544	98,2	0,44	0,424	0,466	0,63	0,130	0,078	0,56
2011	0,380	0,349	91,9	0,47	0,230	0,300	0,76	0,150	0,049	0,28
2012	0,360	0,314	87,2	0,37	0,210	0,265	0,55	0,150	0,049	0,30
2013	0,370	0,358	96,9	0,43	0,200	0,294	0,61	0,170	0,065	0,25
2014	0,840	0,622	74,0	0,75	0,650	0,563	0,92	0,190	0,059	0,27
2015	1,225	1,076	87,8	0,89	1,000	0,993	0,90	0,225	0,083	0,74
2016	1,440	1,391	96,6	1,06	1,190	1,292	1,05	0,250	0,099	1,16
2017	1,340	1,305	97,4	1,27	0,990	1,220	1,35	0,350	0,085	0,70
2018	1,295	1,288	99,5	1,28	0,910	1,196	1,40	0,385	0,092	0,61
2019	1,600	1,541	96,3	1,15	1,170	1,336	1,22	0,430	0,205	0,83
2020	1,627	1,356	83,4	0,97	1,200	1,228	1,08	0,427	0,128	0,48
2021	1,600	1,296	81,0	0,80	1,160	1,206	0,95	0,440	0,091	0,26
2022	1,557	1,036	66,6	0,61	1,170	0,955	0,78	0,387	0,081	0,17
2023	1,100	0,848	77,0	0,55	0,894	0,673	0,62	0,206	0,175	0,34
2024	0,872	0,610	69,9	0,46	0,680	0,443	0,50	0,192	0,167	0,38
2025	0,710	0,600	84,6	0,39	0,506	0,450	0,57	0,204	0,150	0,20
2026	0,741				0,512			0,229		

По данным донной траловой съемки 2025 г., гребенчатая креветка была отмечена на 191 станции (66%) по всему району исследований (рис. 11), на акватории площадью 59 тыс. кв. км, в широком диапазоне глубин (30-509 м), с придонной температурой от -1,2 до +6,4°C. За редким исключением, концентраций этой креветки не превышали 600 кг/кв.км. Относительно плотные скопления (более 400 кг/кв. км), наблюдались на глубинах 170-420 м. Максимальная плотность креветок (1,6 т/кв. км) была отмечена на свале глубин, прилегающих к западной части зал. Петра Великого (Гамовские свалы) на глубине 233 м, в координатах 42°23' с.ш., 131°23' в.д. Скопление было представлено главным образом непромысловыми особями.

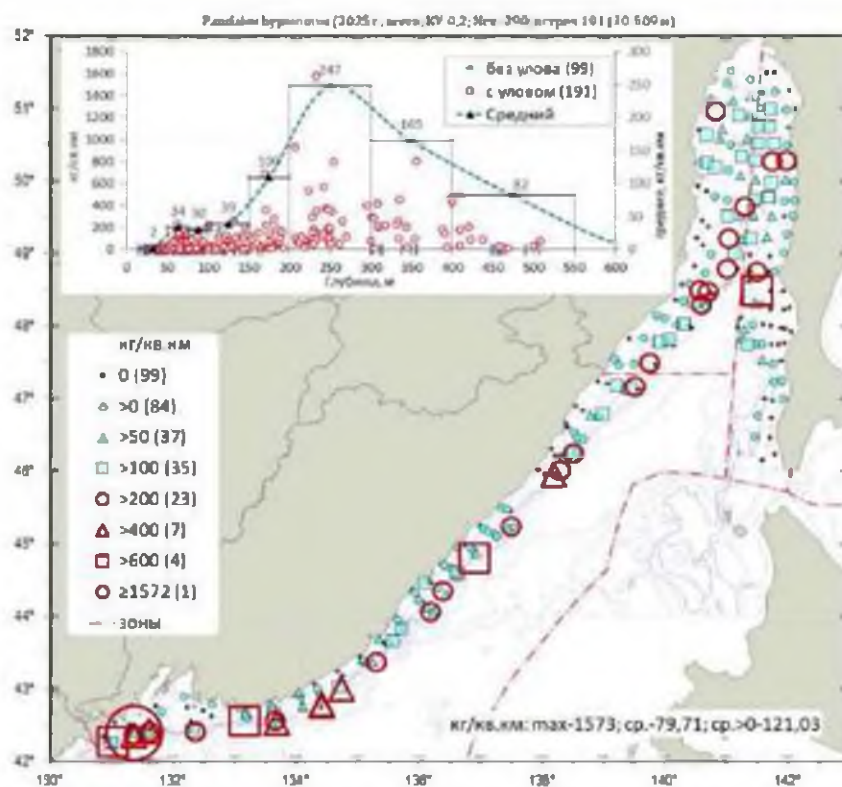


Рис. 11. Пространственное распределение (кг/кв.км, КУ=0,2) общей биомассы креветки гребенчатой в Японском море по данным донной траловой съемки в апреле-июне 2025 г.

Максимум концентрации промысловых особей (622 кг/кв.км), был отмечен на относительно небольшом участке в южной части п/з Приморье (44°49' с.ш., 136°54' в.д.), на глубине 356 м. В Татарском проливе концентрации промысловых особей не превышали 200 кг/км² (рис. 12).

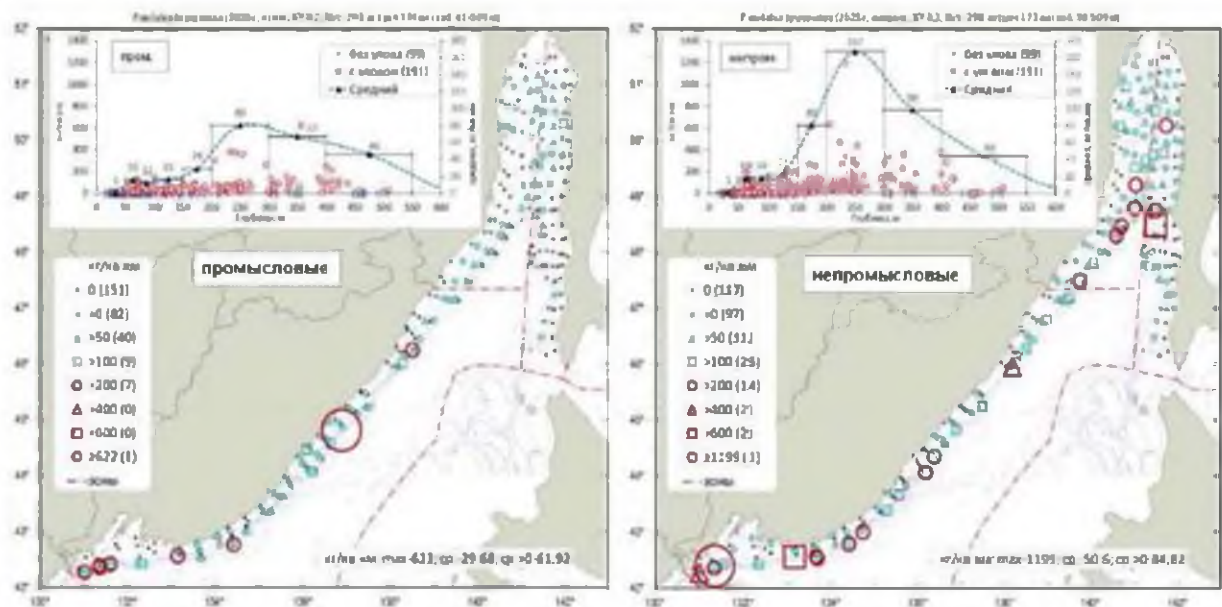


Рис. 12. Пространственное распределение (кг/кв.км, КУ 0,2) промысловых и непромысловых особей креветки гребенчатой в Японском море по данным донной траловой съемки в апреле-июне 2025 г.

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 старшевозрастных, крупноразмерных самок. В подзоне Приморье (южнее м. Золотой) весовая доля промысловых особей снизилась с 66% в 2018 г. до 42% в 2025 г. (рис. 13). Всего за период исследований в 2025 г., был проведен биологический анализ 4767 особей гребенчатой креветки, из них в подзоне Приморье южнее м. Золотой - 2675 экз. Размеры особей по длине тела (ДТ) варьировали в пределах 37-187 мм и 9,5-51,6 мм по длине карапакса (ДК), средний размер по ДТ составил 102,49 мм (ДК-27,9 мм). Индивидуальная масса особей колебалась в пределах 1-93 г; составив в среднем 20 г. Особи, достигшие промыслового размера (от 130 мм по ДТ и от 35,6 мм по ДК), составили 18% по численности и 41,7% по биомассе. Индивидуальная масса промысловых особей колебалась в пределах 33-93 г, составив в среднем 46,4 г. Размерно-весовые показатели гребенчатой креветки в подзоне Приморье (южнее м. Золотой) приведены в таблице 10.

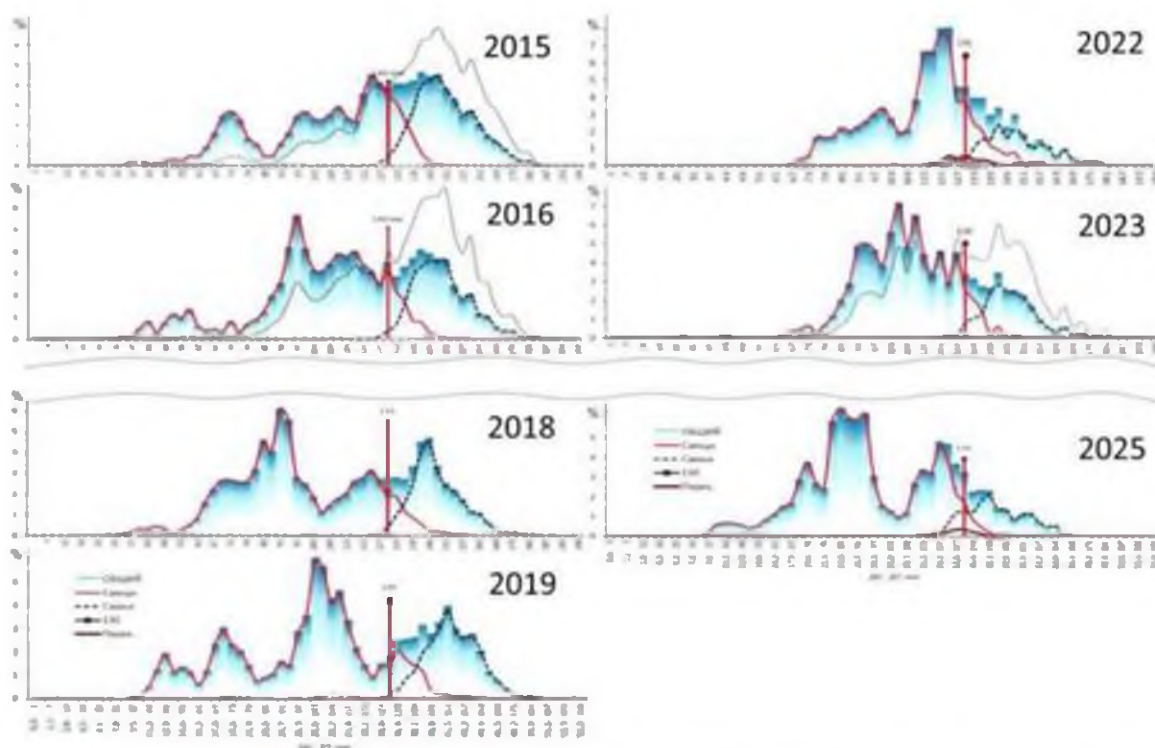


Рис. 13. Динамика размерного состава креветки гребенчатой в южной части подзоны Приморье. Вертикальная прямая линия – промысловая мера 130 мм.

Таблица 10

Размерные и весовые характеристики креветки гребенчатой в подзоне Приморье южнее м. Золотой по данным донной траловой съемки 2025 г. Пром.- промысловые. Перех. – переходные особи

Показатель	Длина тела (ДТ), мм					Длина карап. (ДК), мм		Масса, г	
	Самцы	Перех.	Самки	Всего	Пром.	Всего	Пром.	Всего	Пром.
Экз.	2026	164	485	2675	599	2675	599	2675	599
%	82,57	1,48	15,95	100,0	18,0	100,0	18,0	100,0	41,67
Мин.	37,0	113,0	94,0	37,0	130,0	9,5	35,6	0,8	33,9
Макс.	148,0	143,0	187,0	187,0	187,0	51,6	51,6	92,8	92,8
Средн.	94,30	129,00	142,42	102,49	142,22	27,9	39,0	20,05	46,42
Ош.(±)	0,48	0,43	0,51	0,52	0,41	0,15	0,58	0,06	0,42

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 среднееголетней учтенной 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 гг. 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 14*.

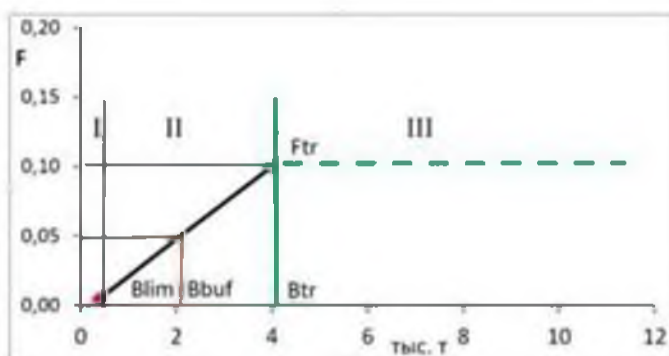


Рис. 14. ПРП креветки гребенчатой в подзоне Приморье (южнее м. Золотой) в рамках «предосторожного» подхода. Режимы регулирования: I – режим полного запрета на промысел, II – режим восстановления запаса, III – режим постоянной интенсивности промысла.

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

Прогнозирование состояния запаса. Оценка запаса гребенчатой креветки в южной части подзоны Приморье в 2025 г., полученная по результатам моделирования, находится в 95% доверительном интервале 1,61-5,16 тыс. т, в среднем – 4,10 тыс. т. Оценка ожидаемой в 2027 г. величины

запаса находится в доверительном интервале 2,05-8,45 тыс. т, в среднем – 5,18 тыс. т (рис. 15).

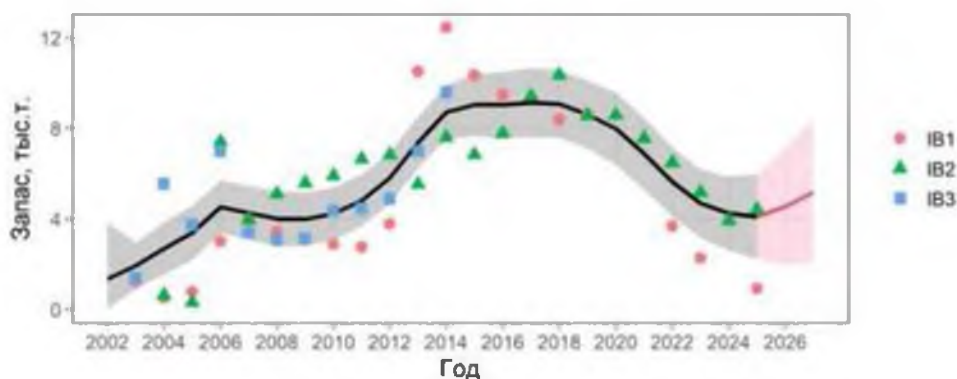


Рис. 15. Динамика промысловой биомассы промыслового запаса группировки гребенчатой креветки подзоны Приморье южнее 47°20' по данным моделирования. Примечание: IB1 - оценки промысловой биомассы по данным съемок, IB2 - интенсивность тралового промысла, IB3 - интенсивность ловушечного промысла

Согласно ПРП, оптимальная доля изъятия гребенчатой креветки в южной части подзоны Приморье составит 10%. Таким образом, ОДУ в 2027 г. может составить 0,518 тыс. т (рис. 16). Однако, в связи со значительной неопределенностью оценки и низкими показателями учетной съемки считаем целесообразным сохранить ОДУ на уровне 2026 г. – 0,512 тыс. т.

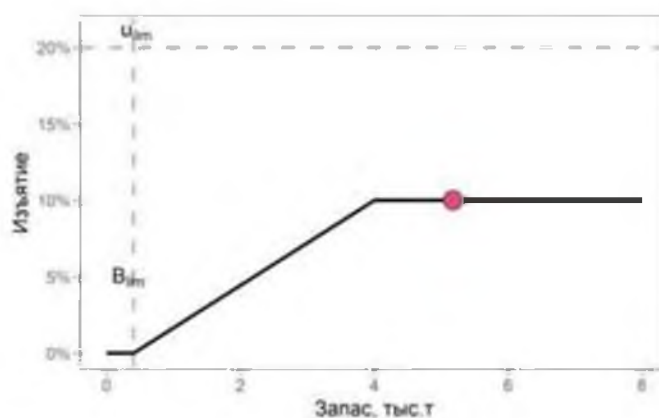


Рис. 16. Графическое представление ПРП и гребенчатой креветки в подзоне Приморье южнее м. Золотой

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

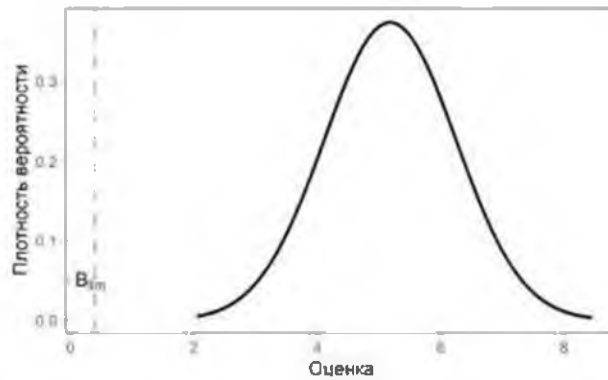


Рис. 17. Распределение вероятности для ожидаемой биомассы запаса

Участок к северу от м. Золотой ($47^{\circ}20$ 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., 2020 г. (197 станций), 2022 г. (128 станций), в 2024 г. (67 станций) и 2025 г. (150 станций) – (рис. 18). Также, использовали данные промышленной статистики из базы ОСМ «Росрыболовство» и материалы, собранные в ходе промышленного лова гребенчатой креветки (в 2025 г. было выполнено – 299 постановок креветочных порядков, проанализировано 4584 экз. гребенчатой).

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

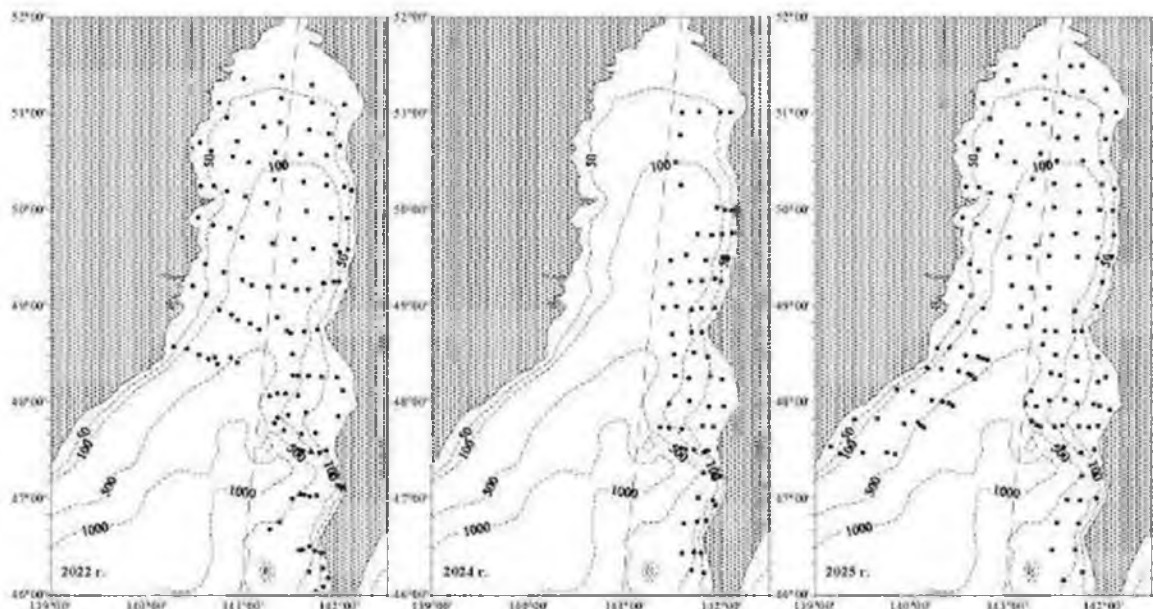


Рис. 18. Карта-схема учетных тралений НИС в Татарском проливе в 2022, 2024 и 2025 гг.

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 в основном 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 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. – 4-5, в 2008–2017 гг. – два судна, в настоящий период на промысле гребенчатой креветки работает от 5 до 7 судов.

С 2006 г. при минимальном промысловом прессе, наблюдалось

увеличение средних уловов на усилие, 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 ловушек, соответственно (рис. 19).



Рис. 19. Среднегодовые уловы на усилие креветки гребенчатой в Татарском проливе в 2005–2025 гг.

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 усилие в Западно-Сахалинской подзоне составил – 19,7 кг/100 лов., в подзоне Приморье на участке севернее м. Золотой – 10,9 кг/100 лов. Максимальные уловы снизились практически в два раза по сравнению с прошлым годом и составили около 40 кг/100 лов.

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 усилие в Западно-Сахалинской подзоне в 2021 г. составил – 14,3 кг/100 лов., в подзоне Приморье на участке севернее м. Золотой – 9,5 кг/100 лов., в целом по Татарскому проливу – 11,9 кг/100 лов. В 2022 г. средний улов на усилие в Западно-Сахалинской подзоне составил – 8,7 кг/100 лов., в подзоне Приморье на участке севернее м. Золотой – 7,7 кг/100 лов., в целом по Татарскому проливу – 6,6 кг/100 лов.

В 2023 г. наблюдалось некоторое улучшение промысловой обстановки. Так, средний улов гребенчатой креветки на усилие в весенний период в Западно-Сахалинской подзоне составил 13,0 кг/100 лов., в подзоне Приморье на участке севернее м. Золотой – 6,6 кг/100 лов., в целом по Татарскому

проливу – 10,5 кг/100 лов. В 2024 г. положительные тенденции в состоянии запаса, отмеченные в 2023 г., усилились. Плотность промысловых скоплений позволяла эффективно вести добычу в течение года. Средний улов на усилие в весенний период составил в Западно-Сахалинской подзоне 20,5 кг/100 лов., в подзоне Приморье на участке севернее м. Золотой – 16,2 кг/100 лов., в целом по Татарскому проливу – 18,9 кг/100 лов.

В 2025 г. промысел в Татарском проливе велся в ограниченных районах из-за введённых ограничений. Из-за наличия льдов промысел гребенчатой креветки начался в начале марта в подзоне Приморья, в Западно-Сахалинской подзоне в конце марта. Средний улов на усилие в весенний период составил в Западно-Сахалинской подзоне 12,5 кг/100 лов., в подзоне Приморье на участке севернее м. Золотой – 4,8 кг/100 лов., в целом по Татарскому проливу – 12,1 кг/100 лов. В осенние период промысловые показатели значительно увеличились.

С 2010 по 2025 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. 20).

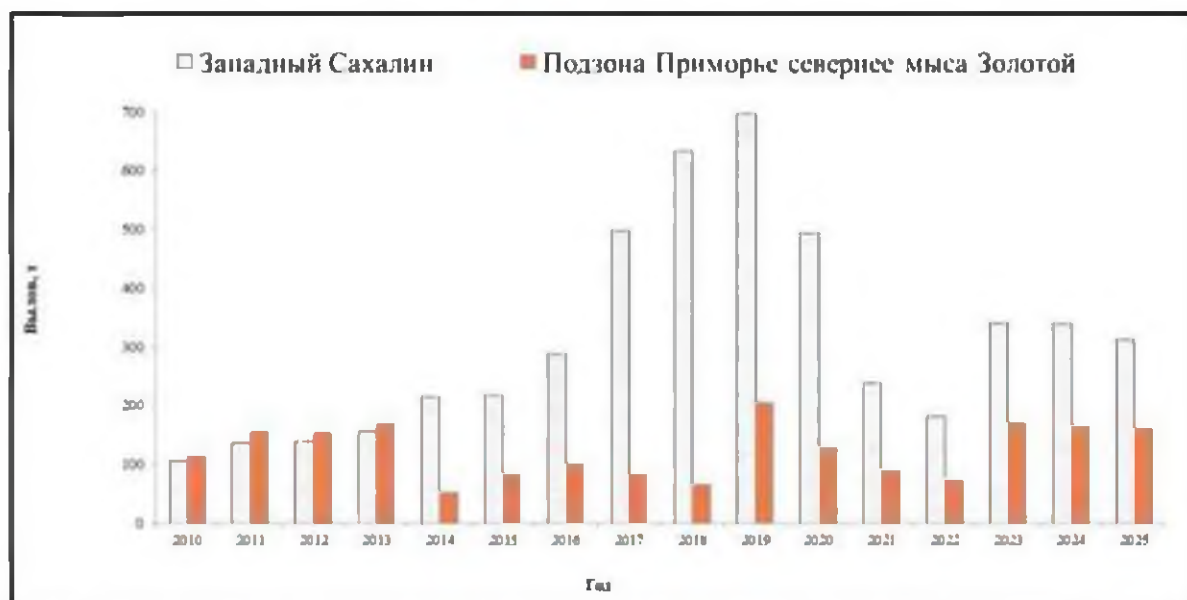


Рис. 20. Динамика годового вылова креветки гребенчатой в Западно-Сахалинской подзоне и подзоне Приморье на участке севернее мыса Золотой в 2010–2025 гг.

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. Недоиспользование выделенных лимитов в Западно-Сахалинской подзоне и подзоне Приморье севернее мыса Золотой было 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., как и в 2021 г., промысловая обстановка в Татарском проливе в первой половине года была слабой. Отсутствие плотных промысловых скоплений, особенно в первой половине года, не позволяло вести результативный лов, как в предыдущие урожайные годы. Наиболее продуктивным промысел оказался во второй половине года. Годовой вылов гребенчатой креветки в Западно-Сахалинской подзоне составил 260,5 т, или 69% от ОДУ, в подзоне Приморье севернее мыса Золотой – 86 т, или 22% от ОДУ.

В 2023-2025 гг. эффективность промысла гребенчатой креветки в Татарском проливе заметно возросла. В 2023 г. годовой промышленный вылов в Западно-Сахалинской подзоне составил 340,1 т, или 93% от ОДУ, в подзоне Приморье севернее мыса Золотой – 174 т, или 85% от годового ОДУ. В 2024 г. промышленным способом было добыто в Западно-Сахалинской подзоне 338,6 т (95% от ОДУ), в подзоне Приморье севернее мыса Золотой – 167 т (85%). В 2025 г. в Западно-Сахалинской подзоне было добыто 311 тонн, что составляет 82%, в подзоне Приморье севернее м. Золотой 162 тонны, что составляет 79% от годового 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 $49^{\circ}15'$ до $50^{\circ}10'$ с. ш., находится самое крупное ядро концентрированных скоплений с максимальными уловами, большей своей частью расположенное в Западно-Сахалинской подзоне, меньшей – в Приморской (рис. 21).

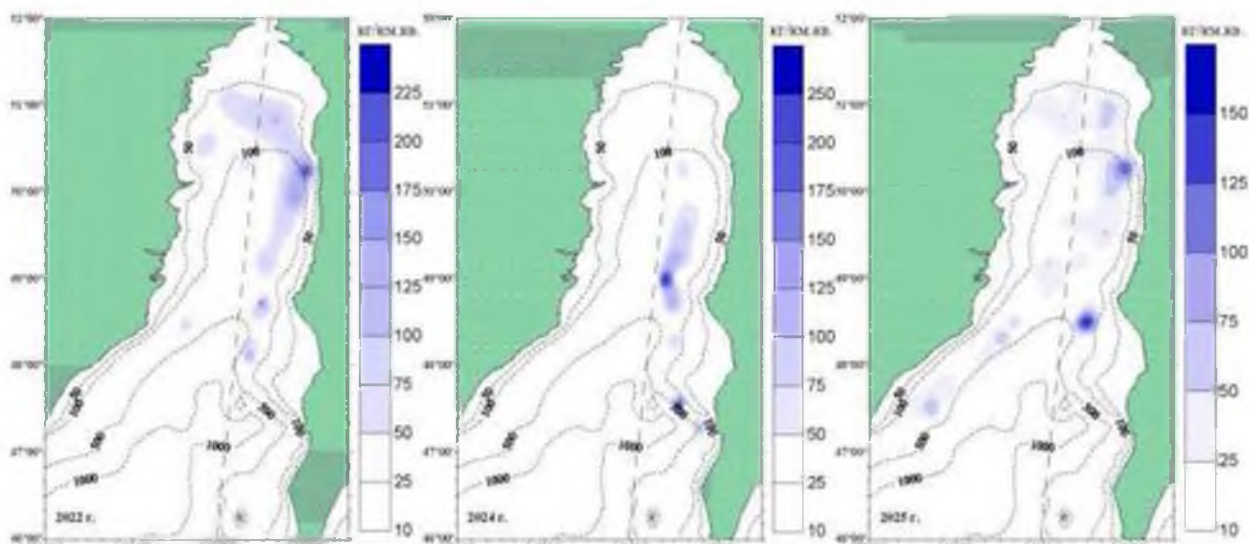


Рис. 21. Пространственное распределение промысловых скоплений креветки гребенчатой в Татарском проливе в 2022, 2024 и 2025 гг.

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.

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, где 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 610 тонн. При этом в уловах отмечалась значительная доля не промысловых особей в объеме 4433 т.

Съемка, выполненная в 2024 г., была выполнена только в водах Западно-Сахалинской подзоны, при этом сетка станций была сокращена в северной части подзоны в зоне максимальных скоплений гребенчатой креветки, что не позволило в полной мере оценить состояние запаса гребенчатой креветки в Татарском проливе, однако ее результаты подтвердили общую тенденцию к восстановлению запаса. По данным съемки промысловый запас гребенчатой креветки в районе исследований составил 705 т. Съемка 2025 г. была выполнена по всей акватории Татарского пролива показала рост запаса гребенчатой креветки. Общая биомасса промыслового запаса Татарского пролива составила 1056 тонн.

По данным промыслового мониторинга 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% (рис. 22).

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

Результаты анализа материалов, собранных в 2023 г. на промысле гребенчатой креветки в Татарском проливе, показали, что за счет значительной доли пополнения, отмеченной ранее, промысловая часть запаса стабилизировалась. Общая доля промысловых особей по сравнению с 2022 г. несколько увеличилась и составила 34,3%. В уловах доминировали самки размерной группы 130–135 мм (20,1%), а также непромысловые особи 115–125 мм (35,5%).

Данные наблюдений, полученные на промысле гребенчатой креветки в Татарском проливе в 2024 г., подтвердили положительные изменения в состоянии запаса. Так, доля промысловых особей не увеличилась по сравнению с 2023 г. и составила 43,2%. В уловах доминировали самки размерной группы 130–140 мм (34,7%) и непромысловые особи 110–125 мм (42,5%). В уловах 2025 г. отмечались особи от 60 до 170 мм, при среднем значении 111,9 мм. Анализ промыслового состава показал наличие роста пополнения гребенчатой креветки, это особи длиной 95–105 мм (32,2%), и значительная когорта особей с размерами 120–125 мм (16,8%) которые в 2026–2027 гг. пополнят промысловую часть и позволят сохранить промысловый и воспроизводительный потенциал запаса.

В промысловых уловах гребенчатой креветки обычно преобладают особи в возрасте 4–5 лет, которые вместе составляют 40–70% общего количества выловленных креветок этого вида. В 2015 г. отмечалось увеличение доли 3-леток, то есть предрекрутов, что свидетельствует об увеличении способности популяции к воспроизводству. В 2016 г. доля 4–5-леток в общем улове составляла 53,4%, доля 3-леток, которые через год вступили в промысел – 18,2%. Одновременно доля особей старше 5 лет увеличилась до 27,7%. Средний возраст популяции составил 4,7 лет (табл. 11). В 2017 г. более 60% составляли особи в возрасте 4–5 лет.

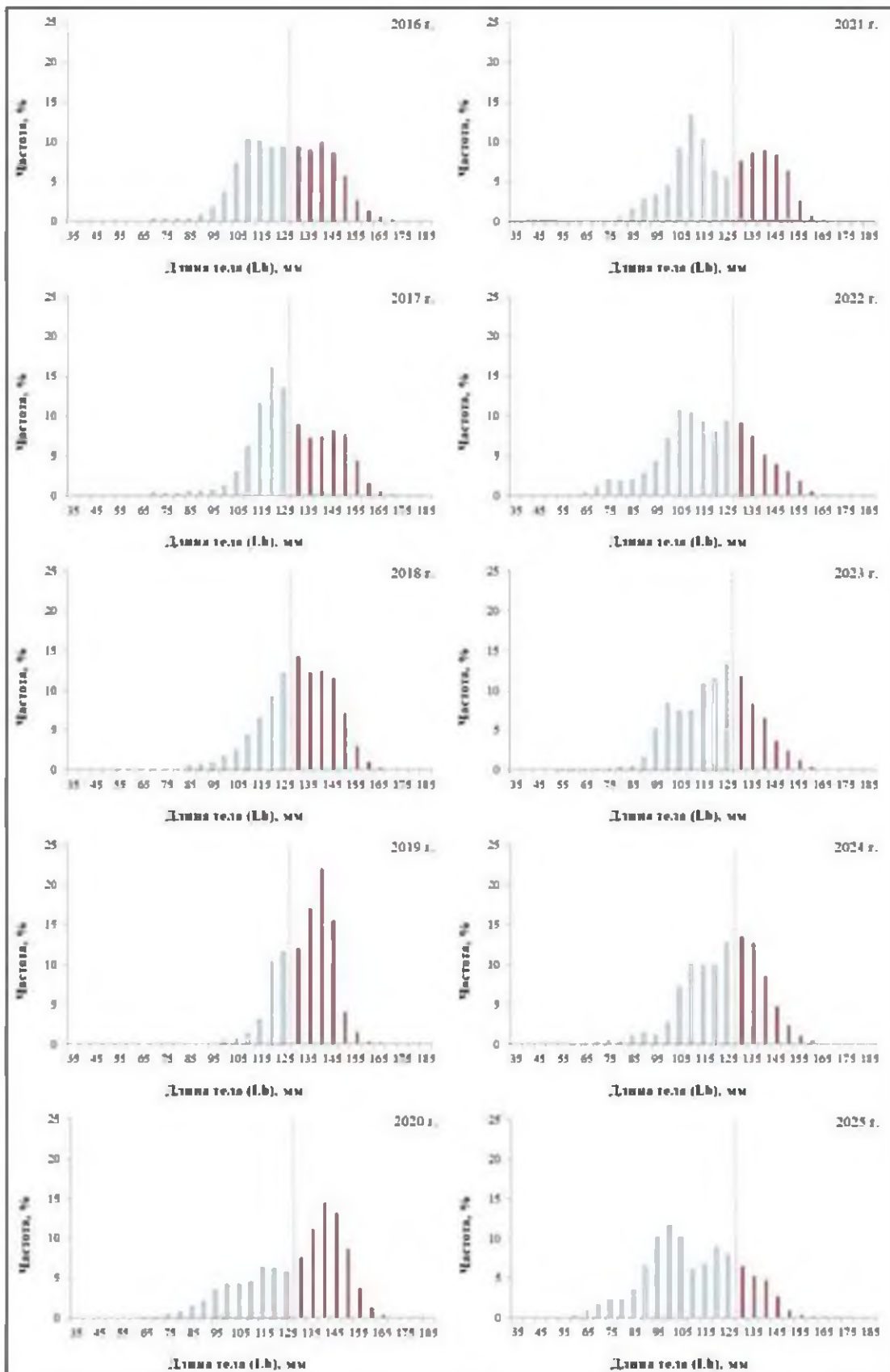


Рис. 22. Частотное распределение промысловой длины тела (Lb) креветки гребенчатой в Татарском проливе с 2016 по 2025 г. (по данным промысловых уловов).

Таблица 11

Возрастной состав креветки гребенчатой (%) в Татарском проливе
(по данным промысловых уловов 2016–2025 гг.)

Возраст, лет	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	Средний возраст, лет
2016	0,0	0,6	18,2	24,4	29,0	24,7	2,1	0,5	0,3	4,7
2017	0,1	0,9	11,3	35,8	32,9	12,7	5,5	0,8	0,0	4,6
2018	0,0	0,3	2,1	13,7	43,3	31,8	8,5	0,3	0,1	5,3
2019	0,0	0,1	0,4	4,5	37,9	52,6	4,4	0,1	0,0	5,6
2020	0,5	6,5	11,1	25,1	34,6	21,8	0,3	0,1	0,0	4,5
2021	0,0	1,8	21,6	40,7	12,7	17,8	5,4	0,1	0,0	4,4
2022	0,3	6,3	18,4	25,2	29,4	16,6	3,6	0,2	0,0	4,4
2023	0,1	0,7	7,9	31,9	37,1	18,4	3,7	0,2	0,0	4,8
2024	0,2	2,0	5,8	28,5	29,3	30,6	3,4	0,1	0,1	4,9
2025	1,1	9,0	31,8	21,2	23,7	11,9	1,2	0,1	0,0	4,0
Среднее многолетнее	0,2	2,8	12,9	25,1	31,0	23,9	3,8	0,3	0,1	4,74,7

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. В 2024 г. основу уловов составляли особи 4-6 лет (88,4%). В 2025 г. в уловах доминировали особи в возрасте 3-5 лет (76,6%), эти особи в 2026–2027 гг. будут составлять основу промыслового запаса и позволят вести устойчивый промысел гребенчатой креветки в акватории Татарского пролива.

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 максимально 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 $=F_{tr}*\text{порог превышения } MSY=0,09*2=0,18$.

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

Графическое изображение ПРП для запаса гребенчатой креветки Татарского пролива на 2027 г. представлено на рисунке 23.

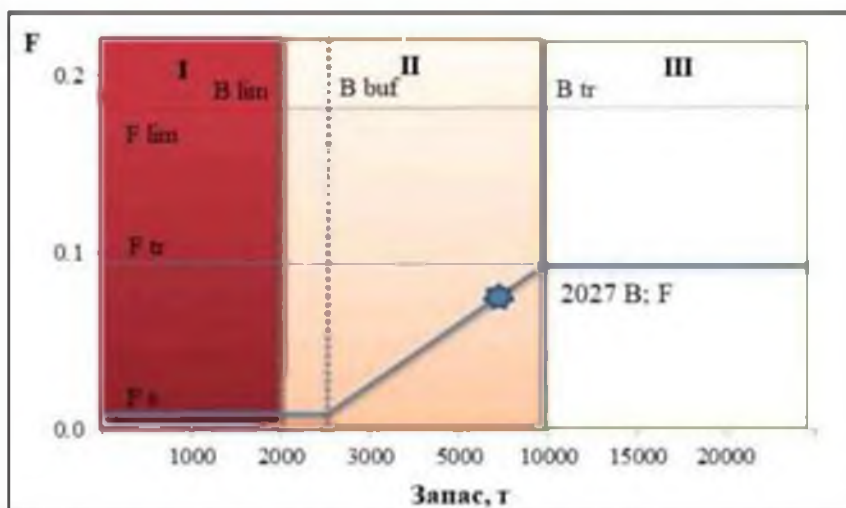


Рис. 23. Графическое представление ПРП для запаса креветки гребенчатой в Татарском проливе в 2027 г.

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

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

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

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

Прогнозирование состояния запаса. Для оценки промысловой биомассы и прогноза ОДУ гребенчатой креветки Татарского пролива на 2027 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:

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

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 2027 г. находится в диапазоне 7 142–10713 т, при математическом ожидании – 8 928 т (рис. 24).

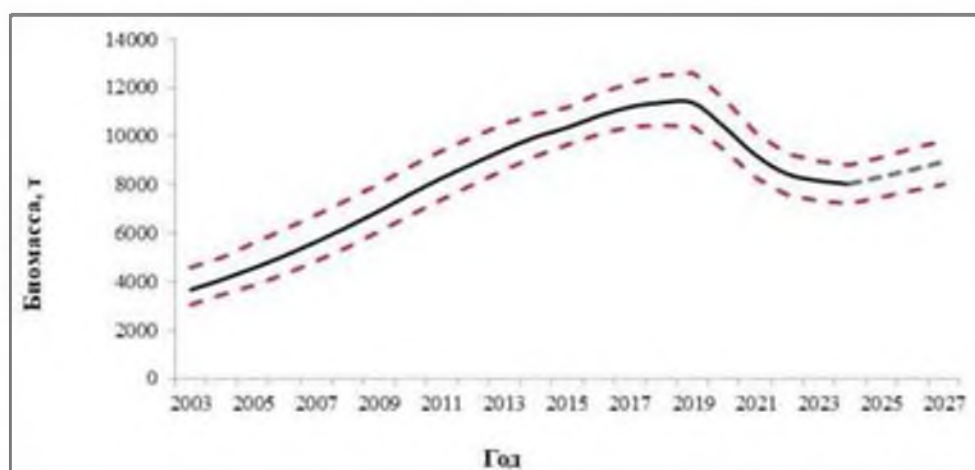


Рис. 24. Математическое ожидание биомассы креветки гребенчатой в Татарском проливе в 2003–2025 гг. и прогноз на 2026–2027 гг.

Величина промыслового запаса гребенчатой креветки в Татарском проливе на 2027 г. прогнозируется на уровне 8928 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 $F = 0,079$, доля изъятия составляет 7,9%.

Принимая во внимание изменения в распределении промысловых скоплений гребенчатой креветки в акватории Татарского пролива, а также основываясь на результатах учетной траловой съемки 2022 года, охватившей весь район распределения гребенчатой креветки в Татарском проливе, можно констатировать, что биомасса креветки гребенчатой распределяется следующим образом между подзонами: 65% – в Западно-Сахалинской подзоне; 35% – в подзоне Приморье (на участке севернее м. Золотой).

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 стандартной учетной траловой съемки которая наиболее полно отражает распределение северной креветки, выполненной 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. 25).

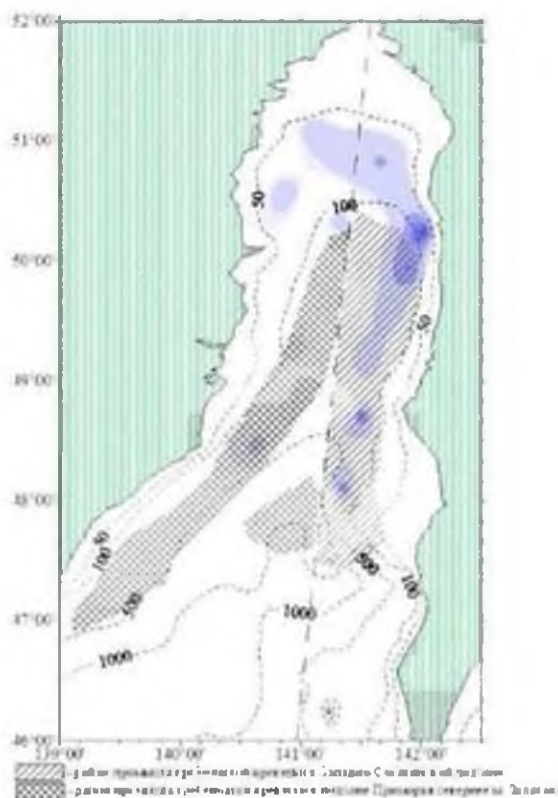


Рис. 25. Пространственное распределение креветки гребенчатой в Татарском проливе, по результатам учетной траловой съемки 2022 г., и районы ее промысла, выделенные по данным промысловой статистики.

При таком подходе, на 2027 г. промысловая биомасса будет распределяться следующим образом, 3125 т креветки гребенчатой в подзоне Приморье (на участке севернее м. Золотой) и 5803 т – в Западно-Сахалинской подзоне.

Обоснование объёма ОДУ. Состояние запаса гребенчатой креветки Татарского пролива находится на стабильном уровне, поэтому в качестве дополнительной меры поддержки воспроизводительного потенциала популяции и снижении пресса на половозрелых самок рекомендуется сохранить величину ОДУ гребенчатой креветки в Татарском проливе на 2027 г. на уровне 2026 г.: в подзоне Приморье (на участке севернее м. Золотой) – 229 т; в Западно-Сахалинской подзоне – 425 т.

Ожидаемый в 2027 г. запас креветки гребенчатой в южной части подзоны Приморье находится в 95% доверительном интервале 2,05–8,45 тыс. т, в среднем – 5,18 тыс. т. Согласно построенному ПРП, оптимальная доля изъятия креветки гребенчатой в этом районе составит 10%. Однако, учитывая высокую неопределенность прогноза и низкие показатели учетной съемки, ОДУ для южной части подзоны Приморье предлагается сохранить на уровне 2026 г. – 0,512 тыс. т.

С учетом ожидаемых величин запаса в районах подзоны Приморье (к югу и к северу от м. Золотой), согласно ПРП и уровню промыслового изъятия в этих районах, рекомендуется установить ОДУ гребенчатой креветки в подзоне Приморье на 2027 г. в объёме 0,741 тыс. т, в том числе: 0,512 тыс. т – южнее м. Золотой; 0,229 тыс. т – севернее м. Золотой.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ креветки гребенчатой на 2027 г. в следующих объемах:**

- в подзоне Приморье – 0,741 тыс. т, в том числе 0,512 тыс. т – южнее м. Золотой (к югу от параллели 47°20' с.ш.) и 0,229 тыс. т – севернее м. Золотой (к северу от параллели 47°20' с.ш.);
- в Западно-Сахалинской подзоне – 0,425 тыс. т.

Креветка углохвостая (*Pandalus goniurus*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.2 – подзона Западно-Камчатская

Исполнитель: В.Г. Григоров (МагаданНИРО)

Куратор: Ю.В. Иванкович (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. В прогнозе использованы материалы, полученные в ходе проведения поисковых траловых съёмок в зал. Шелихова на СТМ «Вулканный» в 2002 г., на РКС «Сапфир-1» в 2003 г. и СТР «Александра» в 2004 г., а также научно-исследовательских работ с борта СТР «Сланцы» в 2024 г. Дополнительно привлечены материалы комплексных съёмок в зал. Шелихова – данные НИС «Зодиак» (август – сентябрь) 2000 г., НИС «Шурша» (апрель – май 1997 г.) (табл. 1).

Информационное обеспечение прогноза можно отнести к III уровню, согласно приказу Росрыболовства от 6.02.2015 г. № 104.

Таблица 1

Объём материала по креветке углохвостой, используемого при составлении прогноза ОДУ в Западно-Камчатской подзоне на 2026 г.

Год	Судно	Период работ	Орудие лова, горизонтальное раскрытие трала	Кол-во станций, шт.	N, экз.
2002	СТМ «Вулканный»	20–26 мая	специализированный креветочный трал, 37 м	26	1479
2003	РКС «Сапфир-1»	22–26 сентября	специализированный креветочный трал, 31 м	24	1022
2004	СТР «Александра»	29 июля – 20 августа	специализированный креветочный трал, 28 м	47	1051
2024	СТР «Сланцы»	07–26	донный трал	85	-

Обоснование выбора методов оценки запаса. Для оценки качественного и количественного состава поселений креветок традиционно используются траловые съёмки с применением донных и специализированных креветочных тралов, оборудованных селективными решетками. Основное достоинство такого трала состоит в полном сборе креветок на пути его следования. Это позволяет, при знании величины улова, площади облова и коэффициента уловистости, рассчитать абсолютную плотность поселения креветок и, следовательно, их численность. Однако трал не приспособлен для работы на жёстких задевистых грунтах, которые преобладают в горле и заливе Шелихова.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Специализированный промысел креветки углохвостой в Западно-Камчатской

подзоне Охотского моря не проводится, лишь в 2004 г. (в течение двух первых декад августа) был проведен экспериментальный лов, вылов составил 39 т. По данным ССД (судовых суточных донесений) ФГБУ «ЦСМС» лов креветки в Западно-Камчатской подзоне проводился только в научно-исследовательских целях, а общий объём изъятия ежегодно составляет менее 300 кг.

Одними из первых данные по численности креветки углохвостой Западно-Камчатской подзоны были получены в период проведения траловых съёмок в апреле – июне 1995, 1997 и 1998 гг. на СРТМ «Шурша».

В 1995 г. наиболее плотные концентрации креветки углохвостой были отмечены в районе м. Пенсепель (западное побережье п-ва Камчатка) и в южной части зал. Шелихова на глубинах 50-85 м. Уловы достигали 3-6 т/час траления, а длина тела креветок колебалась от 28 до 65 мм, составив в среднем 51 мм. Общая биомасса креветки углохвостой на участках повышенной концентрации была оценена в 30 тыс. т.

В 1997 г. креветка в уловах встречалась единично, и её крупных скоплений обнаружить не удалось, самый большой улов был зарегистрирован у п-ова Тайгонос – 80 кг/час траления (166 кг/км²). В 1998 г., напротив, нередко имел место довольно высокий улов, на отдельных участках зал. Шелихова уловы достигали 400 кг/час траления (831 кг/км²).

В осенний период 1999 г. с бортов крупнотоннажных промысловых судов, выполнявших работы по поиску скоплений сельди (БМРТ «Капитан Фадеев», РТМС «Новокиевка»), были получены сообщения о значительных приловах мелких креветок, определенных как углохвостые (50-70 мм по длине тела). Улов в районе со средними координатами 59°47' с. ш. 156°29' в. д. на глубинах 115-120 м составил около 500 кг/час траления (1040 кг/км²), причём ячея в кутце трала была крупной – 60 мм, что, вероятно, повлияло на величину улова. В дальнейшем, при расширении поисковых работ в акватории зал. Шелихова, в районе от 60°18' до 60°34' с. ш. между 156°48' и 157°00' в. д. на глубинах 108-120 м довольно часто отмечали значительные приловы креветки углохвостой.

Траловая съёмка НИС «Зодиак» в августе 2000 г. подтвердила предположение о доминирующей роли креветки углохвостой среди других видов креветок в уловах в Западно-Камчатской подзоне. Однако плотных скоплений креветки углохвостой обнаружено не было. Максимальный улов был отмечен на траверзе Наяханской губы со средними координатами 61°40' с. ш. 159°00' в. д., на глубине 41 м, и составил 123,3 кг/час траления. Несмотря на материалы, свидетельствующие о значительных уловах креветки углохвостой в зал. Шелихова в 1995, 1998, 1999 гг., последующие траловые съёмки, выполненные специализированными добывающими судами-креветколовами, в 2002 и 2003 гг., плотных скоплений, пригодных для промысла, не выявили. Максимальные по плотности поселения этого вида креветок были отмечены в мае 2002 г. в районе Ямской губы на глубине 103 м и составили 1,5 т/км².

В сентябре 2003 г. наиболее плотные скопления были отмечены также в районе Ямской губы. На участке со средними координатами 60°10' с. ш. 155°40' в. д. на глубине 85 м при температуре придонного слоя 0,9°C плотность поселений креветок достигала 6,4 т/км².

В августе 2004 г., в районе Ямской губы, были обнаружены достаточно плотные скопления креветки углохвостой, которые за две декады позволили освоить 39 т.

В траловых съёмках 2002 и 2003 гг. в уловах доминировали особи длиной тела 60-75 мм и массой 4-6 г. В целом, по зал. Шелихова средний размер креветки углохвостой в 2003 г. составил 76,3±0,2 мм, при крайних значениях 47,6 и 97,7 мм. В уловах в мае 2003 г. доминировали самки – 91%, причем значительную их долю составляли самки с наружной икрой. Доля самцов и молоди составила 9%, переходных особей встречено не было (табл. 2). Линяло около 5% креветок; большая часть особей имела твердые покровы.

Таблица 2

Биологическая характеристика креветки углохвостой зал. Шелихова
Западно-Камчатской подзоны в 2002, 2003 гг.

Год	Размеры		Масса, г	Половой состав, %				Доля промысловых особей, %	Глубины, м	N, экз.
	ДК, мм	ДТ, мм		юв+♂	♂♀	♀БИ	♀И			
2002	13,0–25,4 18,4±0,1	50,1–97,0 69,8±0,2	1–10 3,3±0,05	50	0	25	25	93	45-201	1479
2003	12,3–26,1 20,2±0,2	47,6–97,7 76,3±0,2	1–11 4,5±0,04	9	0	18	73	98	67-136	1022

Примечание: ДК — длина карапакса, ДТ — длина тела; числитель — размах колебаний, знаменатель — среднее значение и ошибка; юв+♂ — ювенильные особи и самцы; ♂♀ — переходные особи; ♀БИ — самки без икры; ♀И — самки с наружной икрой.

Сравнительно небольшой объём наблюдений по углохвостой креветке зал. Шелихова не позволяет с достаточной степенью надёжности оценить возрастной состав объекта. Однако схожесть данных по размерно-половому составу с креветками Шантарского района Охотского моря свидетельствует о примерно одинаковой продолжительности жизни, составляющей около 6 лет.

Траловая съёмка, выполненная в территориальном море и внутренних морских водах в июле – августе 2004 г. с борта специализированного судна, подтвердила мнение о высокой численности креветки углохвостой на этой акватории. Скопления повышенной плотности были выявлены в зал. Бабушкина, на участке 153°43'–154°03' в. д. с глубинами 88-105 м. Здесь плотность поселений креветок составляла в среднем 20,7±3,6 т/км², достигая 105 т/км², или 26 экз./м² (при средней массе креветок 4,0 г). Основные биологические характеристики креветки углохвостой этого района представлены в таблице 3.

Таблица 3

Биологическая характеристика креветки углохвостой в территориальном море и внутренних морских водах Российской Федерации в Западно-Камчатской подзоне, в июле – августе 2004 г.

Участок	Размеры		Масса, г	Половой состав, %				Доля промысловых особей, %	Глубины, м	N, экз.
	ДК, мм	ДТ, мм		юв+♂	♂♀	♀БИ	♀И			
Зал. Бабушкина	11,5-23,8 16,7±0,07	47-91 66,0±0,2	1,2-10,2 4,0±0,05	73	0	13	14	80	88-105	1051

В августе 2018 г. была предпринята попытка поиска скоплений прибрежных видов креветок с борта промыслового судна РШ «Ики Мару 18» в зал. Бабушкина, однако постановки двух тралов на глубинах 48-55 м оказались аварийными.

В июне 2024 г., с борта СТР «Сланцы» на акватории западнокамчатского шельфа, выполнена научная траловая съёмка, включавшая часть акватории Западно-Камчатской подзоны. В ходе данных исследований креветка встречена в уловах 85 тралений, в диапазоне глубин 27-239 м. Наиболее плотные скопления наблюдались на глубинах 47,0-151,0 м, а максимальная плотность креветки углохвостой составила 7177,3 кг/ км² на глубине 71,5 м (57°39' с.ш., 156°28' в.д.). По данным НИР средняя плотность распределения углохвостой креветки в Западно-Камчатской подзоне, на акватории моря примыкающей к восточному побережью Камчатки, составила 0,1 т/км².

Оценка состояния и прогноз промыслового запаса. Рассчитанный запас креветки углохвостой значительно варьировал в зависимости от года исследований. По материалам комплексной съёмки, выполненной с борта НИС «Зодиак» в 2000 г., общий запас креветки углохвостой для акватории, включающей большую часть зал. Шелихова, оценивался в 15,9 тыс. т. В 2002 г. на обследованной акватории зал. Шелихова площадью около 38 тыс. м² запас оценён в 18,3 тыс. т. В 2005 г. промысловый запас с учётом его доступности на участках с высокими концентрациями промысловых особей, был определён в объеме 3,2 тыс. т. При этом основная часть этого оцененного промыслового запаса располагалась в прибрежье. По данным траловой съёмки 2004 г. эта величина составила 2,7 тыс. т. В 2011 г. промысловый запас креветки углохвостой, в Западно-Камчатской подзоне был оценен инерционным методом и составил – 100 т.

Таким образом, в разные годы запас оценивался величиной от 0,1 до 18,3 тыс. т. В связи с недостаточным объемом наблюдений и отсутствием промысла для оценки современной величины запаса было выбрано минимальное по многолетним исследованиям значение. Считаем целесообразным оценить промысловый запас креветки углохвостой в Западно-Камчатской подзоне в объеме 100 т.

Обоснование объёма ОДУ. Учитывая отсутствие полномасштабного промысла, слабую изученность закономерностей роста, элиминации и

биологии креветки углохвостой, доля её возможного изъятия предлагается на уровне 1% от оценённого промыслового запаса исключительно для проведения научно-исследовательских работ.

Таким образом, рекомендуется установить ОДУ креветки углохвостой в Западно-Камчатской подзоне на 2027 г. в объёме 0,001 тыс. т исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.

Креветка травяная (*Pandalus latirostris*)

61.04 – зона Южно-Курильская

Исполнитель: Г.В. Жуковская (СахНИРО)

Куратор: А.И. Буяновский (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Для определения допустимой величины изъятия креветки травяной на 2027 г. использовали результаты исследований с 2002 по 2022 г., а также анализ промысловой статистики, начиная с 1992 года (информация за 2003–2025 гг. получена из базы ОСМ «Росрыболовства»). В 2015–2017 гг. в водах зал. Измены были выполнены драгировочные съемки: 25 станций в 2015 г., 38 станций в 2016 г., 26 станций в 2017 г. (рис. 1).

Всего при выполнении научно-исследовательских работ по изучению группировки травяной креветки в заливе Измены (о. Кунашир) было промерено и взято на биологический анализ 27 475 экз. Из этого объема в 2022 г. – 860 экз.

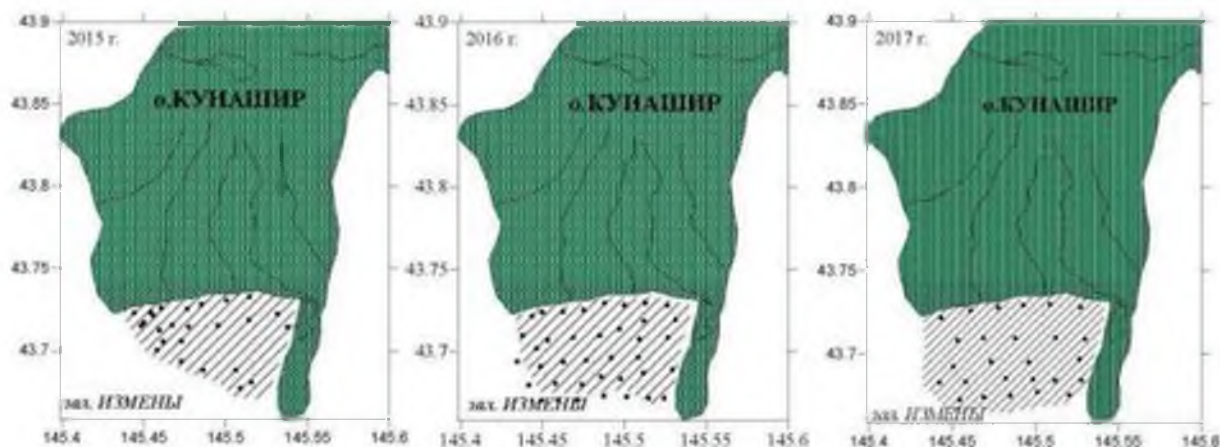


Рис. 1. Карта-схема проведения драгной съемки в 2015–2017 гг. и района промысла травяной креветки в заливе Измены (о. Кунашир).

Структура и качество доступного информационного обеспечения для данной единицы запаса соответствуют II уровню в соответствии с приложением 1 к приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г. При этом, доступная информация обеспечивает проведение ограниченного аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ с использованием продукционных моделей эксплуатируемого запаса.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Для оценки текущего состояния запаса креветки травяной (по данным ловушечных съемок) использовали метод полигонов на основе обобщенной модели Лесли с фильтром Калмана (ОМЛ ФК), реализованной в виде одноименной компьютерной программы [Михеев, Михеев, 2007]. Для расчета использованы данные ловушечных съемок, выполненные в осенние месяцы 2011, 2012 гг.

Исследования 2013 и 2014 гг. проводились на ограниченном участке акватории и непродолжительный период, что не позволило оценить текущее состояние запаса с использованием данной модели. По данным дражных съемок 2015–2017 гг., с помощью метода геостатистической интерполяции (*Kriging*) [Keckler, 1994; Wackernagel, 1995] был рассчитан запас традиционным методом страт (с выделением зон равновеликих уловов) [Аксютина, 1968].

Имеющиеся многолетние данные по возрастному составу, годовому вылову, уловам на усилие, скорости полового созревания, естественной смертности позволяют производить оценку запасов с помощью производственных моделей. Анализ полученных результатов позволяет определить биологические ориентиры и сформировать правила регулирования промысла (ПРП).

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Для креветки травяной характерно мозаичное распределение, отражающее расположение биотопов, благоприятных для существования данного вида. Травяная креветка в прибрежных водах Южных Курил представлена несколькими локальными группировками, по которым и осуществляется регулирование промысла, как по основным единицам запаса. Наиболее крупные из них локализованы у о. Кунашир (залив Измены и прилегающие воды) и у островов Малой Курильской гряды (о-ва Зеленый, Юрий, Танфильева, Полонского).

В небольших количествах креветка травяная встречается в прибрежной зоне о. Шикотан. Поскольку прибрежная зона островов Малой Курильской гряды является территорией заказника Федерального значения «Малые Курилы», то промышленный лов травяной креветки на данной территории запрещен.

В прибрежной зоне о. Кунашир (залив Измены и прилегающие воды) находится крупнейшая на Дальнем Востоке группировка креветки травяной. Так, японским промыслом в 1939–1941 гг. изымалось ежегодно до 200–300 т креветок в провинции Немуро, из которых большая часть приходилась на Южные Курилы.

Отечественный промысел креветки травяной в заливе Измены был начат в середине 1980-х гг., вылов тогда составлял не более 4–5 т в год. Уже в 1992 г. промысловое изъятие увеличилось в семь раз. Дальнейшее повышение спроса на травяную креветку рынком Японии, в свою очередь, вызвало большую заинтересованность в этом объекте у российских рыбопромышленников. К середине 1990-х гг. промысел здесь достиг максимальных величин, и в 1995 г. (по неофициальным данным) было добыто более 450 т. Удобство в организации промысла и защищенность залива Измены от преобладающих ветров привели к тому, что все выделяемые для промысла травяной креветки объемы осваивались только в пределах акватории этого залива. Одновременно росло и число добывающих организаций.

Промысловый пресс на популяцию креветки травяной в заливе Измены

в середине 1990-х гг. негативно отразился на ее состоянии. Так, уловы 1992 г. составляли 3 кг/лов., затем стали постепенно снижаться и в 2001 г. достигли 0,98 кг/лов. В последующие годы уловы находились на относительно стабильном уровне – 0,91–0,96 кг/лов. В последующие годы уловы еще снизились, и в 2008 г. отмечалось наименьшее значение уловов – 0,67 кг/лов. Падение уловов на усилии и уменьшение средних размеров креветок в этот же период (до 90,9 мм) обусловили снижение рекомендуемых объемов изъятия.

Ослабление промысловой нагрузки вследствие снижения числа добывающих организаций привело к увеличению численности особей. И в 2009 г. после длительного снижения промысловых показателей отмечалось увеличение средних уловов травяной креветки – до 1,42 кг/лов. В 2010 г. подобная тенденция сохранилась, улов на усилии составил 1,79 кг/лов. Несмотря на рекомендации по регулированию промысла, предложенные ФГБНУ «СахНИРО», промысел предприятиями ведется в весенне-летний период, что в условиях восстановления запаса приводит к значительному снижению численности особей. Вследствие этого в 2011–2012 гг. отмечалось снижение промысловых показателей, средний улов на усилии составил 1,21 кг/лов (рис. 2).

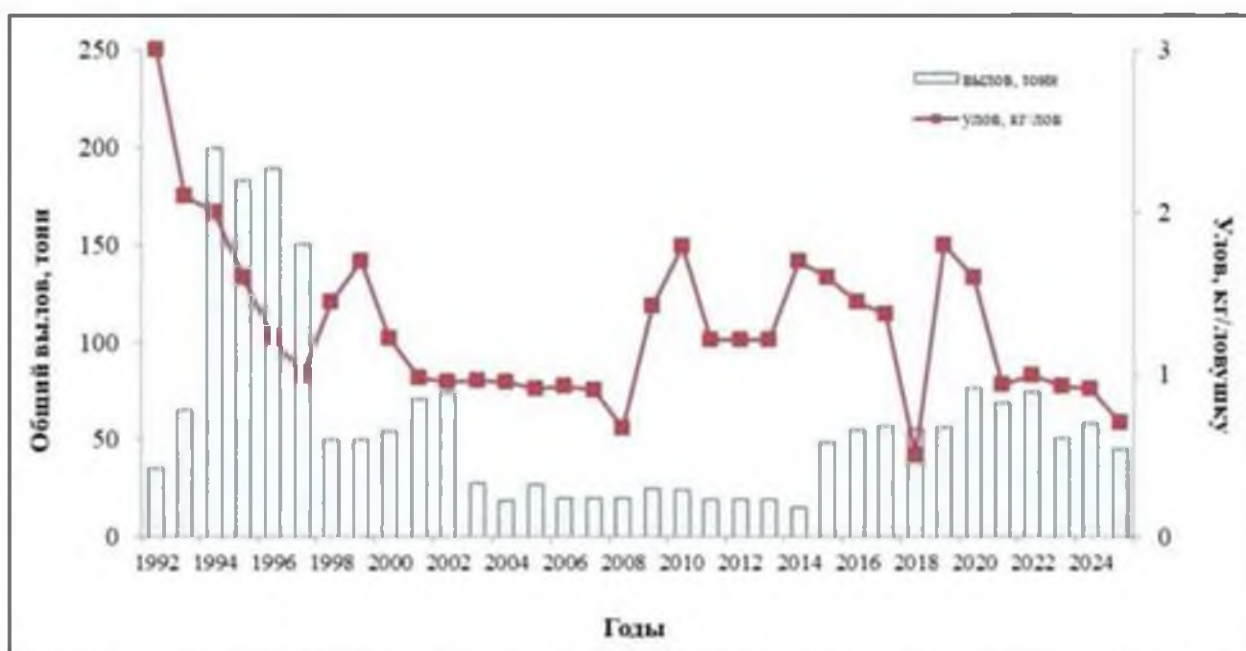


Рис. 2. Динамика официального вылова и уловов на ловушку креветки травяной в заливе Измены в 1992–2025 гг.

В 2013 г. по организационным причинам данные по уловам на усилии собраны не были. Тем не менее, по косвенным признакам (число работающих бригад, частота выходов в море, загрузка перерабатывающих мощностей) считаем, что уловы были не ниже, чем в предыдущие годы. В 2014 г. улов на усилии составил 1,70 кг/лов., в 2015 г. – 1,6 кг/лов., что является высокими промысловыми показателями. В 2016 г. улов на ловушку также держался на высоком уровне и составил – 1,45 кг/лов., в 2017 г. также

продолжился незначительный тренд на снижение промысловых уловов, тем не менее, средний улов на ловушку – 1,37 кг/лов. является оптимальным показателем для хорошего состояния запаса. В 2018 г. сбор промысловой информации проводили в первой половине сентября, уловы в этот период были незначительными, отмечались частые шторма и высокая температура воды, вследствие чего снижалась пищевая активность травяной креветки, и она неохотно заходила в ловушки, улов на ловушку в этот период был очень низким и в среднем составил 0,5 кг/лов.

В 2019 г. из-за ранних подходов креветки в отличие от 2018 г. основной промысел пришелся на август–сентябрь. Промысел был довольно интенсивным, уловы на усилие были довольно высокие и составили 1,8 кг/лов. В 2020 г. промысел велся с апреля по декабрь. Основной объем ОДУ был освоен в осенний период, уловы на усилие в этот период были относительно высокими и составляли 1,6 кг/лов. В 2021 г. промысел начался в апреле и длился до декабря. Уловы на усилие были невысокими, в среднем за весь период промысла улов на усилие составил 0,94 кг/лов. В 2022 г. промысел велся продолжительный период с апреля по ноябрь, уловы на усилие были несколько выше предыдущего года и составили 1 кг/лов. В 2023 г. в ходе промысла отмечались значительные колебание промысловых усилий, в среднем улов на усилие составил 0,93 кг/лов. Течение промысла в 2024 г. было сходно с предыдущем годом, средний улов на усилие составил 0,91 кг/лов.

Часть объемов годовой квоты травяной креветки Южных Курил, согласно международному соглашению, выделяется для промысла японскими рыбаками. При этом, как правило, данные лимиты японскими рыбаками не осваиваются. Все предыдущие годы объемы, выделяемые российским предприятиям, осваивались в 100%-ном объеме. В 2017 г. годовой объем ОДУ травяной креветки составил 98 т. Из данной величины 4 т было выделено японским рыбакам для освоения в рамках межправительственных соглашений. Из оставшейся квоты было выдано российским рыбакам разрешений на 56,7 т, выданные лимиты были освоены на 100%. В 2018 г. годовой объем ОДУ составил 104 т, из данной величины 100 т было выделено для освоения российскими предприятиями. Из этой квоты было выдано российским рыбакам разрешений на освоение 79,6 т травяной креветки. Было освоено 55,7 т, что составляет 70% от выделенных объемов.

В 2019 г. величина ОДУ составила 92 т, из этой величины по международному соглашению было выделено 4 т, остальное было распределено между российскими предприятиями. Из этих объемов было выдано разрешений на освоение 56,2 т, из которых было освоено 56,1 т. В 2020 г. величина ОДУ составляет 87 т, из этой величины: 4 т рекомендовано к вылову японскими рыбаками по международному соглашению и 83 т российскими предприятиями. Промысел травяной креветки японскими рыбаками не велся, вылов составил 0 т. Российским предприятиям в 2020 г. было выдано разрешений на вылов 76,1 т травяной креветки, вылов составил

100%. В 2021 г. общая промысловая величина ОДУ составила 87 т, для добычи российскими предприятиями было выделено 83 т, годовой вылов составил 68,4 т – 82,4%. Промысел травяной креветки японскими рыбаками не велся. В 2022 г. величина ОДУ составила 78 т, из этой величины по международному соглашению было выделено 4 т, остальное было распределено между российскими предприятиями. Годовой вылов составил 73,9 т (94,8% от годового ОДУ).

В 2023 г. годовой объем ОДУ выделенной русским рыбакам для промысла составляет 72 тонны, годовое освоение травяной креветки составило 50,2 т, что составляет 70% от выделенного российским рыбакам. В 2024 г. промысел велся в прибрежных водах о. Кунашир в период с августа по декабрь было добыто 58,5 тонн травяной креветки, что составляет 76%. В 2025 г. промысел был начат в мае, всего было добыто 44,7 тонн, что составляет 58% от годового ОДУ.

Промысел травяной креветки японскими рыбаками не велся. Помимо официального промышленного освоения запаса, в водах зал. Измены ведется любительский лов, величина которого в отдельные годы сопоставима с промышленными объемами.

Проведенные в прибрежной зоне Южных Курил исследования показали, что в любое время года в прибрежье острова травяная креветка имеется в том или ином количестве, а пространственное распределение этого вида остается практически неизменным из года в год. Весной, с повышением температуры воды, травяная креветка перемещается с глубины 3–12 м на хорошо прогреваемые мелководные участки глубиной до 3 м. К началу сентября перелинявшие особи после спаривания равномерно рассредоточиваются на мелководных участках вдоль п-ова Весловский, в центральной части залива и с западного побережья о. Кунашир для нагула.

Длительный промысел сказался на биологическом состоянии запаса. На основании изменений, происходящих в популяции травяной креветки Южных Курил, весь период исследований можно разделить на три периода:

- первый период (1992–1998 гг.) – начало интенсивного промысла, начало изменений биологических параметров;
- второй период (2000–2002 гг.) – характеризуется как промежуточный этап, в течение которого происходила перестройка биологических параметров популяции;
- третий период (2003–н.в. гг.) – глубокие изменения биологических параметров, стабилизация запаса.

Для корректного вывода о современном состоянии популяции требуется анализ изменений за последние 5–6 лет.

По данным, собранным из промысловых уловов с 2018 по 2023 гг., средние размеры тела травяной креветки изменялись от 105,9 мм в 2020 г. до 97,6 мм в 2022 г. В 2018 г. средние размеры особей варьировались от 61 до 142 мм, в среднем составив 99,4 мм. При этом размеры самцов варьировались от 61 до 88 мм, при среднем значении 80,9 мм, интерсексов – от 75 до 109 мм, при среднем значении 98,5 мм, самок – от 97 до 142 мм, при среднем

значении 116 мм (рис. 3). В 2019 г, средний размер креветки травяной за весь период исследований составил – 104,5 мм. При этом средние размеры самцов варьировались от 67 до 92 мм, при среднем значении 82,8 мм, интерсексов – от 86 до 109 мм, при среднем значении 96,9 мм, самок – от 100 до 137 мм, при среднем значении 117,5 мм.

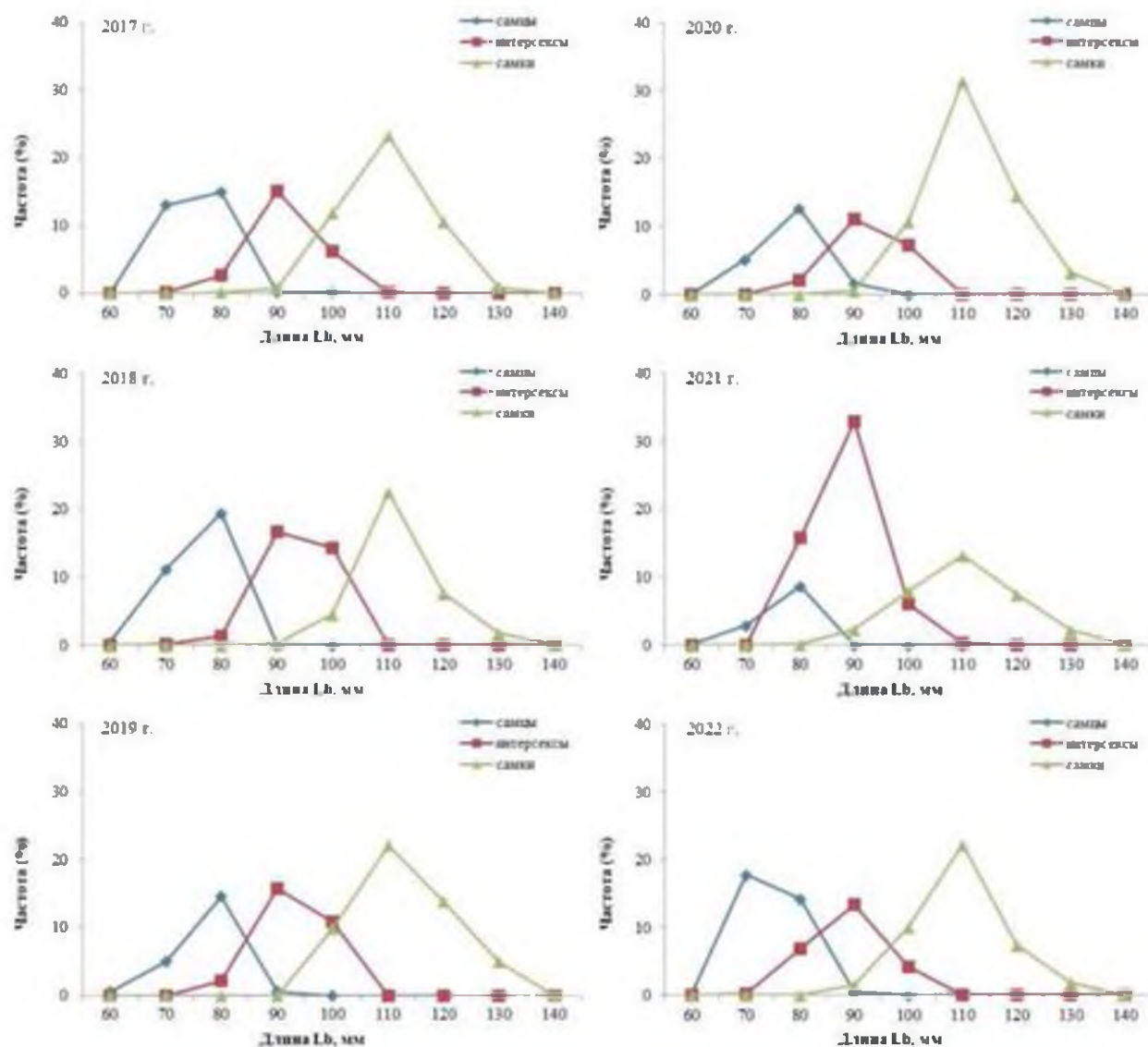


Рис. 3. Частотное распределение размерно-функциональных групп креветки травяной по длине тела в заливе Измены (по данным 2017–2022 гг.)

В 2020 г. промысловая длина тела креветки варьировалась от 70 до 139 мм, в среднем составив 105,9 мм. Средний размер интерсексов был равен 97,4 мм. Средняя длина самок была равна 116,3 мм. Длина тела у самцов варьировалась от 70 до 99 мм, в среднем составив – 82,5 мм. В 2021 г. в уловах отмечались особи с промысловой длиной от 68 до 143 мм. Средняя промысловая длина всех особей составила – 98,8 мм, самцов – 81,8 мм, интерсексов – 92,8 мм, самок – 114,5 мм.

Результаты исследований, проведенных в 2022 г., показали, что средний размер исследуемой части группировки травяной креветки,

обитающей в зал. Измены, снизился по сравнению с предыдущим годом и составил 97,6 мм. При этом размеры самцов варьировались от 67 до 91 мм, при среднем значении 79,1 мм, интерсексов – от 75 до 109 мм, при среднем значении 93,3 мм, самок – от 95 до 137 мм, при среднем значении 114,1 мм.

По данным исследований, проведенных в сентябре 2017 г., размеры особей в промысловых уловах варьировались от 70 до 133 мм и в среднем составили 100,5 мм. Средний размер самок составил 114,5 мм, средняя длина интерсексов 96,5 мм, средняя длина тела самцов составила 80,5 мм.

Коэффициент корреляции между длиной тела и его массой достаточно высок и достигает у самцов 0,919; у самок 0,923 переходных особей (интерсексов) 0,767. Данная зависимость описывается уравнением вида $W_0 = a \times L^b$, где W_0 – масса тела, L^b – промысловая длина (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость массы тела (W) от его длины тела (L) у травяной креветки Южных Курил

Половая группа	a	±a	b	±b	г	±г
	$W = a L^b$					
Самцы	0,00000596	0,375	3,16	0,032	0,919	0,0094
Интерсексы	0,00000930	0,303	3,19	0,109	0,767	0,0263
Самки	0,00000537	0,255	3,11	0,019	0,923	0,0056

В 2018 г. основу уловов составляли особи 2 лет (28,2%) и 3 лет, их доля составила 39,2% от общего числа особей. В 2019 г. основу уловов составляли особи 3–4 лет. При этом доля особей трехлеток составила 34,2%, доля четырехлеток – 28,8%. Также в уловах возросла доля самок в возрасте 5 лет (20,4%). В 2020 г. в уловах преобладали особи в возрасте 4-х лет – 30,55%, доля особей старших возрастных групп (5 лет и старше) была довольно значительна и составила 32,26%. В 2021 г. в уловах преобладали особи в возрасте 3-х лет – 44,20% (табл. 2), доля особей в возрасте 5-ти лет снизилась по сравнению с прошлым годом (12,85%). В 2022 г. в промысловых уловах преобладали особи 2–4 лет (78,49%), также значительную долю в уловах составляли особи 5-ти летнего возраста (18,02%). Среднемноголетний возраст популяции за текущий период наблюдений составил 3,5 года.

Таблица 2

Динамика возрастного состава креветки травяной (%) в заливе Измены (2017–2022 гг.)

Возраст, лет	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	Средний возраст, лет
2017	0,00	27,71	35,24	21,29	12,95	2,81	-	3,3
2018	0,00	28,15	39,19	18,32	13,00	1,35	-	3,2
2019	0,00	11,08	34,24	28,82	20,44	5,42	-	3,7
2020	0,00	10,24	26,96	30,55	27,65	4,61	-	3,9
2021	0,00	8,98	44,20	29,97	12,85	4,01	-	3,6
2022	0,00	23,02	25,00	30,47	18,02	3,49	-	3,5
Ср. многолетнее	0,13	18,20	34,14	26,57	17,49	3,62	-	3,5

Динамика полового состава представлена в *таблице 3*. В 2017 г. основу уловов составляли самки (47,25%), доля интерсексов и самцов была почти равной и составила 24,4 и 28,4% соответственно.

Таблица 3

Динамика полового состава травяной креветки (%)
в заливе Измены (2018–2022 гг.)

Пол	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Самцы	37,1	20,5	19,4	11,7	32,7
Интерсексы	32,7	28,8	20,5	54,8	24,5
Самки	30,2	50,7	60,1	33,4	42,8

В 2018 г. в уловах самцы, самки и интерсексы отмечались почти в равных долях. Доля самцов была несколько больше и составила 37,1%, доля самок была несколько меньше, чем самцов и интерсексов, и составила – 30,2%. В 2019 г. по сравнению с предыдущим годом значительно увеличилась доля самок – до 50,7%. Доля интерсексов составила 28,8%, доля самцов была несколько меньше – 20,5%. В 2020 г. основу уловов составляли самки (60,1%), доля интерсексов и самцов была почти равной и составила 20,5 и 19,4% соответственно. В 2021 г. в уловах преобладали интерсексы (54,8%), доля самок составляла – 33,4%, самцов – 11,7%. В 2022 г. по сравнению с предыдущим годом увеличилась доля самок – 42,8% и самцов – 32,7%, доля интерсексов составила – 24,5%.

По результатам дражной съемки 2015 г., проведенной в зал. Измены, доля непромысловых особей составила 67,3%, в уловах доминировали самцы, их доля составила 59%, доля ювенильных особей составила 25,7%, интерсексов 11,1%, самок 4,2%.

Промысловая длина особей изменялась от 30 до 128 мм, в среднем составив 66,8 мм (*рис. 4*), масса тела варьировалась от 0,3 г до 31,6 г, при среднем значении 4,9 г. Размер самок изменялся в интервале от 91 до 128 мм и в среднем составил 113,3 мм, масса изменялась от 8,9 до 31,6 г и в среднем составила 20,7 г. Средний размер интерсексов составил 94,3 мм (80–116 мм), средний вес – 10,7 г (6,3–18,7 г). Размер самцов варьировался от 49 до 94 мм, в среднем 69,1 мм, вес изменялся от 1,2 до 10,5 г, в среднем составив 4,4 г, средние размеры ювенильных особей составили – 42 мм, масса – 0,8 г.

Дражная съемка, выполненная в 2016 г. в зал. Измены, показала, что в уловах доминировали самцы, их доля составила 57,8%, доля интерсексов составила 18,9%, ювенильных особей – 13,6%, самок – 9,8%. Средние размеры и масса особей в драгировочных уловах составили 75,9 мм и 7,1 г соответственно. При этом доля непромысловых особей в уловах составила 63%.

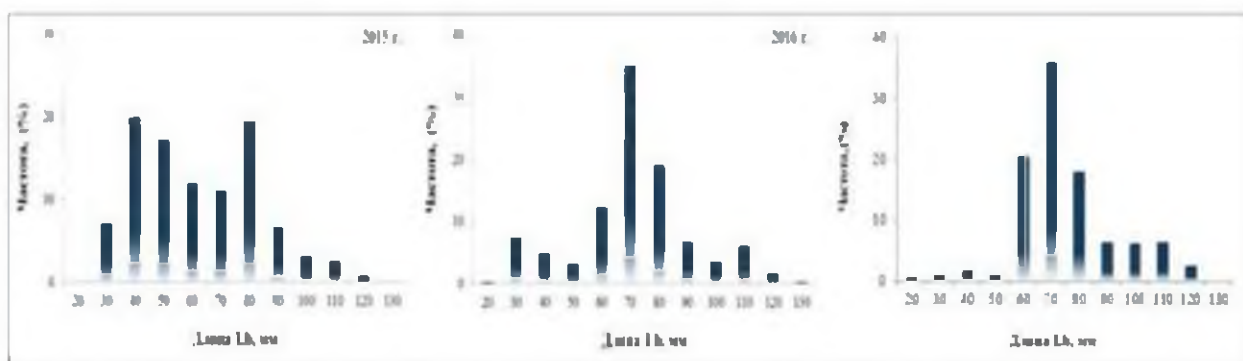


Рис. 4. Частотное распределение промысловой длины тела (Lb) креветки травяной в зал. Измены в 2015-2017 гг. (по результатам дражных съёмок).

Промысловая длина ювенильных особей варьировалась от 28 до 58 мм, при среднем значении 39,4 мм, самцов от 53 до 87 мм, при среднем значении 73,3 мм, переходных особей от 71 до 105 мм, при среднем значении 89,9 мм, самок от 99 до 130 мм, при среднем значении 114,7 мм. При этом масса ювенильных особей колебалась от 0,3 до 2 г, при среднем значении 0,6 г, самцов от 2 до 7 г, при среднем значении 5,2 г, переходных особей – от 7 до 15 г, при среднем значении 9,9 г, самок – от 13 до 34 г, при среднем значении 22,2 г.

Съёмка, выполненная в 2017 г., показала, что доля непромысловых особей составила 60,6%, в уловах доминировали самцы, их доля составила 71,5%; доля ювенильных особей была незначительна и составила 3%, интерсексов 12,4%, самок – 13,1%.

Промысловая длина особей изменялась от 24 до 129 мм, в среднем составив 80,1 мм, масса тела варьировалась от 0,1 г до 32 г, при среднем значении 7,8 г. Размер самок изменялся в интервале от 97 до 129 мм и в среднем составил 113,7 мм, масса изменялась от 13 до 32 г и в среднем составила 21,6 г. Средний размер интерсексов составил 93 мм (77–106 мм), средний вес – 10,6 г (5–16 г). Размер самцов варьировался от 44 до 98 мм, в среднем 73,5 мм, вес изменялся от 1,1 до 10 г, в среднем составив 5,1 г, средние размеры ювенильных особей составили – 36,8 мм, масса – 0,5 г.

Как и у других креветок-пандалид, у креветки травяной ярко выражен половой диморфизм, когда размеры самок намного превышают размеры самцов, поскольку этот вид относится к протандрическим гермафродитам. Соответственно, во время промысла из популяции изымаются наиболее крупные особи, и, прежде всего, самки. Постоянное изъятие половозрелых самок приводит к уменьшению, как средних размеров всех особей популяции, так и средней длины самок, а также к снижению доли самок в уловах. Это, в свою очередь, (при чрезмерной эксплуатации скоплений), может привести к ослаблению репродуктивного потенциала популяции травяной креветки.

Поскольку пространственное распределение креветки травяной из года в год остается практически неизменным, то для оценки запаса был взят осенний период промысла, когда перелинявшие особи после спаривания рассредоточиваются по заливу Измены и прилегающим водам для нагула. На

основе ранее полученных данных было три основных района промысла: 1 – прибрежные воды северо-западной части о. Кунашир; 2 – в юго-западной части залива Измены; 3 – в северо-восточной части залива (рис. 5). Полигоны в каждом районе были выделены по крайним координатам постановки порядков.

После оценки запаса на полигонах (метод ОМЛ ФК) плотность и удельная биомасса были экстраполированы на площадь всего района. Если район включал 2 полигона, то предварительно рассчитывали средневзвешенные значения плотности и удельной биомассы. Запас рассчитывали как произведение плотности или удельной биомассы на площадь района (табл. 4). Суммарный запас в 2011 и 2012 гг. был равен 556,6 и 507,6 т соответственно.

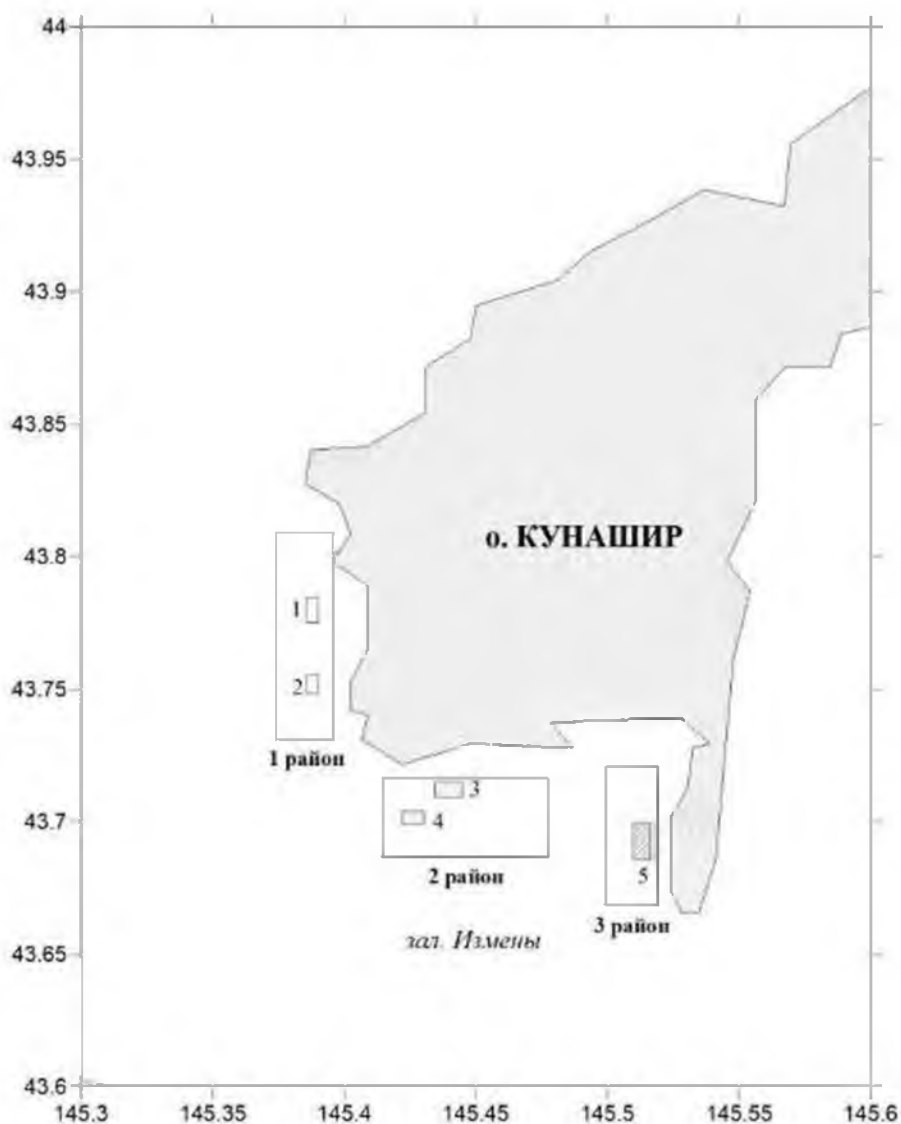


Рис. 5. Карта-схема полигонов и районов промысла креветки травяной в Южно-Курильской зоне

Расчет запаса креветки травяной в зал. Измены
и прилегающих водах по районам промысла в 2011–2012 гг.

Год	Район		Полигон				Запас в районе	
	№	S, км ²	№	S, км ²	N, тыс. экз.	B, т	тыс. экз.	т
2011	1	49,1	1	1,2	702	8,9	33585	426,5
			2	0,7	577	7,3		
	2	20,4	3	2,0	214	2,7	6389	81,1
			4	0,9	480	6,1		
3	29,7	5	2,0	330	3,3	3857	49,0	
2012	1	49,1	1	1,2	641	8,1	26019	330,4
	2	20,4	4	0,9	497	6,3	10911	138,6
	3	29,7	5	2,0	205	2,6	3038	38,6

В 2013, 2014 гг. осуществлялся сбор биопромысловых статистических данных во время промышленного лова травяной креветки в прибрежной зоне о. Кунашир. Поскольку наблюдения были очень непродолжительными, то имеющиеся результаты не позволяют дать объективную количественную оценку текущего состояния запаса, в эти годы.

В 2015 г. оценка количества запаса проводилась методом прямого учета численности, по результатам дражных съемок. По результатам съемки в зал. Измены при коэффициенте уловистости драги, равном 0,25 [Згуровский, 1987], уловы на траление колебались от 0 до 101,2 г/м² и в среднем составили 21,8 г/м² (с учетом нулевых станций), наибольшие концентрации травяной креветки отмечались в северо-западной части залива на глубинах 1–3 м. Плотность скоплений непромысловых особей изменялась от 0 до 42,4 г/м² и в среднем составила 6,4 г/м², промысловых особей – от 0 до 84,4 г/м², и в среднем составила 15,4 г/м². Учетная общая биомасса составила 845 т, промысловая биомасса 651,8 т.

По результатам съемки 2016 г. уловы на траление колебались от 0 до 85,7 г/м² и в среднем составили 16,3 г/м² (с учетом нулевых станций). Плотность скоплений непромысловых особей изменялась от 0 до 34 г/м² и в среднем составила 5,2 г/м², промысловых особей от 0 до 58,8 г/м² и в среднем составила 11,1 г/м². Учетная общая биомасса составила 886 т, промысловая биомасса 613 т.

По данным съемки 2017 г. средние уловы всех особей составили 17,2 г/м². Плотность скоплений непромысловых особей варьировалась от 0 до 29,9 г/м² и в среднем составила 6,8 г/м², промысловых особей от 0 до 81 г/м² и в среднем составила 10,5 г/м². Учетная общая биомасса составила 818 т, промысловая биомасса 530 т.

Определение биологических ориентиров. Основной проблемой для разработки правил регулирования промысла для запаса травяной креветки Южных Курил является слабая информационная обеспеченность. При этом биологические показатели, свидетельствующие о состоянии запаса, претерпевают значительные изменения, и их определение сопряжено с рядом трудностей. Поэтому биологические ориентиры управления запасом травяной креветки Южных Курил в настоящий период носят временный

характер, и по мере поступления новой информации будут уточняться. Целевые и граничные ориентиры управления промыслом травяной креветки Южных Курил были найдены с помощью динамической продукционной модели Шефера [Schaefer, 1954].

Граничным ориентиром по биомассе B_{lim} служила величина, равная 10% от величины биомассы, соответствующей максимально возможному значению для популяции травяной креветки Южных Курил (промысловой емкости среды K): $K*10\%=1020*10\%=102$ т.

Буферный ориентиром по биомассе $B_{buf} = 1,2*B_{lim} = 122$ т. Граничный ориентир по интенсивности промысла F_0 определялся исходя из объемов изъятия, необходимых для проведения НИР. В качестве целевого ориентира по промысловой смертности F_{tr} выбрали математическое ожидание оценки максимального устойчивого вылова $(MSY/B_{MSY}) = 0,19$, где: MSY – максимально устойчивый вылов, B_{MSY} – биомасса запаса, соответствующая максимальному устойчивому вылову.

MSY оценивали по формуле $MSY = (r \times K) / 4 = 0,38*1020/4=97$ т, где:

K – промысловая емкость среды, r – коэффициент мгновенного популяционного роста. Соответственно, в качестве целевого ориентира по биомассе выбирали математическое ожидание биомассы, соответствующей $B_{tr} (B_{MSY}) = K/2 = 1020/2 = 510$ т.

Граничный ориентир по промысловой смертности F_{lim} определен как $=F_{tr} * \text{порог превышения } MSY = 0,19*2 = 0,38$.

Обоснование правила регулирования промысла. Для осуществления оптимальной эксплуатации запаса применяем следующие режимы регулирования промысла травяной креветки Южных Курил (рис. 6):

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_0 постоянна и соответствует величине изъятия, необходимого для НИР $F_0 = \text{const}$.

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

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

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

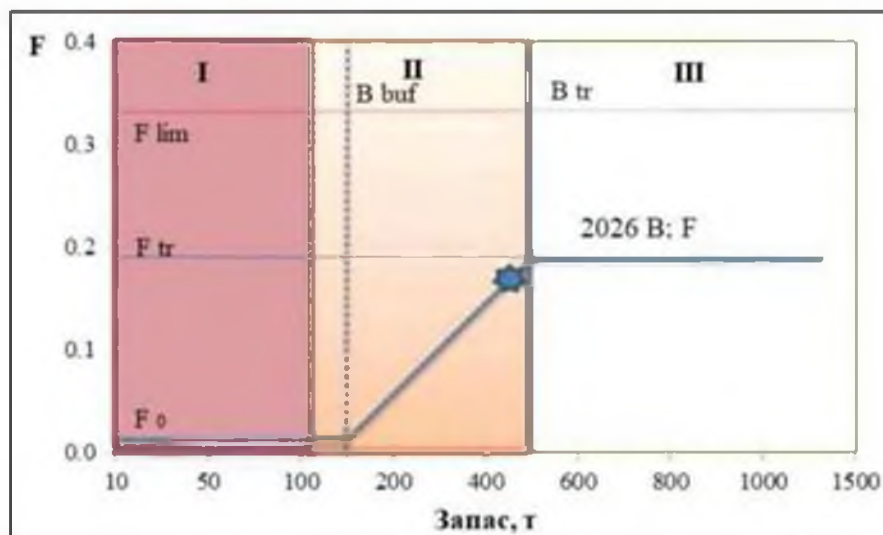


Рис. 6. Графическое представление ПРП для запаса креветки травяной у Южных Курил в 2026 г. (I – режим научного лова; II – режим восстановления запаса; III – постоянной интенсивности промысла).

Прогнозирование состояния запаса. Расчет запаса креветки травяной у Южных Курил был выполнен с помощью продукционной модели Шефера [Schaefer, 1954], основанной 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 – промысловая емкость среды, 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:

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

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 , затем, используя формулу Байеса и данные наблюдений, рассчитывается целевое или общее апостериорное распределение, статистические показатели которого являются искомыми оценками параметров модели ($K=1020$; $r=0,38$; $q=0,60$).

По результатам моделирования величина промыслового запаса креветки травяной у Южных Курилах в 2027 г. находится в диапазоне 357–536 т и при математическом ожидании составит 447 т (рис. 7).

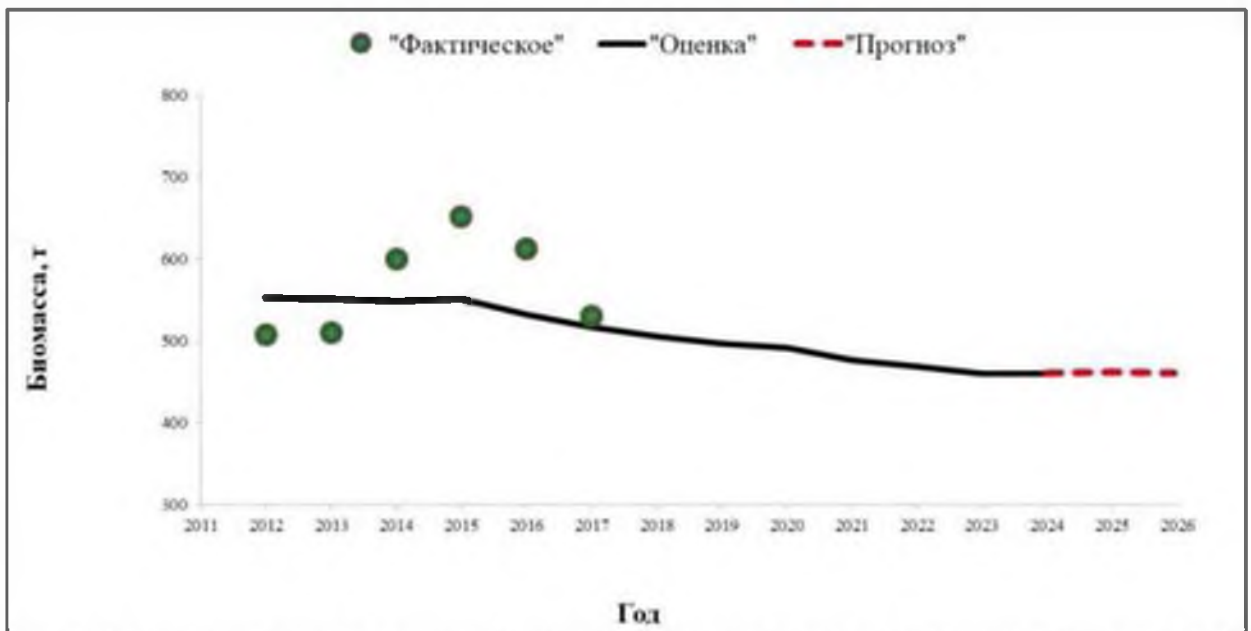


Рис. 7. Математическое ожидание биомассы креветки травяной у Южных Курил в 2012–2024 гг. и прогноз на 2026–2027 гг.

Обоснование объема ОДУ. Условно безопасный объем ОДУ креветки травяной у Южных Курил устанавливается как:

$$\text{ОДУ}_{2027} = U * B_{2027} \quad (1)$$

где U – коэффициент эксплуатации (доля изъятия из промыслового запаса), рассчитываемый по формуле [Рикер, 1979]:

$$U = 1 - e^{-F} \quad (2)$$

Поскольку прогнозируемая величина запаса креветки травяной у Южных Курил на 2027 г. больше значения $B_{\text{вып}}$, но меньше $B_{\text{тр}}$, то в рамках «предосторожного» подхода, считаем необходимым вести промысел в режиме восстановления запаса, что в рамках «предосторожного» подхода подразумевает ведение промысла с коэффициентом эксплуатации 0,15. В соответствии с формулой (1) величина ОДУ_{2027} креветки травяной у Южных Курил может составить 67,0 т.

Таким образом, рекомендуется установить ОДУ креветки травяной в Южно-Курильской зоне на 2027 г. в объеме 0,067 тыс. т.

Креветка травяная (*Pandalus latirostris*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.3 – подзона Восточно-Сахалинская

Исполнитель: Г.В. Жуковская (СахНИРО)

Куратор: А.И. Буяновский (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Информационной основой представляемого прогноза по креветке травяной в Восточно-Сахалинской подзоне являются данные, полученные во время выполнения контрольного лова в 1999–2001 гг. и НИР (ловушечные съемки в 2002, 2005–2008 гг.; дражной съемки в 2005, 2016, 2022 и 2024 гг.) и наблюдений на промысле в 2024 г. Информация о величине промышленного освоения запаса в 1999–2025 гг. получена из базы ОСМ «Росрыболовства».

Всего за весь период проведения дражных и ловушечных съемок выполнен биологический анализ 44782 экз. креветок. Во время дражной съемки в 2005 г. выполнено 15 станций (каждая – в двух повторностях), выполнен анализ 722 экз. травяной креветки. В 2016 г. выполнено 23 дражных станции, проведен биологический анализ 676 экз. травяной креветки. В 2022 г. выполнено 36 станций, выполнен биологический анализ 1070 экз. В 2024 г. выполнено 40 дражных станций, выполнен биологический анализ 763 экз. и 250 экз. промерено в ходе наблюдений на промысле. При выполнении биологических анализов основным размерным параметром была промысловая длина тела (L_b) – расстояние от края заглазничной впадины до конца абдомена [Иванов, 2004].

В целом, информационную обеспеченность прогноза, согласно приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, по характеру имеющейся первичной информации прогноз ОДУ травяной креветки восточного Сахалина можно отнести к III уровню информационной обеспеченности.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Проведение учетных траловых съемок позволяют оценить численность и биомассу креветки травяной у восточного Сахалина. По данным дражных съемок с помощью метода геостатистической интерполяции (*Kriging*) [Keckler, 1994; Wackernagel, 1995] получены оценки биомассы и численности травяной креветки в исследуемом районе. Результаты исследований позволяют определить промысловые ориентиры для формирования правила регулирования промысла (ПРП) на основе «принципа предосторожности» [Бабаян, 2000].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. В 1999 и 2000 гг. уловы на усилие держались на высоком уровне. В 2001 г. произошло уменьшение с 45 кг/100ловушек (в 2000 г.) до 17 кг/100 ловушек (в 2001 г.). По нашему мнению, такое резкое снижение уловов на усилие в 2001 г. обусловлено тем, что контрольный лов проводился очень короткий промежуток времени, был небольшим по объему и пришелся на

неблагоприятное для промысла время. Это подтверждается и тем, что в 2002 и 2005 гг., несмотря на частые шторма, которые портили орудия лова, средние уловы на усилие составляли 20–30 кг/100 ловушек (табл. 1).

Таблица 1

Вылов креветки травяной в прибрежных водах восточного Сахалина
(по данным 1999–2024 гг.)

Год	Прогноз, т	Общий вылов, т	Улов на усилие, кг/100 ловушек
1999	50	8,100	43,0
2000	50	7,700	45,0
2001	50	1,100	17,0
2002	50	3,100	30,0
2005	30	1,500	20,0
2006	30	2,600	21,3
2007	30	0,407	5,7
2008	30	3,896	10,2
2009	40	0,846	24,9
2010	40	0	0
2011	40	0,181	9,0
2012	40	0	0
2013	45	0	0
2014	47	0	0
2015	47	0	0
2016	44	0	0
2017	28	0	0
2018	28	0	0
2019	28	0	0
2020	28	2,005	43,2
2021	28	22,823	42,2
2022	28	10,805	-
2023	28	22,284	-
2024	13	7,334	23,5
2025	13	5,888	-

В 2007 г. значения уловов на усилие значительно колебались: от 2,1 до 13,4 кг/100ловушек, в среднем составив 5,7 кг/100 ловушек. Это были самые низкие промысловые показатели за весь период наблюдений. Столь низкие уловы объясняются плохой организацией промысла. В 2008 г. уловы на усилие колебались от 1 до 36,5 кг/100 ловушек, в среднем составив 10,2 кг/100 ловушек.

В 2009 г. уловы креветки травяной изменялись от 4 до 66,7 кг/100 лов., в среднем составив 24,9 кг/100 лов. В 2010 г. промысел креветки травяной в зал. Анива (Восточно-Сахалинская подзона) не велся, это связано с задержкой в распределении квот. Научно-исследовательские работы также не проводились. В 2011 г. НИР проводились только в течение одного месяца, и за исследуемый период улов на усилие изменялся от 0 до 54 кг/100 ловушек и в среднем составил 9 кг/100 ловушек.

В первой декаде июня 2011 г. средний улов на промысловое усилие травяной креветки составил 7,7 кг/100 лов, данное значение было

минимальным за весь период исследований. В 2012–2016 гг. промышленный лов креветки травяной не велся. Это было связано с отсутствием заинтересованности крупных рыбодобывающих предприятий в промысле креветки в данном районе.

В 2020 г. промышленное освоение креветки травяной возобновилось. Промысел пока носит разведывательный характер. Лов начался в августе, вылов за месяц составил 0,226 т. Наиболее результативным был сентябрь, когда месячный вылов составил 1,410 т, в августе – 0,368 т. Улов на усилие за промысловый сезон в среднем составил 43,2 кг/100 ловушек. Суммарный годовой вылов креветки травяной в Восточно-Сахалинской подзоне в 2020 г. составил 2,005 т.

В 2021 г. промысел креветки начался в июне, вылов за месяц составил 1,516 т. Промысел в июле, августе и сентябре был самым результативным, вылов по месяцам составил – 7,469, 3,526 и 7,315 т соответственно. Всего за год было освоено 22,823 т, что составляет 81,5% от годового ОДУ.

В 2022 г. промысел велся с июля по октябрь в основном в восточной части залива Анива (на участке от р. Игривой до р. Чиркова). Годовой вылов составил 10,805 т (38,6% от годового ОДУ). В 2023 г. промысел вели в том же районе пять предприятий. Годовой вылов составил 22,284 т, что составляет 79,6% от годового ОДУ. В 2024 г. промысел велся на участке от р. Игривой до р. Чиркова, пятью предприятиями было добыто 7,334 т, что составляет 56,4% от годового ОДУ. Промысловые усилия составляли 23,5 кг/100 ловушек, что соответствует показателям для уровня численности запаса, состоящих из поколений низкой и средней численности.

В 2025 г. промысел велся на участке от р. Игривой до р. Чирково силами трех предприятий. Годовой вылов составил 5,888, что составляет 45,3% от годового ОДУ.

Ресурсные исследования креветки травяной проводились у восточного побережья зал. Анива на участке от р. Игривой до р. Чиркова (около 10 км²), в районе Первой, Второй и Третьей Падей.

Работы, проведенные по изучению креветки травяной у восточного Сахалина, позволили выявить места локализации основных промысловых скоплений данного вида в зал. Анива и лаг. Буссе [Букина, 2002, 2004]. Поскольку лагуна Буссе относится к «Памятнику природы регионального значения», то в ней запрещен промышленный лов. Прогноз ОДУ по креветке восточного Сахалина, таким образом, строится только на запасах зал. Анива.

В период 2000–2002 гг. по данным ловушечных уловов от 74 до 100% креветок зал. Анива были промыслового размера (более 80 мм). Основу уловов составляли самки – 65,6%. Это связано с тем, что все крупные особи этого вида – самки и интерсексы остаются в ловушках, а мелкие – из-за относительно большого размера ячеи, в них не попадают. Промысловая длина (длина тела от заднего края глаза до конца тельсона) травяной креветки в ловушечных уловах варьировалась от 69 мм до 140 мм (рис. 1) составив в среднем за весь период исследований 104,9 мм. Средняя масса тела травяной креветки в зал. Анива за этот же период составила 17,5 г.

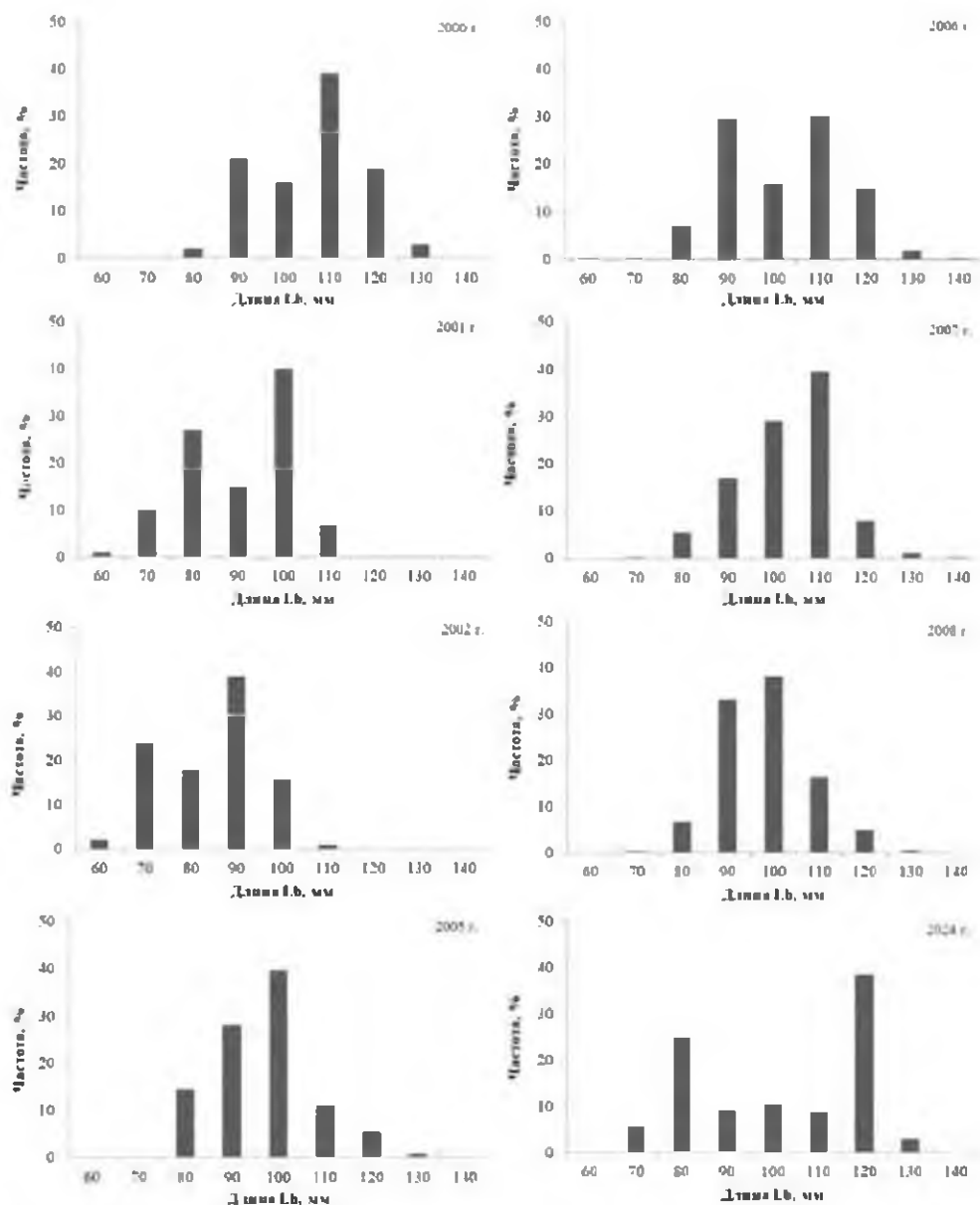


Рис. 1. Размерный состав креветки травяной в зал. Анива (по ловушечным данным) в 2000–2002, 2005–2008, 2024 гг.

В 2005–2007 гг. в ловушечных уловах практически 100% особей были промышленного размера. В уловах доминировали самки, составляя соответственно 69,2 и 58,4% от всего улова. Промысловая длина травяной креветки в 2006 г. варьировалась от 69 до 141 мм, в среднем составив 106,7 мм, в 2007 – от 70 до 144 мм, и в среднем составив 107,7 мм. Из анализа данных 2005–2007 гг. следует, что средняя промысловая длина оставалась на стабильном уровне. На наш взгляд, это объясняется слабой промысловой нагрузкой и отсутствием значительных колебаний природных факторов.

К 2024 г. размерный состав травяной креветки восточного Сахалина претерпел значительные изменения и был представлен особями с длиной от 76 до 133 мм, при среднем значении 106,5 мм. В ловушечных уловах доминировали интерсексы в размерном классе 80 мм (24,8%) и самки в размерном классе 120 мм (38,4%).

В 2008 г. промысловая длина креветки травяной варьировалась от 51 до 146 мм, в среднем составив 104,4 мм, масса креветки травяной изменялась от 1,2 до 51 г, в среднем составив 17,9 г. Средняя длина самок составила 117,1 мм, средняя масса 25,2 г; средняя длина и масса интерсексов составила 94,4 мм и 11,9 г соответственно. Значения средней промысловой длины и массы самцов за исследуемый период составили 82,4 мм и 7,8 г.

В 1999 г. основу уловов составляли особи в возрасте 3–4 лет – 69,2%. Доля особей возраста 5 лет и старше составила 21,9%. В 2000 г. в уловах преобладали особи старших возрастных групп (61,6%). В 2001 г. доля особей младших возрастных групп значительно увеличилась в сравнении с предыдущим годом (71,1%). В 2002 г. наблюдался наименьший средний возраст, доля особей в возрасте 2–3 х лет составляла более половины (55,5%) (табл. 2).

В 2005 г. основу уловов составляли особи 4 лет (67%). В 2006 г. доля 4-летних особей оставалась значительной (33,5%). Также в уловах преобладали особи в возрасте 3 лет, их доля составила 46,1% от общего числа особей. В 2007 и 2008 гг., в уловах доминировали особи 3–5 лет. В 2024 г. в уловах доминировали особи 3-5 лет, при этом доля особей 5-ти лет составила 39,2%. Среднемноголетний возраст популяции за текущий период наблюдений составил 4 года.

Таблица 2

Возрастной состав креветки травяной (%) зал. Анива
(по данным ловушечных съемок 1999–2008 гг.)

Возраст, лет	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	Средний возраст, лет
1999	0,00	8,84	24,40	44,82	17,80	4,14	0,00	3,8
2000	0,00	0,00	8,88	29,51	35,11	23,94	2,57	4,8
2001	0,00	11,90	38,49	20,69	28,92	0,00	0,00	3,7
2002	0,00	26,20	29,29	35,17	9,17	0,17	0,00	3,3
2005	0,00	0,33	15,06	67,00	11,11	5,56	0,94	4,1
2006	0,03	6,71	46,13	33,47	11,84	1,76	0,06	3,6
2007	0,00	0,39	23,94	40,16	25,75	8,19	1,57	4,2
2008	0,00	4,72	31,71	39,52	17,91	5,70	0,44	3,9
2024	0,00	8,00	23,60	21,20	39,20	8,00	0,00	4,2
Ср. многолетнее	0,00	7,46	26,83	36,84	21,87	6,38	0,62	4,0

В дражных уловах 2005 г. в заливе Анива доля промысловых особей была равна 86,3%. В уловах доминировали самцы, составляя 61,2% от всего улова. Длина тела креветки варьировалась от 40 до 127 мм, в среднем составив 78,9 мм (рис. 3). Средний размер промысловых особей был равен 82,9 мм. Минимальный размер был у ювенильных особей: от 40 до 59 мм, в среднем 52,4 мм, максимальный – у самок с наружной икрой: от 93 до 127 мм. Средняя длина самок была равна 112,3 мм. Длина тела у самцов варьировалась от 54 до 97 мм, в среднем составив – 73,1 мм.

Средняя масса тела (по данным из дражных уловов) была равна 8,7 г. У ювенильных особей она варьировалась от 1 до 5 г, составляя в среднем 3,1 г. У самок – от 16 до 33 г при среднем в 21,6 г. Масса тела самцов варьировала от 2 до 12 г и в среднем составляла 6,5 г.

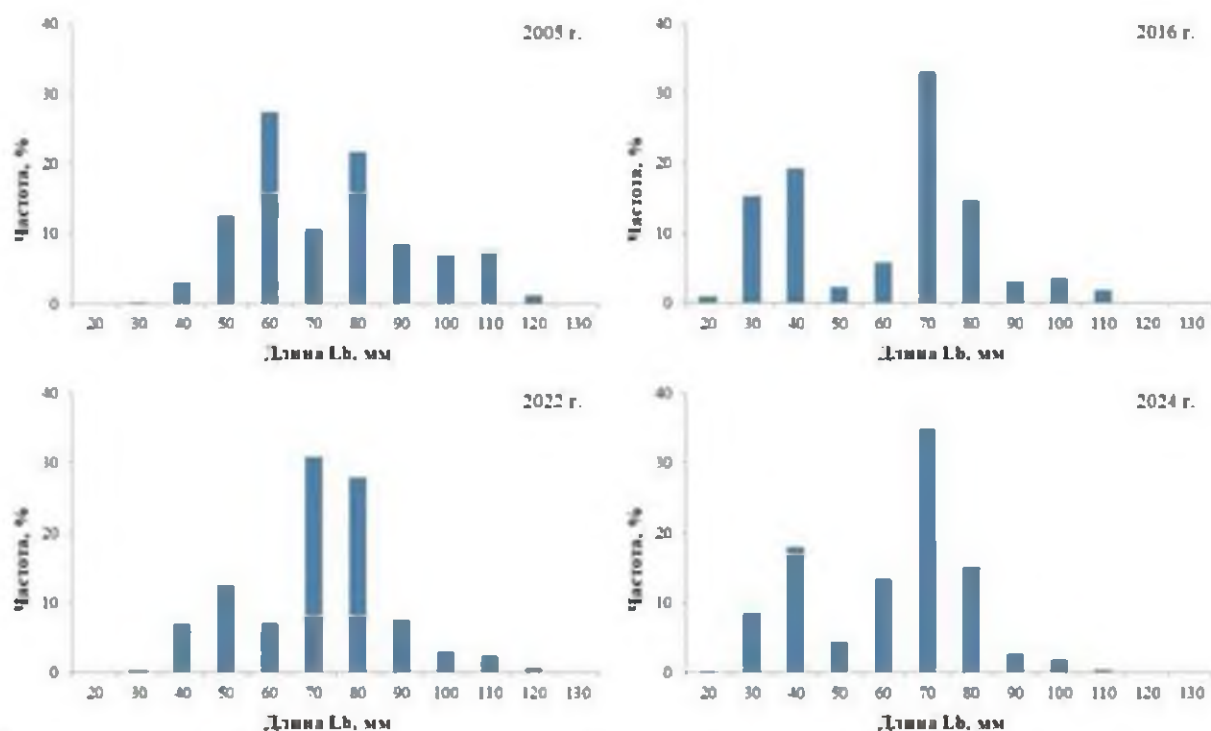


Рис. 2. Размерный состав креветки травяной в зал. Анива в 2005, 2016, 2022 и 2024 гг. по результатам дражной съемки.

Доля самцов и интерсексов в траловых уловах в 2005 г. составила 71,8%, что показывает наличие достаточного количества молоди для пополнения промыслового запаса в последующие годы.

В 2016 г. была выполнена дражная съемка в восточной части залива Анива (в районе Первой, Второй и Третьей Пади). Длина особей в уловах варьировалась от 28 до 124 мм и в среднем составила 84,9 мм, масса особей изменялась от 0,4 до 30 г, в среднем 10,4 г. Средний размер промысловых особей составил 99,3 мм, средняя масса 14,7 г. Средняя длина самок составила 114 мм, средняя масса 23,3 г; средняя длина и масса интерсексов составила 98 мм и 13,7 г соответственно. Значения средней промысловой длины и массы самцов за исследуемый период составили 74,8 мм и 5,5 г, ювенильных особей 40,5 мм и 0,6 г.

Доля ювенильных особей в уловах 2016 г. составила 13,9%, самцов – 28,3% и интерсексов – 48,8%, что свидетельствует о значительной доле пополнения в районе исследования. По данным дражной съемки 2022 г., выполненной в зал. Анива в основных местах скопления травяной креветки, длина особей травяной креветки варьировала от 30 до 134 мм, при среднем значении 75,7 мм. Основу уловов составляли самцы с длиной тела 50–60, 70–80 мм и интерсексы с длиной тела 80–95 мм (83,1%). В уловах размеры

ювенильных особей варьировали от 30 до 46 мм, при среднем значении 42,7 мм, самцов от 47 до 88 мм, при среднем значении 70,1 мм, интерсексов – от 80 до 108 мм, при среднем значении 87,9 мм, самок – от 89 до 134 мм, при среднем значении 111,5 мм. При этом масса ювенильных особей колебалась от 0,5 до 1,5 г, при среднем значении 0,9 г, самцов от 0,9 до 9,6 г, при среднем значении 4,1 г, интерсексов – от 5,3 до 14,6 г, при среднем значении 8 г, самок – от 6,9 до 32,6 г, при среднем значении 18,4 г.

Исследования 2024 г. показали, что по результатам дражной съемки средний размер и масса исследуемой части группировки травяной креветки составили 66,1 мм и 4,6 г соответственно. Основу уловов составляли самцы с длиной тела 40 мм (13%) и интерсексы с длиной тела 70–80 мм (46,1%). В уловах размеры ювенильных особей варьировали от 28 до 50 мм, при среднем значении 41,3 мм, самцов от 50 до 78 мм, при среднем значении 69,8 мм, интерсексов – от 75 до 101 мм, при среднем значении 83,0 мм, самок – от 91 до 112 мм, при среднем значении 104,5 мм. При этом масса ювенильных особей колебалась от 0,4 до 1,5 г, при среднем значении 0,8 г, самцов от 1,2 до 7,7 г, при среднем значении 4,6 г, интерсексов – от 5 до 14 г, при среднем значении 7,6 г, самок – от 10 до 19,2 г, при среднем значении 15,3 г.

Оценка величины запаса проводилась методом прямого учета численности, по результатам дражных съемок. Исследования, проведенные в двух основных районах обитания креветки, позволяют в полной мере оценить численность и биомассу запаса в целом. По результатам дражной съемки в зал. Анива в 2005 г., при коэффициенте уловистости 0,25 [Згуровский, 1987], уловы на траление колебались от 0,14 до 26 г/м², в среднем составив 8 г/м², общий запас травяной креветки в прибрежной зоне данного района составил 119 т. Промысловый запас составляет 86,3% от общего запаса и равен 103 т. В этот год оценка выполнена по восточной части залива Анива (далее – район № 2).

По результатам дражной съемки 2016 г. в западной части залива Анива, в Первой, Второй и Третьей Падей (далее – в районе № 1), при рекомендованных коэффициентах уловистости, средний уловы на траление всех особей составил 11,8 г/м², промысловых особей – 10,5 г/м², непромысловых – 1,3 г/м². Общий запас креветки травяной в районе в районе Первой, Второй и Третьей Падей составил 156 т, промысловый запас 137,2 т.

Для сравнения с оценкой 2022 г. оценки 2005 и 2016 г. по отдельным участкам были суммированы и составили 240 т.

Исследования 2022 г. показали, что при рекомендованных коэффициентах уловистости в районе № 1 средний уловы на траление всех особей составил 2,2 г/м², промысловых особей – 0,8 г/м², непромысловых – 1,4 г/м². Общий запас креветки травяной в районе в районе № 1 составил 97,5 т, промысловый запас – 39,5 т. На участке от п. Муравьево до м. Новик (район № 2) уловы на траление колебались от 0 до 69,7 г/м², в среднем составив 9,5 г/м², промысловые уловы от 0 до 34,4 г/м², в среднем составив 4,3 г/м². Общий запас травяной креветки в прибрежной зоне данного района составил 197,7 т, промысловый 100,5 т.

Исследования 2022 г. охватывали два основных скопления креветки травяной в зал. Анива. Общая величина запаса креветки травяной в зал. Анива составила 295 т, промысловый запас – 140 т. Отмечается значительное снижение промыслового запаса по сравнению с предыдущими годами, что связано с изменениями гидрологических условий, а также возможным увеличением ННН-вылова. При этом наличие значительной доли непромысловых особей позволит популяции сохранить численность на оптимальном уровне и при отсутствии неблагоприятных факторов привести к росту промыслового запаса.

Для контроля за состоянием численности запаса травяной креветки восточного Сахалина в 2024 г. была выполнена дражная съемка в основных местах промысла, в двух районах. Плотность скоплений травяной креветки в районе № 1 колебалась от 0 до 23,30 г/м² и в среднем составила 2,63 г/м². При этом плотность скоплений промысловых особей в среднем составила 0,54 г/м² (от 0 до 6,19 г/м²), непромысловых особей 2,09 г/м² (от 0 до 17,11 г/м²). Наибольшая концентрация скоплений травяной креветки отмечалась на в районе № 2, варьируя от 0 до 170,39 г/м², при среднем значении 31,69 г/м². Плотность скоплений промысловых особей в среднем составила 13,09 г/м² (от 0 до 79,42 г/м²), непромысловых особей 18,59 г/м² (от 0 до 110,63 г/м²). Суммарный промысловый запас по двум районам по данным съемки составил 113 т (табл. 3).

Таблица 3

Промысловая биомасса травяной креветки Восточно-Сахалинской подзоны по данным дражных съемок на участке №1 и №2

Год	Район №1	Район №2	Величина промыслового запаса, т
2005	-	+	119
2016	+	-	156
2022	+	+	140
2024	+	+	113

Определение биологических ориентиров. Определение ориентиров управления промыслом осложнено малым количеством информации, но, принимая во внимание стабильное состояние запаса и незначительное воздействие промысла, считаем возможным взять в качестве граничного ориентира по биомассе V_n значения промысловой биомассы, полученной в результате съемок, проведенных в 2005 на участке № 2 и 2016 гг. на участке № 1 в зал. Анива. Таким образом, суммарная оценка составила 240 т. Целевой ориентир V_n составил 240 т. Граничный ориентир по биомассе V_{lim} рассчитан по формуле $V_{lim}=0,2*V_{max}$ [Бабаян, 2000] и составил для зал. Анива – 55 т. За V_{max} была принята оценка, полученная на основании расчётов по величинам уловов на усилие в 2001-2002 гг, (см. табл. 1) – с расчётом возможной биомассы для суммарной площади двух участков при таких величинах уловов на усилие. Поскольку промысловый пресс в эти годы был минимальным, запас условно рассматривался как не пострадавший от

промысла. Буферный ориентир $B_{buf}=1,2 \cdot V_{lim}$ составил 66 т.

F_0 определялся исходя из объемов изъятия, необходимых для проведения НИР. Значение граничного F_{lim} и целевого F_{tr} ориентиров по промысловой смертности были найдены как функция M ; $F_{lim}=F_{MSY}=k \cdot M$, где k – коэффициент в диапазоне $0,5 \leq k \leq 1$, выбираемый в зависимости от средней продолжительности жизни вида [Бабаян, 2000]. Величина M была рассчитана как $M=\exp(1,44-0,982 \cdot \ln(t_{max}))$ [Hoenig, 1983]. Максимальная продолжительность жизни травяной креветки составляет 7 лет, отсюда $M=0,6$. При известной величине мгновенного коэффициента промысловой смертности M $F_{lim}=0,6 \cdot M=0,37$, $F_{tr}=50\%$ от $F_{lim}=0,19$ [Бабаян, 2000].

Обоснование правила регулирования промысла. Для осуществления оптимальной эксплуатации запаса применяем следующие режимы регулирования промысла травяной креветки восточного Сахалина (рис. 3):

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

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

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

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

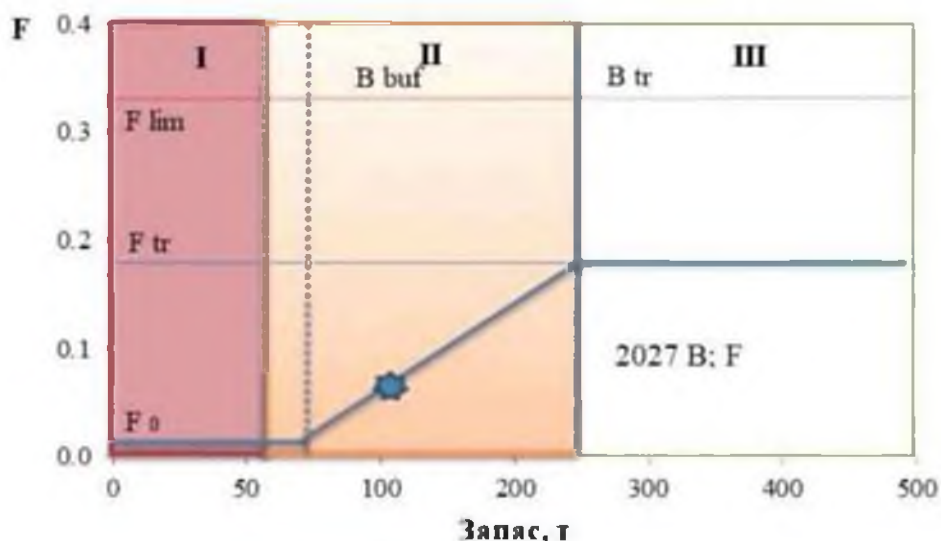


Рис. 3. Графическое представление ПРП для запаса креветки травяной у восточного Сахалина в 2027 г. (I – режим научного лова; II – режим восстановления запаса; III – постоянной интенсивности промысла).

Прогноз состояния запаса. Поскольку имеющейся биопромысловой информации недостаточно для полноценного анализа производственных

возможностей запаса с целью прогнозирования состояния на перспективу, а также учитывая значительную долю непромысловых особей, часть которых вступит в промысел к 2026-2027 гг., считаем, что смертность и пополнение в 2026–2027 гг. существенно не изменятся по сравнению с предыдущими годами. Как показано на *рисунке 2* доля молоди длиной 30-40 мм была в 2024 г. заметно выше, чем в 2022 г., следовательно, к 2026-2027 гг., когда эта молодь достигнет промысловых размеров, можно ожидать, что промысловый запас пополнится, что будет способствовать устойчивому промыслу в объемах рекомендованной величины ОДУ. Исходя из существующей неопределенности, считаем, что запас останется на уровне 2024 г., и составит 113 т.

Обоснование объема ОДУ. Условно безопасный объем ОДУ для травяной креветки у восточного Сахалина устанавливается как

$$\text{ОДУ}_{2027} = U * B_{2027}$$

где U – коэффициент эксплуатации (доля изъятия из промыслового запаса), рассчитываемый по формуле [Рикер, 1979]: $U = 1 - e^{-F}$.

Поскольку прогнозируемая величина запаса креветки травяной у восточного Сахалина на 2026 год для залива Анива ниже значения B_{tr} , в рамках «предосторожного» подхода необходимо вести добычу в режиме восстановления запаса.

В соответствии с разработанными правилами регулирования промысла, для данного уровня состояния запаса рекомендуемый уровень промыслового изъятия в 2027 г. составит 7%. B_{2027} креветки травяной в зал. Анива составляет 113 т, поэтому возможная величина ОДУ травяной креветки у восточного Сахалина в 2027 г. может составить 8,0 т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ креветки травяной в Восточно-Сахалинской подзоне на 2027 г. в объеме 0,008 тыс. т.**

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)

Куратор: А.И. Буяновский (ВНИРО)

В рамках настоящего обоснования оценка, прогнозирование состояния запасов и определение величины допустимого изъятия для креветки травяной осуществлено отдельно для различных районов обитания и при использовании разных методов сбора материала и расчета запасов. Для каждой из двух частей обоснования сохранены принципы его формирования и последовательность обязательных разделов. В резюмирующей части дается обоснование рекомендуемого объема ОДУ в целом по подзоне Приморье.

Участок подзоны Приморье южнее мыса Золотой

Анализ доступного информационного обеспечения. Информация о состоянии ресурсов креветки травяной (*Pandalus latirostris*) приводится по результатам исследований, проведенных в 2005-2008 гг. В 2011-2013 гг. исследования проводились в бух. Рында (о. Русский), в 2014-2020 гг. – в районе о. Рейнеке. 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 2021-2025 гг. исследования не проводились.

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. Посыета 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°C) 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. Посыета 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 травяной 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 травяной, 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).

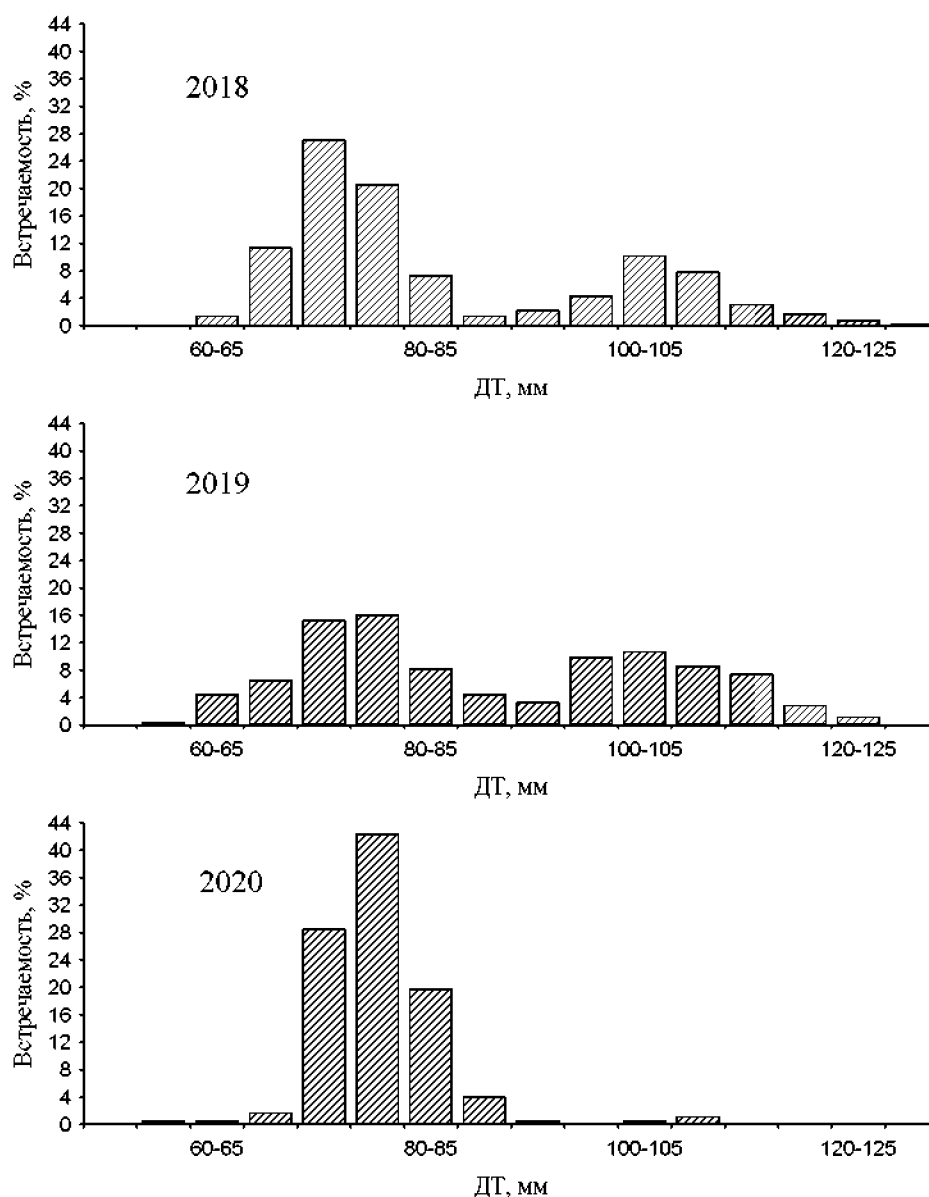


Рис. 2. Размерный состав ловушечных уловов креветки травяной в районе о-ва Рейнеке

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%). 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%). Уловы на ловушку в августе составили 55 г, в сентябре – 113 г. Самки в уловах 2020 г. были малочисленны, их доля составила 2,3 %. Основу ловушечных уловов составляли самцы и переходные особи (интерсексы).

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.

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 запаса креветки травяной 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 не располагаем данными и возможностями, позволяющими оценить состояние запасов креветки травяной в подзоне Приморье южнее мыса Золотой.

Участок подзоны Приморье севернее мыса Золотой.

Анализ доступного информационного обеспечения. Прогноз основан на данных, собранных в прибрежной полосе в северо-западной части Татарского пролива от залива Советская Гавань юге до мыса Садинга на севере в октябре 2025 г. (рис. 3). Выполнено 10 тралений креветочным тралом на 10-ти участках. Всего поймано 904 шт. травяной креветки. Выполнен биоанализ 514 экз. креветки. Дополнительно использованы данные, полученные в 2013 г. (10 участков), 2014(4 участка), 2015 г. (15

участков), 2016 г. (5 участков), 2020 г. (10 участков), 2021 г. (9 участков), 2022 г. (19 участков), 2024 г. (10 участков).



Рис. 3. Участки сбора материала по креветке травяной в 2025 г. (обозначены кружками).

Поскольку травяная креветка обитает преимущественно в пределах поселений морских трав, в прогнозе площадь поселений травяной креветки принята равной площади поселений морских трав. В связи с этим использованы полученные ранее сведения о поселениях морских трав района.

Основной объем данных по зоостере азиатской получен во время водолазной съемки на НИС «Потанино» в июле-августе 2010 г. в северо-западной части Татарского пролива в границах Хабаровского края от мыса Туманного на юге до мыса Южного на севере. Были охвачены глубины от 1-2 до 20 м. Выполнено 711 гидробиологических станций на 149 разрезах со средним расстоянием между разрезами в 2 мили.

Сведения о запасах зоостеры морской зал. Советская Гавань, Чихачева и бух. Фальшивой получены с 2011 по 2015 гг. во время водолазных съемок залива, проведенных с борта маломерного катера, с использованием полученных ранее данных. На глубинах произрастания зоостеры азиатской выполнено не менее 200 водолазных станций и станций визуального наблюдения.

Ранее полученные данные подтверждены съёмкой 2021 года. Площади обитания и биомасса зоостеры остались на прежнем уровне (рис. 4).

Вследствие того, что исследования креветки травяной выполняются с борта маломерных судов и при этом охватываются только отдельные участки вдоль побережья, информационное обеспечение прогноза относится к III уровню, 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.



Рис. 4. Карта-схема расположения станций водолазных съемок по учету поселений морских трав (обозначены кружками) в 2010-2021 гг.

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.

Сбор данных проводили при помощи креветочного трала с размером жесткого каркаса 60×120 см и кутцовой делью с ячейей 10 мм. Коэффициент уловистости трала для креветки травяной условно принят 0,5.

Учет площадей поселений трав выполняют методами водолазной

съемки, при помощи использования систем подводного видеонаблюдения, а также с поверхности на небольшой глубине. Все эти способы использованы для учета.

Оценку площади поселений можно проводить с помощью специальных программных средств (например, ГИС «Картмастер»). Однако, автоматический расчет площадей поселений в реальных условиях прибрежной зоны района исследований с высокой дискретностью условий обитания и границ ценоотических поясов неизбежно приводит к значительному искажению реальной картины распределения морских трав.

Границы отдельных промысловых поселений хорошо выражены, их целесообразно прописывать вручную. Площади поселений трав оценивали в соответствии с методическими рекомендациями ВНИРО [Блинова и др., 2003].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Травяная креветка – широко распространенный в прибрежной части Татарского пролива вид. Вид встречается в поселениях морских трав практически вдоль всего побережья Татарского пролива. Однако, несмотря на широкое распространение, площадь биотопов, пригодных для обитания травяной креветки, относительно мала, что обуславливает небольшую величину запаса вида. Является традиционным объектом любительского лова. Ее ловят сотни местных жителей с помощью самодельных тралов, ловушек и сачков. Ежедневные уловы на человека составляют от 0,5 до 2 кг. Общий вылов составляет не менее 1,5 т. ОДУ в последние годы обосновывался на уровне в 1,0 т. Промысловый лов объекта отсутствует.

По данным 2025 г. (N=514) промысловая длина травяной креветки варьировала от 24 до 140 мм, составив в среднем 70,0 мм, масса – от 0,1 до 28,4 г, в среднем 5,3 г. Сведения о размерно-массовых показателях приведены на *рисунках 5–6* и в *таблице 2*. Доля особей промысловых размеров (≥ 80 мм) составила 34% численности выборки и 66,3 % ее массы.

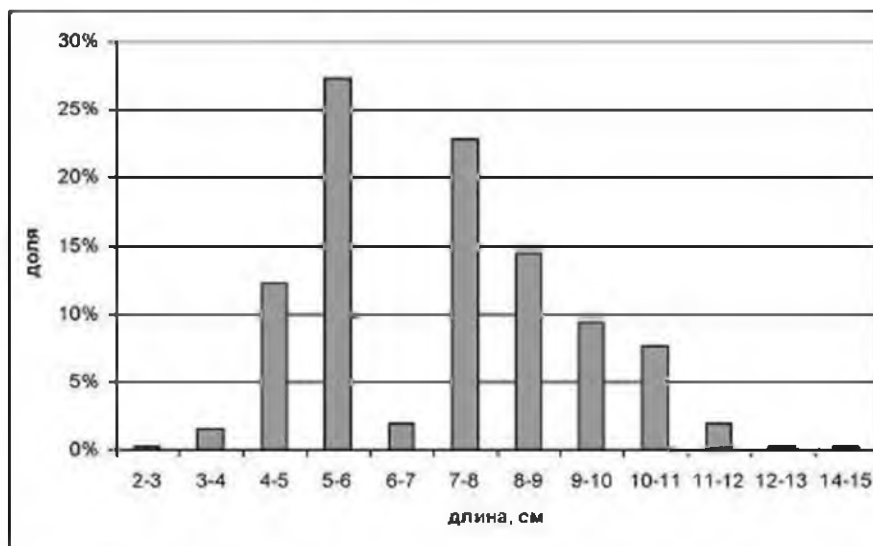


Рис. 5. Размерный состав креветки травяной в северо-западной части Татарского пролива в 2025 г.

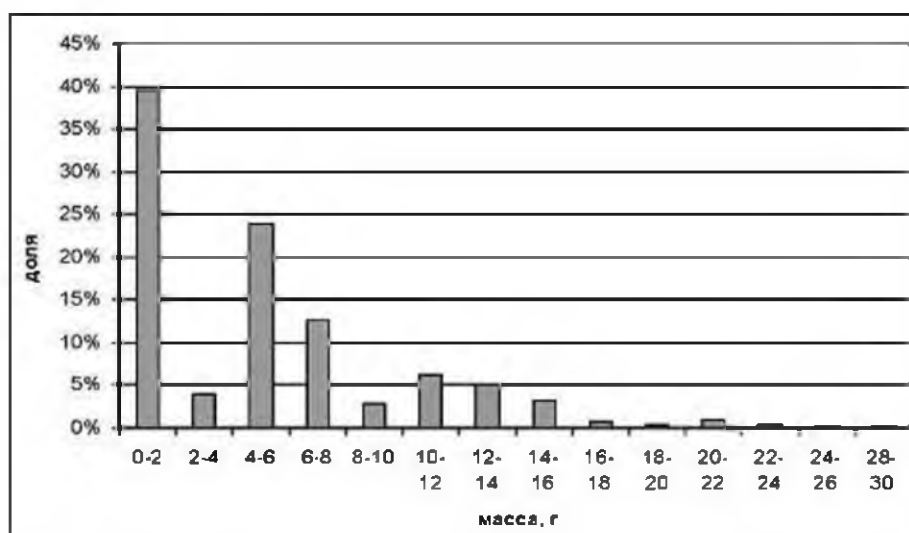


Рис. 6. Частотное распределение креветки травяной по массе в северо-западной части Татарского пролива в 2024 г.

Таблица 2

Сравнительные обобщенные характеристики тралений травяной креветки в 2013-2024 гг.

Год	2013	2014	2015	2016	2020	2021	2022	2024	2025
Кол-во обследованных участков	10	4	15	5	10	9	19	10	10
Промысловая длина, мм	32-123	30-125	41-121	25-114	30-132	33-125	48-120	32-125	24-140
Средняя промысловая длина, мм	72	68	70	50	76,5	76,7	80,1	75,9	70
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	0,3-26,8	0,1-28,4
Средняя масса, г	5,2	5,5	5,9	5,2	6,4	6,2	6,0	5,7	5,3
Средняя плотность, экз./м ²	0,15	0,2	0,37	0,15	0,23	0,22	0,32	0,43	0,37
Доля особей пром. размера, %	27,1	31	34	22,5	31,7	29,84	43,9	31,9	33,9
Общий запас, тонн	14,8	20,9	41,1	16,6	40,3	29,23	41,145	52,5	83,4
Промысловый запас, тонн	8,0	14,0	28,4	7,3	12,8	15,9	24,48	29,9	55,3

Расчет плотности поселений травяной креветки в зарослях zostеры произведен на основании полученных данных (табл. 3). По данным тралового облова 10 участков прибрежной зоны Татарского пролива в октябре 2025 г., средняя плотность травяной креветки в зарослях морских трав (с учётом коэффициента уловистости трала 0,5) составила 0,735 экз./м².

При указанной плотности текущая численность травяной креветки на всей площади поселений морских трав в подзоне Приморье севернее мыса Золотой, составила 15746700 экз. (0,735 экз./м²*21 430 000 м²). Общий запас

при средней массе особи 5,3 г – 83,4 т. Промысловый запас 66,3 % от этой массы 55,3 т.

Таблица 3

Таблица для расчёта запаса травяной креветки

Место траления	Количество тралений	Протяжённость тралений, м	Площадь тралений, м ²	Улов, экз.	Плотность, экз./м ²
бух. Сторож	2 участка	312	374	108	0,28877
бух.	2 участка	320	384	16	0,04167
бух. Токи	2 участка	550	660	338	0,51212
р-он о.	2 траления	122	146	62	0,42466
бух. Обманная	1 траление	195	234	19	0,08120
бух. Мучке	2 траления	246	295	361	1,22372
бух. Намшука	1 траление	120	144	0	0
Итог	10 участков 10 тралений	1865	2238	904	0,735

Площади поселений морских трав, к которым приурочены поселения травяной креветки оценены в 21,43 км² (табл. 4).

Таблица 4

Оценка площади поселений морских трав по данным 2010-2016 гг.

№	Район	Ширина участка, м	Протяжённость участка, км	Площадь участка, км ²
1	Р-н мыса Хой	200	2	0,4
2	Р-н бух. Аласутай	100	1	0,1
3	Мыс Терпения	200	19	3,8
4	Р-н мыса Аукан	150	3	0,45
5	Мыса Чумы-Дуа	100	7	0,7
6	бух. Дюанка	400	2	0,8
7	бух. Иннокентия	500	0,5	0,25
8	южнее мыса Успения	700	4,5	3,15
9	севернее бух. Аджима	300	5	1,5
10	Р-н р. Кольда	300	7	2,1
11	Р-н р. Луговая	300	4	1,2
12	бух. Нельма	200	2	0,4
13	бух. Фальшивая	300	0,9	2,7
В заливе Советская Гавань				
2	бух. Бяуде	1300	1,6	2,08
3	бух. Эгге	500	1	0,5
4	бух. Западная	500	2,2	1,1
5	бух. Северная	400	0,5	0,2
Всего по заливу Сов. Гавань			5,3	3,88
Итого:			63,2	21,43

Исследования 2013-2025 гг. показывают сопоставимые результаты, как по плотности поселений, так и по размерно-массовым показателям: длине, массе и доле промысловых особей в выборках (см. табл. 2).

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 с пропусками годов наблюдений, статистически значимых трендов построить невозможно (рис. 7).

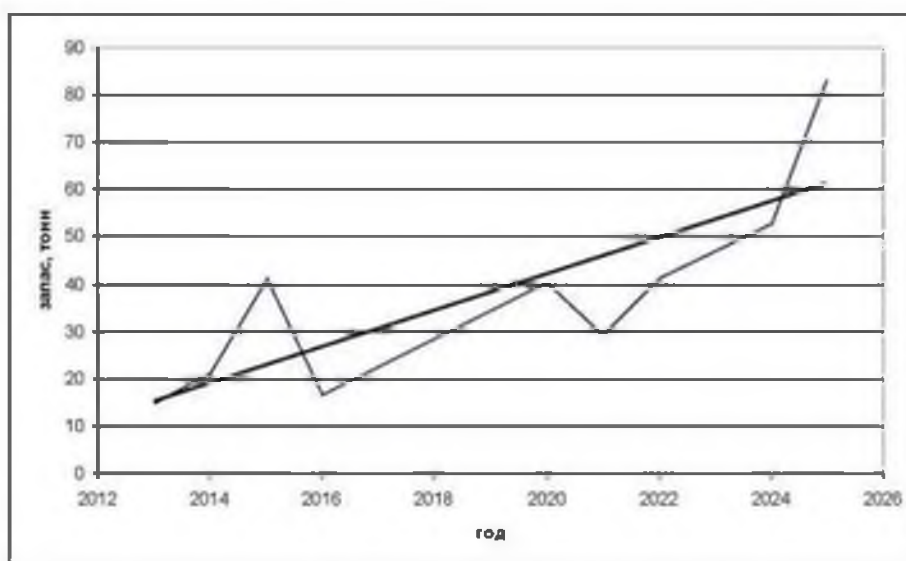


Рис. 7. Динамика запаса креветки травяной в северо-западной части Татарского пролива.

Между тем, уровень оценок биомассы отличается почти в 3 раза, что связано не столько с его состоянием, сколько с плохим качеством информационного обеспечения. Поэтому предлагается прогнозировать запас

на уровне средней величины за годы наблюдений, которая составляет 32 т.

Обоснование объема ОДУ. В 2027 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.

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. 3,2 т. Однако, поскольку в районе существует неучтенный вылов, ОДУ креветки травяной на 2027 г. в подзоне Приморье к северу от мыса Золотой рекомендуется на минимальном уровне – 1,0 т, или 0,001 тыс. т.

Таким образом, рекомендуется установить ОДУ креветки травяной в подзоне Приморье на 2027 г. в объеме 0,002 тыс. т исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.

Креветка травяная (*Pandalus latirostris*)

61.06 – зона Японское море

61.06.2 – подзона Западно-Сахалинская

Исполнитель: Г.В. Жуковская (СахНИРО)

Куратор: А.И. Буяновский (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Основой для оценки запаса и прогнозирования вылова креветки травяной у западного Сахалина на 2027 г., послужили материалы, собранные при проведении дражных съемок в 2009 г., 2012 г., 2019 г. (50 станций), 2023 г. (58 станций), 2024 г. (42 станции) и ловушечных съемок в 2007–2009, 2012 гг. (337 станций) (рис. 1). Всего в ходе работ был выполнен анализ 8571 экз. травяной креветки, массовый промер у 1700 экз., плодовитость определена у 120 самок. При выполнении биологических анализов основным размерным параметром была промысловая длина тела (L_b) – расстояние от края заглазничной впадины до конца абдомена [Иванов, 2004].

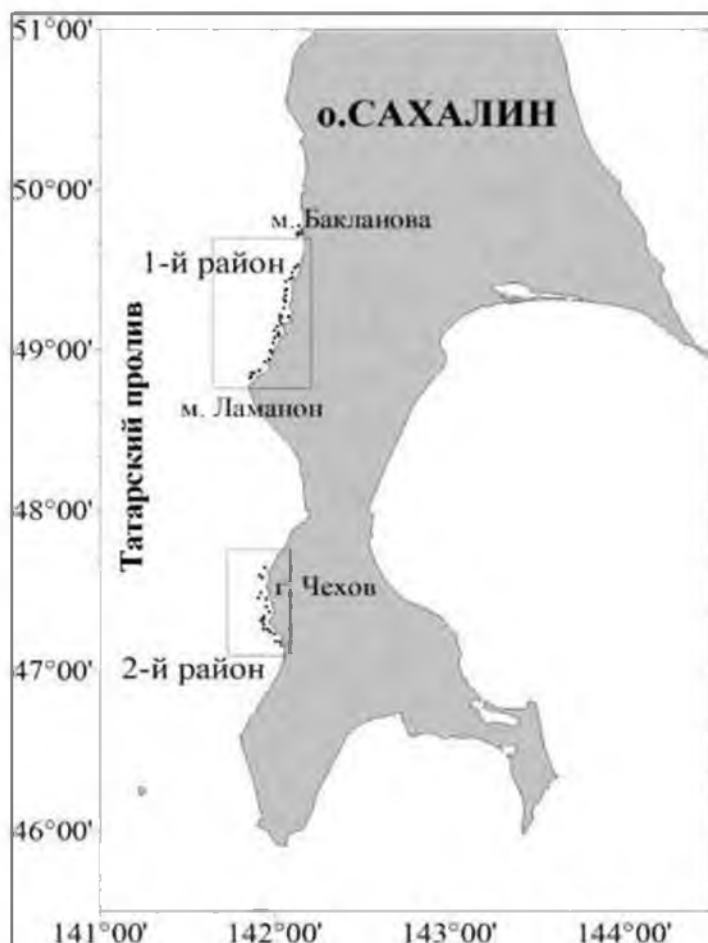


Рис. 1. Карта-схема проведения НИР по креветке травяной у Западного Сахалина (1-й район – в 2007–2009, 2019, 2023, 2024 гг.; 2-й район – в 2012, 2019, 2023, 2024 гг.)

Информация о величине промышленного освоения запаса в 2007-2025

гг. получена из базы ОСМ «Росрыболовства».

В целом, информационную обеспеченность прогноза можно признать недостаточной. Согласно приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104, по характеру имеющейся первичной информации прогноз ОДУ травяной креветки у западного Сахалина можно отнести к III уровню информационного обеспечения.

Обоснование выбора методов оценки запаса. По данным дражных съемок с помощью метода геостатистической интерполяции (*Kriging*) [Kecskler, 1994; Wackernagel, 1995] были получены оценки биомассы и численности травяной креветки в исследуемом районе. Результаты исследований позволяют выделить промысловые ориентиры для формирования ПРП на основе «принципа предосторожности» [Бабаян, 2000].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. В прибрежной зоне западного Сахалина в конце 1940-х гг. велся ловушечный и дражный промысел травяной креветки, и уловы при этом были довольно значительными. Но в связи с отсутствием рынка сбыта этот вид не заинтересовал рыбаков, и в дальнейшем это скопление в промышленных масштабах не эксплуатировалось.

Проведенные НИР показали, что пространственное распределение уловов креветки травяной в прибрежных водах у юго-западного Сахалина в 2007–2009 гг. оставалось практически неизменным. Средние уловы на усилие составили 59,7 кг/100 лов. в 2007 г. и 39,3 кг/100 лов. в 2008 г. В 2009 г. средние уловы травяной креветки изменялись от 2,5 до 30 кг/100 лов., в среднем составив 14,7 кг/100 лов. (табл. 1).

Таблица 1

Вылов креветки травяной в прибрежных водах у западного Сахалина
(по данным 2007–2024 гг.)

Год	ОДУ, т	Общий вылов, т	Улов на усилие, кг/100 ловушек
2007	7	0,415	59,7
2008	6	2,000	39,3
2009	7	0,276	14,7
2010	7	0	-
2011	31	0	-
2012	31	0,009	0,5
2013	31	0	-
2014	40	0	-
2015	39	0	-
2016	39	0	-
2017	39	0	-
2018	39	0	-
2019	39	0	-
2020	39	2,222	-
2021	39	28,241	-
2022	39	12,290	-
2023	39	9,711	-
2024	39	16,485	-
2025	28	16,074	-

В 2012 г. НИР проводились в юго-западной части острова, условия обитания креветки в этом районе являются менее благоприятными, чем в северной части острова, поэтому уловы были незначительными. В целом за весь период исследований уловы травяной креветки изменялись от 0 до 4,2 кг/100 лов., в среднем составив 0,5 кг/100 лов. В 2013–2019 гг. промысел травяной креветки рыбодобывающими предприятиями не велся, НИР не осуществлялись. Добыча креветки велась в рамках любительского лова, величина которого не превышала установленные размеры ОДУ.

В 2020 г. промышленное освоение травяной креветки возобновилось. Промысел пока носит разведывательный характер. Добыча началась в июне, вылов за месяц составил 0,219 т. Наиболее результативным был август, когда месячный вылов составил 1,82 т. Суммарный годовой вылов креветки травяной в Западно-Сахалинской подзоне в 2020 г. составил 2,222 т. В 2021 г. промысел травяной креветки велся с июня по ноябрь. Суммарно за летний период вылов составил 10,508 т. Основной промысел был сосредоточен в осенний период. В сентябре было добыто 5,2 т, в октябре – 12,271, ноябре 0,251 т. Годовой вылов креветки травяной в Восточно-Сахалинской подзоне в 2021 г. составил 28,241 т.

В 2022 г. промысел травяной креветки в водах у западного Сахалина велся с июня до середины октября. Наиболее результативный промысел осуществлялся в августе (добыто – 5,837 т) и сентябре (добыто – 3,848 т). Общий годовой вылов креветки по подзоне составил 12,290 т (*табл. 1*).

В 2023 г. промысел осуществлялся с июня по сентябрь. Годовой вылов составил 9,711 тонн, что составляет 24,9% от годового ОДУ.

В 2024 г. промысел был более эффективным по сравнению с предыдущим годом, годовой вылов составил 16,485 т, что составляет 42,3% от годового ОДУ.

Промысел 2025 г. соответствовал уровню предыдущего, осуществлялся в период с июня по сентябрь. Годовой вылов составил 16,074 т, что составляет 57,4% от годового ОДУ.

По имеющимся данным можно сделать вывод, что состояние запаса креветки травяной с конца 1940-х годов до 2000-х оставалось стабильным. По данным съемки 2004 г. средний размер всех креветок составил 91,7 мм, промысловых особей – 99 мм, доля промысловых особей была равна 88,1%. Уловы на траление колебались от 0,2 до 1 кг, в среднем составив 0,39 кг/траление.

В 2007 г. результаты проведенных наблюдений показали, что средний размер промысловой части группировки креветки травяной, обитающей в прибрежье западного Сахалина, составил 90,9 мм. При этом размеры самцов варьировались от 56 до 98 мм, при среднем значении 79,7 мм, интерсексов – от 75 до 109 мм, при среднем значении 93,6 мм, самок – от 97 до 127 мм, при среднем значении 113,1 мм (*рис. 2*). Средняя масса тела промысловой части группировки травяной креветки составила 12,4 г. При этом масса самцов варьировалась от 4 до 15,6 г при среднем значении 8,1 г, интерсексов – от 7

до 19,9 г при среднем значении 12 г, самок – от 6 до 35 г при среднем значении 24,6 г.

В 2008 г. средний размер креветки травяной составил 87,3 мм, средняя масса 9,8 г. Размеры самцов изменялись от 44 до 88 мм, при среднем значении 77,7 мм, интерсексов от 77 до 106 мм, при среднем значении 89,4 мм, самок от 101 до 127 мм, при среднем значении 114,2 мм. Масса самцов варьировалась от 2 до 9,4 г, при среднем значении 6,4 г, интерсексов от 6 до 16 г, при среднем значении 9,6 г, самок от 14 до 32 г, при среднем значении 22,8 г.

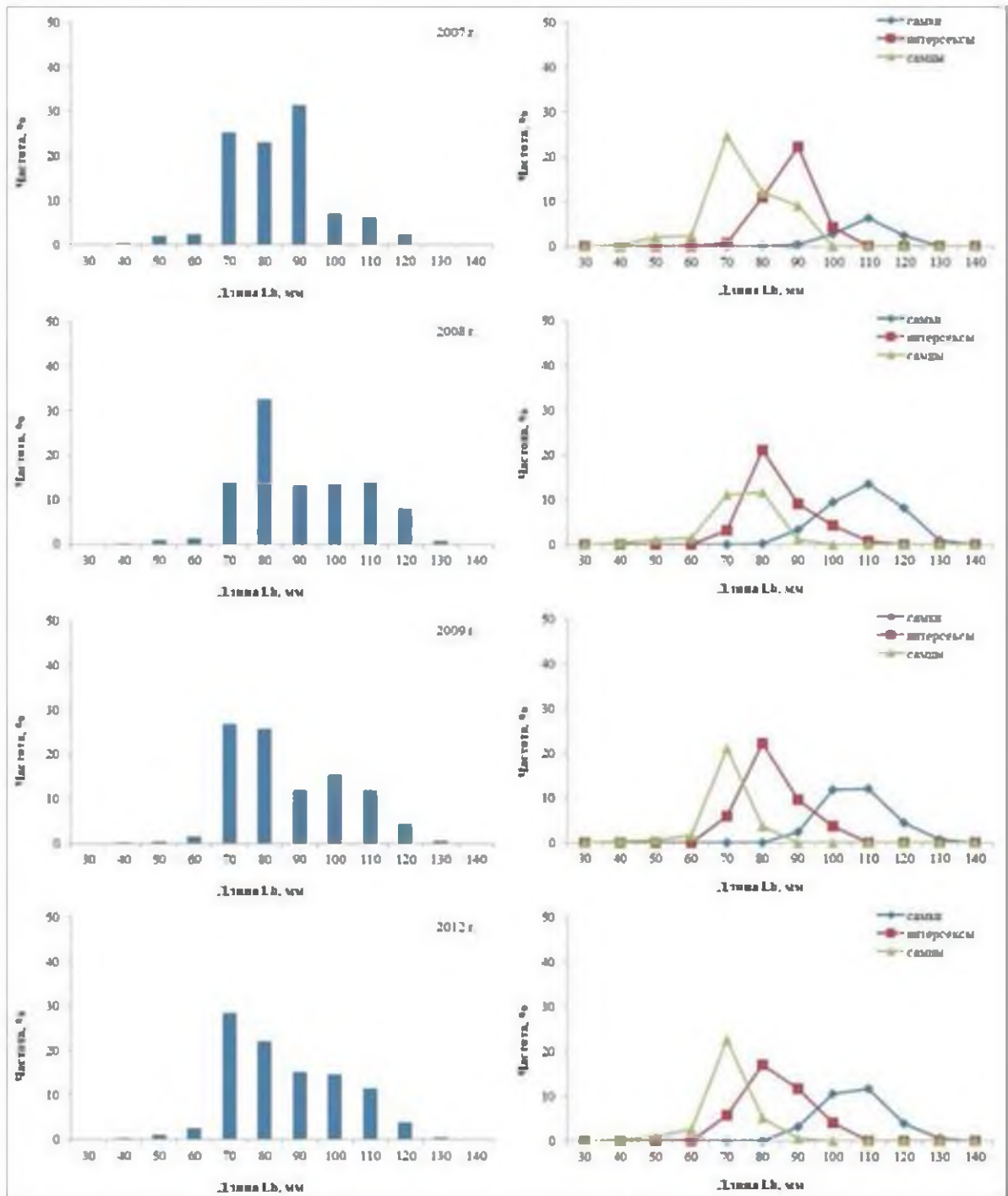


Рис. 2. Размерный состав креветки травяной в Западно-Сахалинской подзоне в 2007–2009, 2012 гг. (по данным ловушечной съемки).

Средний размер травяной креветки в 2009 г, составил 91,3 мм (табл. 2). Размеры самцов варьировали от 44 до 85 мм, при среднем значении 75,1 мм, интерсексов от 74 до 106 мм, при среднем значении 86,9 мм, самок от 93 до 138 мм, при среднем значении 115,8 мм.

Таблица 2

Биологические показатели креветки травяной у западного Сахалина
в 2007–2009, 2012, 2019, 2023, 2024 гг.

Год	Пол	Длина тела, мм			Масса тела, г		
		мин	макс	средняя	мин	макс	средняя
2007	Самки	97	127	113,1	6,0	35,0	24,6
	Интерсексы	75	109	93,6	7,0	19,9	12,4
	Самцы	56	98	79,7	4,0	15,6	8,1
	Все	56	127	90,9	4,0	35,0	12,4
2008	Самки	101	127	114,2	14,0	32,0	22,8
	Интерсексы	77	106	86,9	6,0	16,0	9,6
	Самцы	44	85	75,1	2,0	9,4	6,4
	Все	44	127	87,3	2,0	32,0	9,8
2009	Самки	93	138	115,8	9,0	45,0	25
	Интерсексы	74	106	86,9	5,0	17,0	8,1
	Самцы	44	85	75,1	1,0	8,0	5,4
	Все	44	138	91,3	1,0	45,0	11,3
2012	Самки	93	138	114,1	8,0	45,0	22,4
	Интерсексы	74	106	88,6	5,0	18,7	8,8
	Самцы	43	95	74,9	2,0	13,1	5,7
	Все	43	138	90,8	2,0	45,0	11,0
2019	Самки	91	128	109,5	10,0	34,0	20,2
	Интерсексы	75	95	83,6	6,0	11,0	7,7
	Самцы	46	79	69,5	1,0	8,0	4,5
	Ювенильные	42	47	44,5	0,5	1	0,8
	Все	42	128	73,1	0,5	34,0	5,5
2023	Самки	82	128	105,1	7,8	34,0	17
	Интерсексы	75	101	82,5	5,6	14	7,4
	Самцы	46	79	69,5	1,0	8,0	4,3
	Ювенильные	37	52	44,5	0,5	1,9	1,0
	Все	37	128	73,5	0,5	34,0	5,7
2024	Самки	98	130	113,5	13,6	31,4	21,4
	Интерсексы	75	102	91,2	5	14,3	10,0
	Самцы	50	72	62,7	1,7	5,3	3,1
	Ювенильные	33	35	34,0	0,3	0,5	0,4
	Все	33	130	69,8	0,3	31,4	5,1

Масса тела промысловой части группировки креветки травяной у западного Сахалина в 2009 г., изменялась от 1 до 45 г и в среднем составляла 11,3 г. При этом масса самцов варьировалась от 1 до 8 г, при среднем значении 5,4 г, интерсексов – от 5 до 17 г при среднем значении 8,1 г, самок – от 9 до 45 г, при среднем значении 25 г.

Результаты наблюдений в 2012 г. показали, что средний размер исследуемой части группировки креветки травяной, обитающей в прибрежных водах юго-западного Сахалина, составил 90,8 мм. При этом

средние размеры самцов варьировались от 43 до 95 мм, при среднем значении 74,9 мм, интерсексов – от 74 до 106 мм, при среднем значении 88,6 мм, самок – от 93 до 138 мм, при среднем значении 114,1 мм.

Средняя масса тела особей креветки травяной за весь период исследований составила 11,0 г. При этом масса самцов варьировалась от 2 до 13,1 г, при среднем значении 5,7 г, интерсексов – от 5 до 18,7 г, при среднем значении 8,8 г, самок – от 8 до 45 г, при среднем значении 22,4 г (табл. 2).

По данным дражной съемки, выполненной в 2019 г., средний размер особей креветки травяной у западного Сахалина составил 73,1 мм. Размеры самцов варьировались от 46 до 79 мм, при среднем значении 69,5 мм, интерсексов – от 75 до 95 мм, при среднем значении 83,6 мм, самок – от 91 до 128 мм, при среднем значении 109,5 мм, ювенильных особей от 42 до 47, при среднем значении 44,5 (рис. 3).

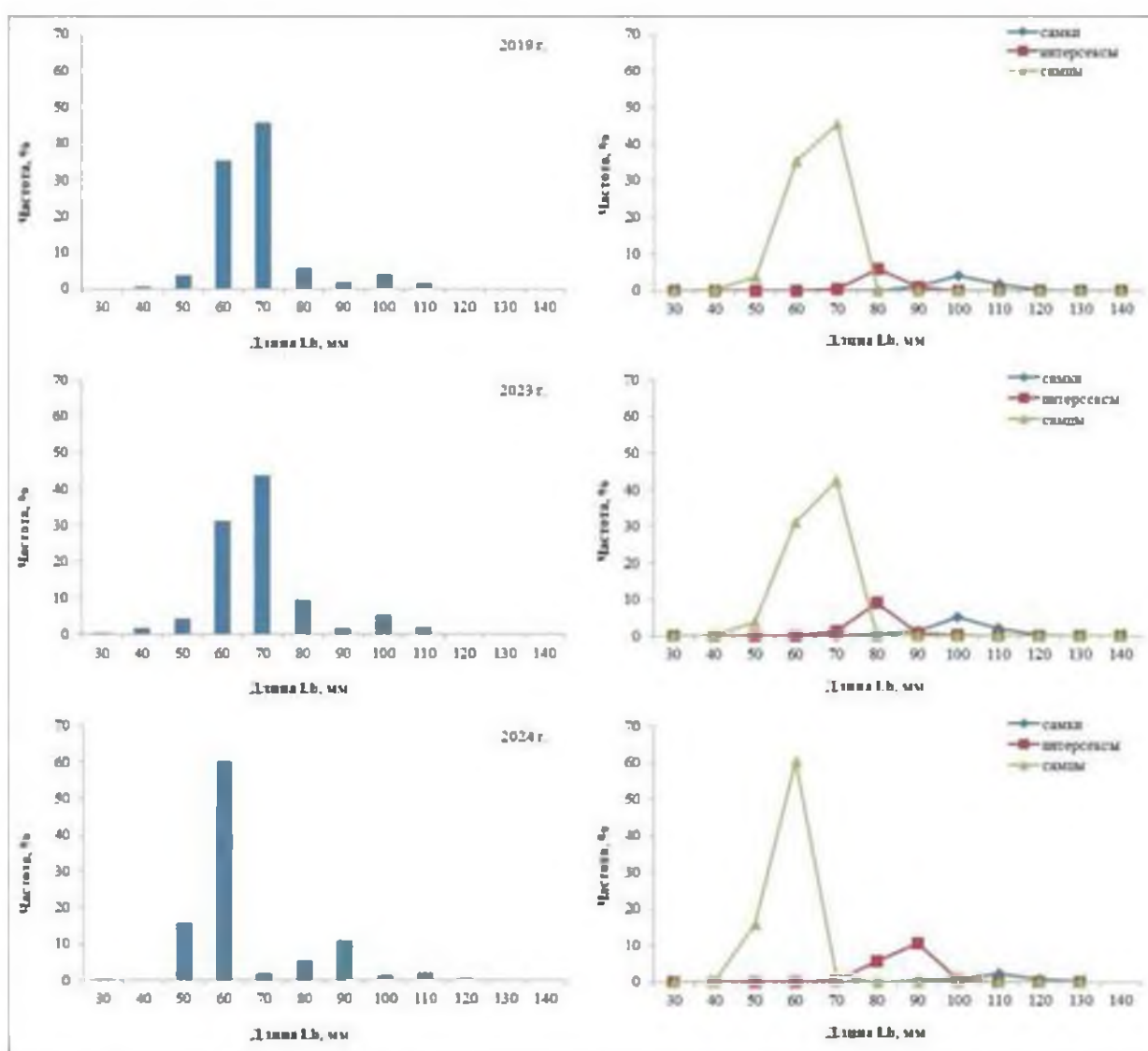


Рис. 3. Размерный состав креветки травяной в Западно-Сахалинской подзоне в 2019, 2023, 2024 гг. (по данным дражной съемки).

Масса тела креветки травяной у западного Сахалина в 2019 г. изменялась от 0,5 до 34 г и в среднем составила 5,5 г. При этом масса самцов

варьировались от 1 до 8 г, при среднем значении 4,5 г, интерсексов – от 6 до 11 г, при среднем значении 7,7 г, самок – от 10 до 34 г, при среднем значении 20,2 г, ювенильных особей от 0,5 до 1 г, при среднем значении 0,8 г.

По данным дражной съемки 2023 г. средний размер и масса исследуемой части группировки травяной креветки, обитающей в прибрежных водах западного Сахалина, составили 73,1 мм и 5,5 г соответственно. Основу уловов составляли самцы и интерсексы с длиной тела 60–70 мм (81,3%).

Размеры ювенильных особей варьировали от 37 до 52 мм, при среднем значении 44,5 мм, самцов от 46 до 79 мм, при среднем значении 69,5 мм, интерсексов – от 75 до 101 мм, при среднем значении 82,5 мм, самок – от 82 до 128 мм, при среднем значении 105,1 мм. При этом масса ювенильных особей колебалась от 0,5 до 1,9 г, при среднем значении 1 г, самцов от 1 до 8 г, при среднем значении 4,3 г, интерсексов – от 5,6 до 14 г, при среднем значении 7,4 г, самок – от 7,8 до 34 г, при среднем значении 17 г.

По данным НИР, проведенным в 2024 г., средний размер и масса исследуемой части группировки травяной креветки, обитающей в прибрежных водах западного Сахалина, составили 69,8 мм и 5,1 г соответственно. Основу уловов составляли самцы с длиной тела 55–65 мм (74,4%).

В уловах размеры ювенильных особей варьировали от 33 до 35 мм, при среднем значении 34 мм, самцов от 50 до 72 мм, при среднем значении 62,7 мм, интерсексов – от 75 до 102 мм, при среднем значении 91,2 мм, самок – от 98 до 130 мм, при среднем значении 113,5 мм. При этом масса ювенильных особей колебалась от 0,3 до 0,5 г, при среднем значении 0,4 г, самцов от 1,7 до 5,3 г, при среднем значении 3,1 г, интерсексов – от 5 до 14,3 г, при среднем значении 10 г, самок – от 13,6 до 31,4 г, при среднем значении 21,4 г.

В 2023 и 2024 гг. в уловах отмечена значительная доля пополнения, которая в ближайшие годы вступит в промысел.

Для креветки травяной коэффициент уловистости драги (трала Слизкина) никогда не оценивался, в связи с этим, необходимо использовать рассчитанный для близких по размеру и биологии видов креветок коэффициент, равный 0,25 [Згуровский, 1987]. По результатам съемки 2009 г., выполненной в северном районе (см. *рис. 1*) плотность скоплений травяной креветки колебалась от 0,04 до 5,48 г/м², и в среднем составила 1,24 г/м². В результате расчетов оценка промыслового запаса креветки травяной в водах северо-западной части острова Сахалина на площади 575 км² оказалась равной 307 т (*табл. 3*).

По результатам дражной съемки в сентябре 2012 г., проведенной в южном районе, при коэффициенте уловистости 0,25 плотность скоплений травяной креветки колебалась от 0,15 до 2,60 г/м² и в среднем составила 1,07 г/м², наибольшие концентрации отмечались севернее г. Чехов. Учетная промысловая биомасса на площади 75,2 км² составила 85 т.

Таблица 3

Промысловая биомасса креветки травяной в Западно-Сахалинской подзоне по данным
дражных съемок на участке №1 и №2

Год	Район №1	Район №2	Величина промыслового запаса, т
2009	+	-	307
2012	-	+	85
2019	+	+	342
2023	+	+	265
2024	+	+	228

В 2019 г. исследования проводились в июне в двух основных районах обитания креветки травяной у западного Сахалина. В данный период происходит активный нерест и выпуск личинок, при этом характерно образование локальных ядер с высокой плотностью особей. Особенно заметно это было в северном районе, от м. Чехова до р. Орловка, когда площадь распределения промысловых особей была минимальной, при высокой концентрации. Так, плотность промысловых особей в северном районе в среднем составила $8,5 \text{ г/м}^2$, величина промыслового запаса составила 279 т. В южном районе плотность промысловых особей в среднем составила $0,14 \text{ г/м}^2$ (от 0 до $1,1 \text{ г/м}^2$); величина промыслового запаса составила 63 т.

Съемка 2023 г. выполнена в тех же двух районах (см. рис. 1). Плотность скоплений травяной креветки в северном районе колебалась от 0 до $27,8 \text{ г/м}^2$ и в среднем составила $4,5 \text{ г/м}^2$, наибольшая концентрация травяной креветки отмечалась в районе р. Орловка. При этом плотность скоплений промысловых особей в среднем составила $1,8 \text{ г/м}^2$. В южном районе плотность скоплений травяной креветки колебалась от 0 до $7,7 \text{ г/м}^2$ и в среднем составила $1,9 \text{ г/м}^2$. Плотность скоплений промысловых особей в среднем составила $0,9 \text{ г/м}^2$. Учетная промысловая биомасса составила 265 тонн: в северном районе – 203 т, в южном – 62 т.

В 2024 г. исследования проводились в тех же районах, как и в 2023 г. Плотность скоплений травяной креветки на в северном районе колебалась от 0 до $104,6 \text{ г/м}^2$. Плотность скоплений промысловых особей в среднем составила $12,7 \text{ г/м}^2$, непромысловых особей $11,4 \text{ г/м}^2$. Во втором районе плотность скоплений травяной креветки была крайне низка и колебалась от 0 до $5,10 \text{ г/м}^2$, плотность скоплений промысловых особей в среднем составила $0,44 \text{ г/м}^2$, непромысловых особей $0,003 \text{ г/м}^2$. Учетная промысловая биомасса составила 228 т: 1 участок – 219 т, 2 участок – 9 т.

Определение биологических ориентиров. В Западно-Сахалинской подзоне располагаются два изолированных района, где возможен промышленный вылов креветки травяной. Первый участок – это центральная часть побережья от м. Ламанон до м. Бакланова, второй – южная часть побережья от м. Яблоневого до м. Тукотан. Поэтому ориентиры управления определялись по каждому району. Определение ориентиров управления промыслом осложнено малым количеством информации, но принимая во

внимание стабильное состояние запаса и незначительное воздействие промысла до 2020 г., считаем возможным взять в качестве граничного ориентира по биомассе V_{tr} значения биомассы, полученной в результате съемки, проведенной в 2009 г. в центральной части побережья западного Сахалина. Целевой ориентир V_{tr} для южного района определен по результатам съемки 2012 г. Таким образом, целевой ориентир V_{tr} составил для первого района – 307 т, для второго – 85 т.

Граничный ориентир по биомассе V_{lim} рассчитан по формуле $V_{lim}=0,2*V_{max}$ [Бабаян, 2000] и составил для 1-го района – 61,4 т, для 2-го района – 17 т. Буферный ориентир $V_{buf}=1,2*V_{lim}$ составил для для 1-го района 73,7 т, для 2-го района – 20,4 т.

F_0 определялся исходя из объемов изъятия, необходимых для проведения НИР. Значение граничного ориентира по промысловой смертности F_{lim} и целевого ориентира F_{tr} были найдены как функция M ; $F_{lim}=F_{MSY}=k*M$, где k – коэффициент в диапазоне $0,5 \leq k \leq 1$, выбираемый в зависимости от средней продолжительности жизни вида [Бабаян, 2000]. Величина M была рассчитана как $M=\exp(1,44-0,982 \cdot \ln(t_{max}))$ [Hoenig, 1983]. Максимальная продолжительность жизни травяной креветки составляет 7 лет, отсюда $M=0,6$. При известной величине мгновенного коэффициента промысловой смертности M и составила для 1-го и 2-го районов $F_{lim}=0,6*M=0,37$, $F_{tr}=50\%$ от $F_{lim}=0,19$ [Бабаян, 2000].

Обоснование правила регулирования промысла. Для осуществления оптимальной эксплуатации запаса применяем следующие режимы регулирования промысла травяной креветки Западного Сахалина:

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

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

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

III – постоянной интенсивности промысла $V_i > V_{tr}$. Если прогнозируемая величина запаса больше V_{tr} , то величина изъятия постоянна $F_i = \text{const} = F_{tr}$.

Графическое изображение ПРП на 2027 г. представлено на *рисунке 4*.

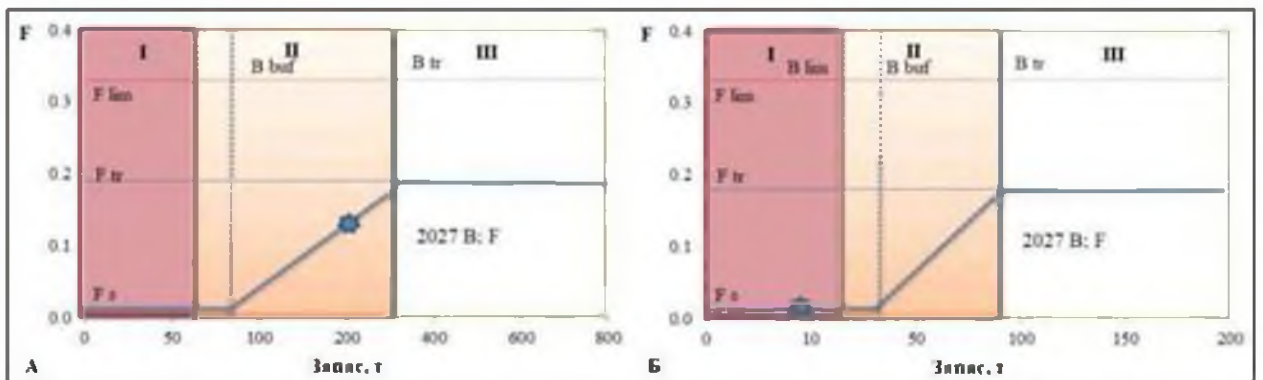


Рис. 4. Графическое представление ПРП для запаса креветки травяной у Западного Сахалина в 2027 г. (А – северный район: центральная часть побережья от м. Ламанон до м. Бакланова, Б – южный район: южная часть побережья от м. Яблоневого до м. Тукотан) I – режим научного лова; II – режим восстановления запаса; III – постоянной интенсивности промысла.

Прогнозирование состояния запаса на 2027 г. Имеющейся биопромысловой информации недостаточно для полноценного анализа продукционных возможностей запаса с целью прогнозирования состояния запаса на перспективу. Съёмки прошлых лет позволили оценить уровень запаса креветки травяной у западного Сахалина в объеме 392 т. По результатам съёмки 2019 г., биомасса промыслового запаса креветки травяной у западного Сахалина суммарно по двум районам составила 342 т. Съёмка 2023 г. показала снижение численности травяной креветки в водах западного Сахалина. Оценённая промысловая биомасса составила 265 т. Съёмка 2024 г. показала некоторое увеличение промыслового запаса на основном участке промысла травяной креветки в Западно-Сахалинской подзоне и значительное снижение на более южном участке. Суммарная доля промыслового запаса составила 228 т. Поскольку промысел в основном ведется в северном районе, то наличие позитивных тенденций, отмечаемых в 2024 г., позволяют прогнозировать постепенный рост численности к 2026–2027 гг., а наличие значительной доли младших возрастных групп, которые к 2026–2027 гг. составят основную часть промыслового запаса, позволяют предположить, что численность креветки травяной у западного Сахалина не опустится ниже оцененного уровня.

Основываясь на текущих данных и биологии вида, считаем, что с большой долей вероятности промысловая биомасса креветки травяной в Западно-Сахалинской подзоне в 2026–2027 гг. составит суммарно по двум районам 228 т (219 т для северного района, 9 т для южного).

Обоснование объема ОДУ. Условно безопасный объем ОДУ для травяной креветки западного Сахалина устанавливается как

$$\text{ОДУ}_{2026} = U * B \quad (1)$$

где U – коэффициент эксплуатации (доля изъятия из промыслового запаса), рассчитываемый по формуле [Рикер, 1979] $U = 1 - e^{-F}$.

Для южного района Западно-Сахалинской подзоны (рис. 4 Б) прогнозируемая величина промыслового запаса креветки травяной на 2027 г. (9 т) находится ниже граничного ориентира управления B_{lim} (17 т), что не

позволяет рекомендовать для этого района объемы изъятия, за исключением объемов, необходимых для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.

Прогнозируемая величина запаса травяной креветки для северного района Западно-Сахалинской подзоны на 2027 г. (рис. 4А) ниже значения B_m , но превышает граничный ориентир управления B_{lim} , поэтому в рамках «предосторожного» подхода изъятие возможно осуществлять в режиме восстановления запаса. В соответствии с разработанным зональным ПРП, можно рекомендовать вылов креветки травяной в объеме 27 т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ креветки травяной в Западно-Сахалинской подзоне на 2027 г. в объеме 0,027 тыс. т.**

Креветка гренландская (*Lebbeus groenlandicus*)

61.05 – зона Охотское море

61.05.3 – подзона Восточно-Сахалинская

Исполнитель: Г.В. Жуковская (СахНИРО)

Куратор: Ю.В. Иванкович (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Информационной основой представляемого прогноза по креветке гренландской в Восточно-Сахалинской подзоне являются данные, полученные в ходе комплексных траловых съемок на НИС «Дмитрий Песков» и «Профессор Пробатов» в 1997–2007, 2010, 2012, 2014, 2019 и 2021 гг. (рис. 1).

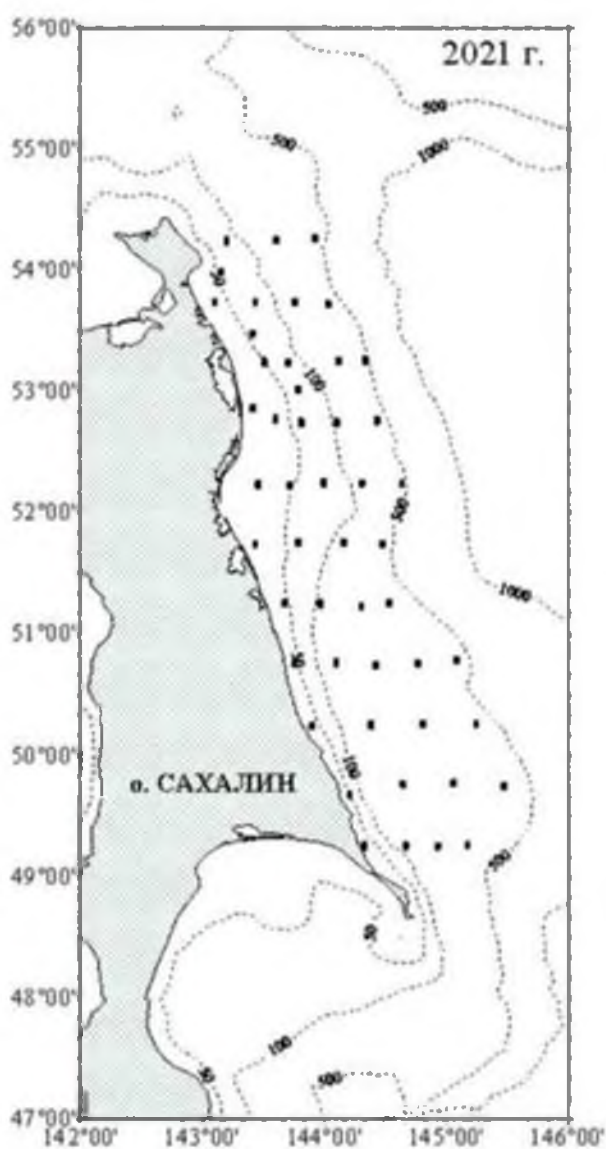


Рис. 1. Карта-схема комплексной траловой съемки на НИС «Дмитрий Песков» в районе восточного Сахалина в 2021 г.

Информация о величине промышленного освоения данной единицы запаса получена из базы ОСМ «Росрыболовство», также были использованы данные, собранные в ходе специализированного промысла креветки гренландской в 2017–2020, 2022, 2023 и 2023 гг. Всего при выполнении научно-исследовательских работ по изучению запаса гренландской креветки восточного Сахалина было промерено и взято на биологический анализ 36 333 экз.

Структура и качество доступного информационного обеспечения для данной единицы запаса соответствуют II уровню в соответствии с приложением 1 к приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г. При этом, доступная информация обеспечивает проведение ограниченного аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ с использованием продукционных моделей эксплуатируемого запаса.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Проведение учетных траловых съемок позволяет оценить численность и биомассу запаса гренландской креветки восточного Сахалина. По данным дражных съемок с помощью метода геостатистической интерполяции (*Kriging*) [Keckler, 1994; Wackernagel, 1995] был рассчитан запас традиционным методом страт (с выделением зон равновеликих уловов) [Аксютин, 1968], коэффициент уловистости 0,25. 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. Промысел гренландской креветки с использованием специализированных креветочных тралов ведется с 2000 г., годовой вылов составил 48,5 т. В период с 2001 по 2005 гг., за исключением 2003 г., когда промысел не велся, ежегодный вылов гренландской креветки составлял от 70 до 150 т (25–50% от рекомендованного вылова – РВ). В 2006 и 2007 гг. добыча гренландской креветки не проводилась. В 2008 г. промысел велся непродолжительное время, при этом среднесуточные уловы были высокими и достигали 2,2 т, общий годовой вылов составил 20 т.

В 2009–2013 гг. промысел гренландской креветки велся ловушками у юго-восточного Сахалина и в зал. Анива, поскольку в данном районе отмечаются довольно разреженные скопления, годовой вылов был незначительным и составлял от 3 до 27,8 т (4,4–27,8% от РВ).

В 2015 г. возобновился траловый промысел гренландской креветки у северо-восточного Сахалина, вылов достиг 112,8 т (75,2% от рекомендованного объема добычи (вылова)). В 2016 г. вылов составил 148,9 т (99,3% от РВ), при этом за первые два месяца вылов составил 71 т (47,3% от РВ), а в июне был освоен остаток квоты – 77,9 т (табл. 1).

Увеличение спроса на гренландскую креветку привело к активизации промысла. В 2017 г. промысел креветки начался в последней декаде апреля,

как только акватория освободилась ото льда. В апреле среднесуточные уловы составили 1,4 т, при этом максимальный суточный вылов на одно судно достигал 2,9 т. Всего за семь рабочих судосудок вылов одним судном составил 10,3 т. В мае на промысле было задействовано пять судов, вылов составил 134,5 т. Среднесуточный улов на одно судно составлял 2,4 т, максимальный суточный вылов на одно судно достигал 6,7 т. В июне среднесуточные уловы на одно судно составили 3,8 т, максимальный суточный вылов на одно судно достигал 7,8 т. Общий вылов гренландской креветки в Восточно-Сахалинской подзоне в 2017 г. составил 341 т, а это 171,4% от объема РВ=199 т на год.

Таблица 1

Вылов (улов на с/сутки) и доля освоения креветки гренландской у восточного Сахалина по данным 2000–2025 гг.

Год	Вылов	Величина ОДУ/РВ	Улов на с/сутки (т)	Процент освоения
2000	48,5	300	1,0	16,2
2001	85,1	300	1,5	28,4
2002	154,9	300	2,0	51,6
2003	0,0	300	0,0	0,0
2004	141,9	300	2,2	47,3
2005	76,2	300	1,8	25,4
2006	0,0	300	0,0	0,0
2007	0,0	300	0,0	0,0
2008	20,0	150	2,2	13,3
2009	6,5	150	0,2	4,4
2010	7,3	150	0,2	4,8
2011	27,8	150	0,2	18,5
2012	7,7	150	0,1	5,2
2013	3,0	150	0,0	2,0
2014	0,0	150	0,0	0,0
2015	112,8	150	3,5	75,2
2016	148,9	150	4,0	99,3
2017	341,0	250	2,9	171,4
2018	590,6	285	5,0	207,2
2019	695,1	282	3,8	246,5
2020	803,6	167	3,5	481,2
2021	–	138	–	–
2022	93,1	113	2,3	82,4
2023	79,9	165	1,7	48,4
2024	200,8	201	2,8	99,9
2025	237,7	238	3,0	99,9

В 2018 г. устойчивые льды, не позволяющие вести промысел, держались до начала мая, промысел был непродолжительным – он начался в первой декаде мая и завершился в конце июня. В ходе лова отмечалась максимальная концентрация промысловых судов в районе промысла, которые за короткий период освоили выделенные объемы. Общий вылов гренландской креветки в 2018 г. составил 590,6 т, а это 207,2% от объема РВ=285 т на год. В 2019 г. промысел велся с конца апреля по начало июня,

среднесуточный вылов на одно судно составил 3,8 т. В ходе промысла десятью судами было выловлено 695,1 т гренландской креветки, что составляет 246,5% от рекомендованного объема добычи (вылова).

В 2020 г. промысел начался в последней декаде апреля, уловы в этот период были незначительными. Основной промысел велся в мае, среднесуточный вылов на одно судно за период промысла составлял 3,5 т. Годовой вылов гренландской креветки составил 803,6 т – 481,2% от рекомендованного объема добычи (вылова).

Особенности биологии креветки гренландской позволяют вести устойчивый промысел даже при невысоком уровне численности. Учитывая тенденцию к увеличению спроса на данный вид и для предотвращения чрезмерного переосвоения, приказом Минсельхоза России от 25.06.2020 № 346 «О внесении изменений в Перечень видов водных биологических ресурсов, в отношении которых устанавливается общий допустимый улов, утвержденный приказом Минсельхоза России от 1 октября 2013 г. № 365» креветка гренландская в Восточно-Сахалинской подзоне с 2021 г. включена в перечень видов, в отношении которых устанавливается ОДУ.

В 2021 г. по организационным причинам промысел креветки гренландской в Восточно-Сахалинской подзоне не велся. В 2022 г. промысел велся в течение 3-х месяцев. В мае уловы были относительно невысокими и составили 435 кг на с/сутки. В июне было добыто 63,7 т, уловы достигали в среднем 2,9 т на с/сутки. После перерыва промысел возобновился в октябре. В течение месяца было добыто 25 т, средний улов составил 2 т на с/сутки. Годовой вылов гренландской креветки у восточного Сахалина составил 93,1 т (82,4% от годового ОДУ), средний вылов на одно судно в сутки за весь период промысла составил 2,3 т.

Промысел 2023 г. проходил в нестандартном режиме из-за переоснастки судов и сложной ледовой обстановки, не позволяющей вести устойчивый промысел креветки. Наличие льдов не позволило вести промысел в местах основных скоплений запаса, а из-за ремонтных работ суда находились в районе добычи минимальное время. Суммарный годовой вылов гренландской креветки в Восточно-Сахалинской подзоне составил 79,9 т, что составляет 48,4% от годового ОДУ.

Промысел 2024 г. был успешным и велся в летний период (июнь-июль = 151,1 т) и осенний период (сентябрь = 49,8 т). Средний улов на одно судно в сутки составлял 2,8 т, годовой вылов гренландской креветки в Восточно-Сахалинской подзоне составил 200,8 т, что составляет 99,9% от годового ОДУ.

В 2025 г. промысел гренландской креветки велся в основном в весенне-летний период (май-июнь = 211,2 т) и осенний период (сентябрь-октябрь = 26,5 т). Суммарный годовой вывалов составил 237,7 т, что составляет 99,9%. Средне суточный вылов на одно судно составил – 3 т.

Креветка гренландская встречается по всему шельфу у северо-восточного Сахалина на глубинах от 12 до 590 м, но распределение ее крайне неравномерно. Промысловые скопления отмечаются на участке

от м. Терпения до п-ова Шмидта ($48^{\circ}58' - 54^{\circ}50'$ с. ш.) на глубинах 30–876 м, при этом наиболее плотные скопления этот вид образует на глубинах 100–250 м.

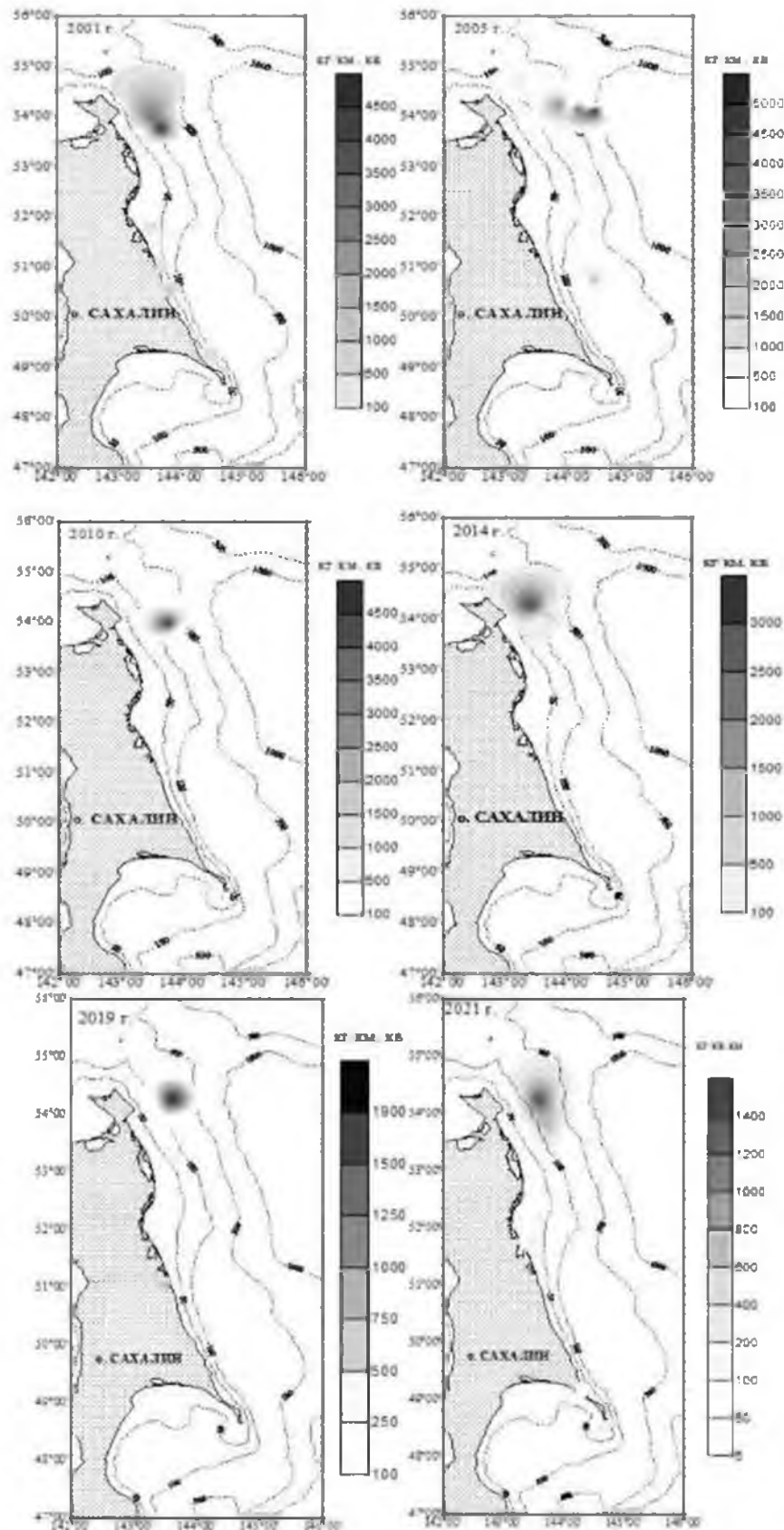


Рис. 2. Пространственное распределение креветки гренландской у северо-восточного Сахалина.

Площадь распределения креветки гренландской колеблется по годам, в период с 1997 по 2007 г. гренландская креветка отмечалась от п-ова Шмидта до м. Терпения, в последующие годы только в северной части шельфа (рис. 2).

По данным съемок, максимальные значения биомассы гренландской креветки отмечались в 1997, 2001, 2005, 2010, 2014 и 2019 гг., общая биомасса запаса в эти годы составила от 2004 до 7260 т, промысловая биомасса – от 1699 до 5271 т.

Поскольку креветка гренландская никогда не была приоритетным видом в проводимых комплексных траловых съемках, оценка запаса зависела от степени охвата скоплений, что в отдельные годы приводило к значительному недоучету. Тем не менее, имеющиеся данные позволяют предположить, что колебания численности запаса креветки гренландской у восточного Сахалина, в первую очередь, объясняются внутривидовыми причинами и только в последние годы – воздействием промысла. По данным съемки 2021 г., площадь скопления запаса увеличилась, общая биомасса гренландской креветки восточного Сахалина составила 3305 т, промысловая – 1961 т.

По данным научных траловых съемок, значительных изменений в размерном составе гренландской креветки пока не наблюдается (рис. 3). В период с 2002 по 2014 г. средние размеры тела креветки гренландской изменялись от 71,3 мм (2003 г.) до 81,2 мм (2007 г.). При этом доля промысловых особей составляла 58–85%.

В 2019 г. в уловах отмечались особи длиной от 30 до 109 мм, при среднем значении 71,6 мм. Доля промысловых особей составила 59,2%. В результате активного промысла, при котором в основном изымаются крупные половозрелые особи, в 2019 г. впервые отмечаются значительные изменения размерного состава популяции гренландской креветки восточного Сахалина. В 2021 г. в ходе НИР промысловая длина гренландской креветки варьировалась от 41 до 98 мм и в среднем составила 72,6 мм. Доля промысловых особей составила 62,4%.

Также был собран материал в ходе промышленного вылова у северо-восточного Сахалина. Вылов гренландской креветки базируется на промысловых самках, которые в весенне-летний период образуют плотные скопления, и поскольку на характер размерного состава оказывает влияние селективность промышленных орудий лова, имеющийся размерный состав позволяет достоверно оценить только правую (промысловую) часть выборки.

В мае–июне 2018 г. в уловах отмечались особи с длиной тела от 52 до 126 мм, при среднем значении 83,9 мм. Основу уловов также составлял размерный класс 80–85 мм (59,9%), практически все особи в уловах были промыслового размера. В 2019 г., по данным, собранным в ходе промышленного вылова гренландской креветки, как и в предыдущие годы, основу уловов составлял размерный класс 80–85 мм (53%), размеры особей варьировались от 47 до 128 мм, при среднем значении 81,9 мм (рис. 4).

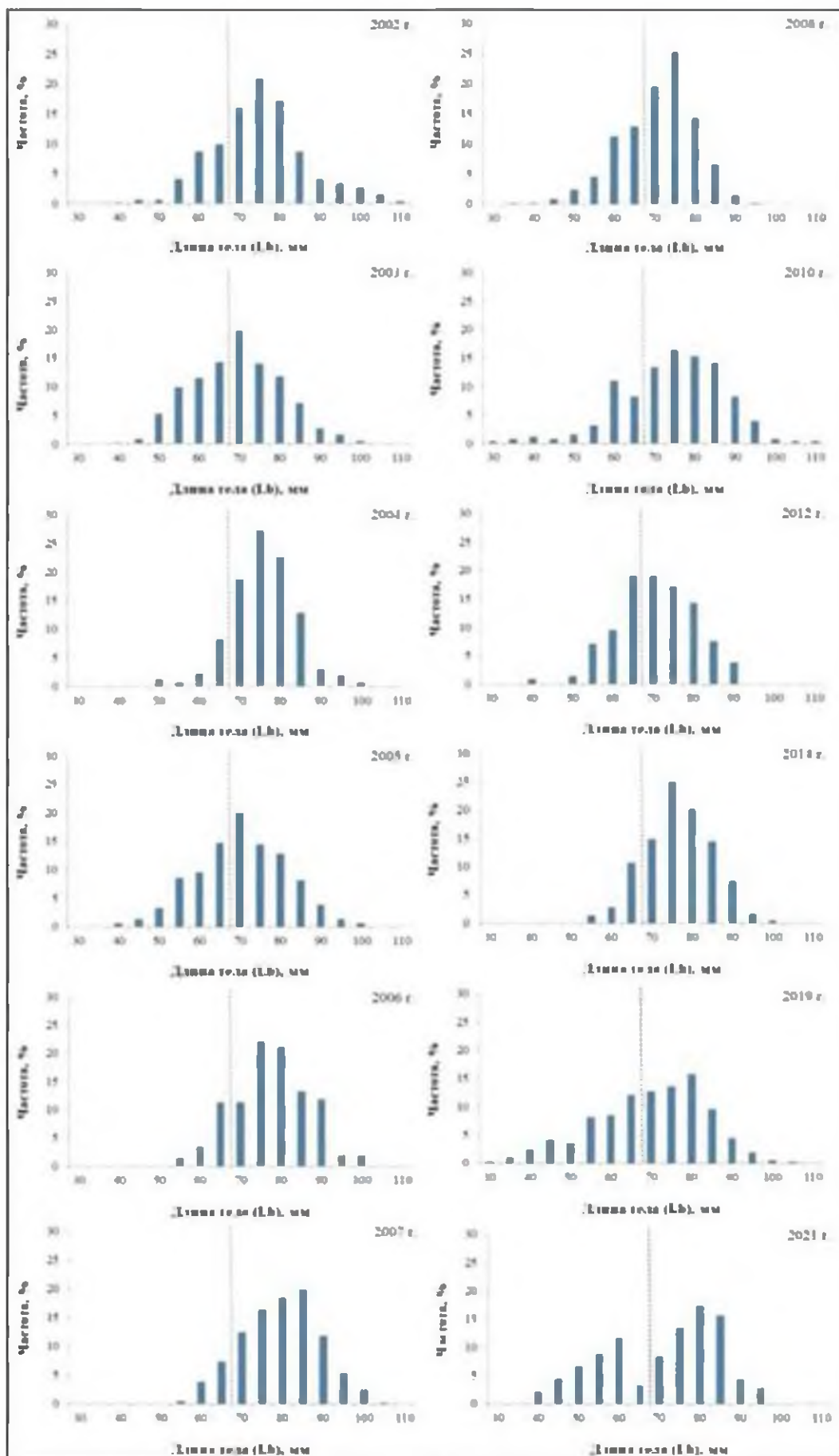


Рис. 3. Частотное распределение промысловой длины тела (Lb) креветки гренландской у северо-восточного Сахалина (по траловым съёмкам) с 2002 по 2021 гг.

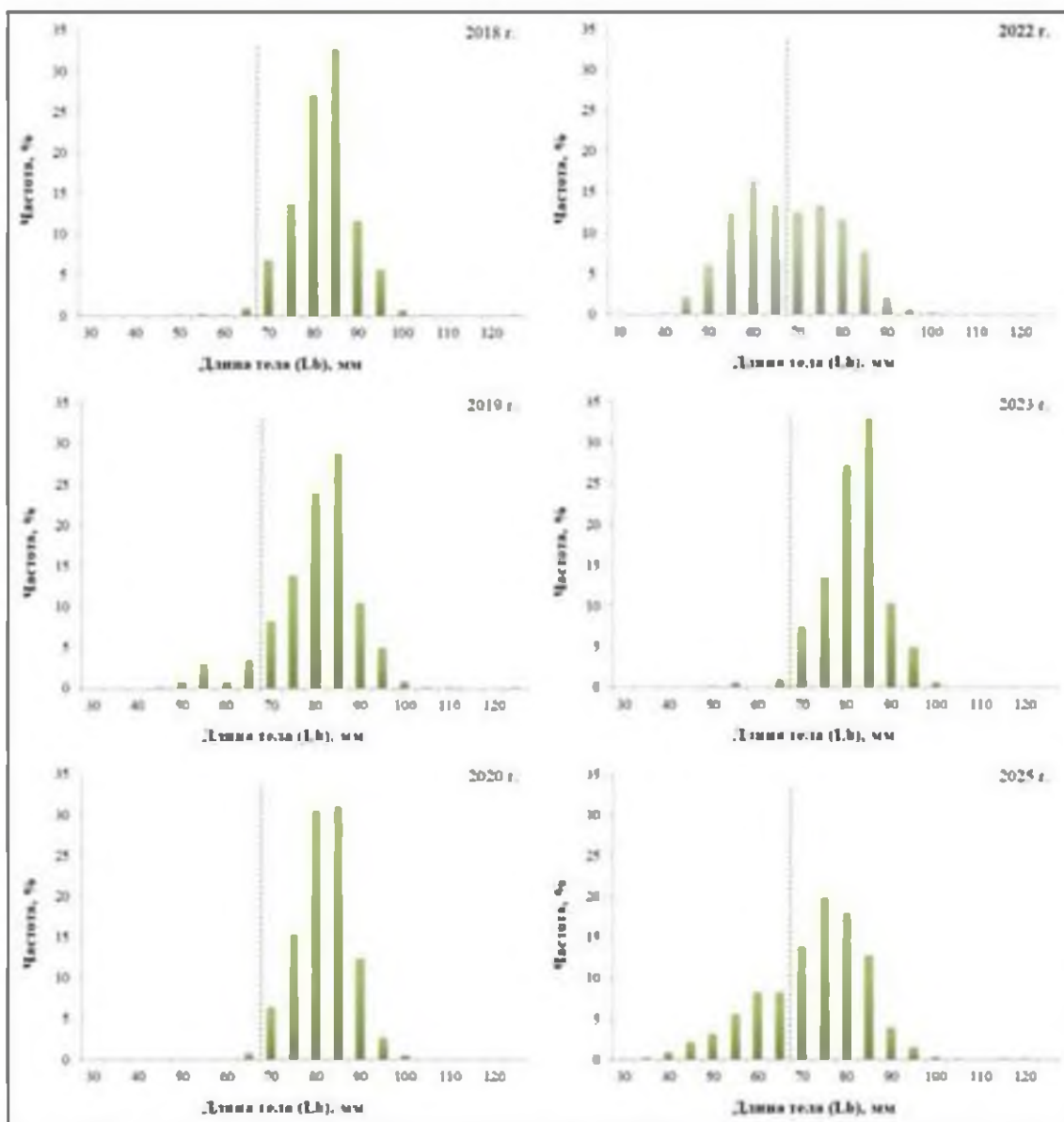


Рис. 4. Частотное распределение промысловой длины тела (Lb) креветки гренландской у северо-восточного Сахалина (по данным промысла) в 2018–2025 гг.

В 2020 г. промысловая длина креветки гренландской варьировалась от 65 до 102 мм, при среднем значении 83,6 мм. Основу уловов составляли особи с длиной тела 80–85 мм (61,7%), доля промысловых особей составила 99,2%. В 2022 г. в уловах отмечались особи длиной от 41 до 115 мм, при среднем значении 69,8 мм. Основу уловов составляли непромысловые особи с длиной тела 50–65 мм (42,7%) и промысловые самки 70–85 мм (45,3%). Если ранее основу уловов составляли промысловые самки, то в 2022 г. отмечается значительная доля непромысловых особей, которые в 2023–2024 гг. вступят в промысел. Наличие значительной доли промысловых самок и непромысловых особей свидетельствуют об улучшении состояния запаса.

В 2023 г. уловы были представлены особями от 52 до 126 мм, при среднем значении 83,5 мм. Основу уловов составляли особи 75–90 мм (84,6%). Почти все особи были промыслового размера.

По данным, собранным в ходе промысла в июне 2025 г., промысловая длина креветки гренландской варьировалась от 32 до 124 мм, при среднем значении 74,5 мм. Основу уловов составляли особи с длиной тела 70–85 мм (65%), доля промысловых особей составила 71,2%.

Определение биологических ориентиров. Поскольку запас креветки гренландской у восточного Сахалина относится к слабо изученным, а активный промысел ведется только последние годы, имеющихся данных недостаточно для полной оценки биологических показателей состояния запаса. Поэтому биологические ориентиры управления запасом креветки гренландской у восточного Сахалина в настоящий период носят временный характер и по мере поступления новой информации будут уточняться. Целевые и граничные ориентиры управления промыслом креветки гренландской у восточного Сахалина были найдены с помощью динамической продукционной модели Шефера [Schaefer, 1954], были использованы данные с 2010 по 2025 гг., включающие периоды максимальной и минимальной численности запаса и активный период промысла.

Граничным ориентиром по биомассе B_{lim} служила величина, равная 20% от величины биомассы, соответствующей промысловой емкости среды гренландской креветки восточного Сахалина $= K * 20\% = 5691 * 20\% = 1138$ т.

Буферный ориентир по биомассе $B_{buf} = 1,2 * B_{lim} = 1366$ 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_w выбрали математическое ожидание оценки максимального устойчивого вылова $(MSY/B_{MSY}) = 0,14$, где:

MSY – максимально устойчивый вылов, B_{MSY} – биомасса запаса, соответствующая максимально устойчивому вылову.

MSY оценивали по формуле $MSY = r * K / 4 = 0,27 * 5691 / 4 = 384$ т, где: K – промысловая емкость среды, r – коэффициент мгновенного популяционного роста. В качестве целевого ориентира по биомассе выбирали математическое ожидание биомассы, соответствующей $B_{tr} (B_{MSY}) = K / 2 = 5691 / 2 = 2846$ т.

Граничный целевой ориентир по интенсивности промысла F_{lim} определен как $= F_w * \text{порог превышения } MSY = 0,14 * 2 = 0,28$.

Обоснование правил регулирования промысла. Анализ имеющихся данных позволяет предположить, что значительные колебания численности запаса гренландской креветки у восточного Сахалина в первую очередь объясняются внутривидовыми причинами, а не воздействием промысла. Поэтому для рационального использования данной единицы запаса необходимо сохранять воспроизводительную способность на оптимальном уровне. Для осуществления оптимальной эксплуатации запаса, основываясь на принципах «предосторожного» подхода, применяем следующие режимы регулирования промыслом:

I – режим научного лова $0 < B_t \leq B_{lim}$. Если прогнозируемая величина запаса меньше или равна B_{lim} , то изъятие возможно только с целью

проведения НИР. Величина рекомендуемого изъятия F_i постоянна и соответствует величине изъятия, необходимого для НИР $F_i = F_0 = \text{const}$.

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

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

III – постоянная интенсивности промысла $V_i > V_{\text{tr}}$. Если прогнозируемая величина запаса больше V_{tr} , то величина изъятия постоянна $F_i = \text{const} = F_{\text{tr}}$.

$U = F$, но поскольку коэффициент эксплуатации выражается, как $U = 1 - e^{-F}$ [Рикер, 1979], то при установленном мгновенном коэффициенте промысловой смертности $F = 0,14$, доля изъятия составляет 13%.

Прогнозирование состояния запаса. Промысел креветки гренландской у восточного Сахалина сосредоточен на относительно небольшой акватории. Рентабельный промысел возможен только в период максимальных скоплений промысловых особей. Поэтому оценка и прогноз строятся только для доступной части промыслового запаса. Расчет запаса креветки гренландской у восточного Сахалина на 2027 г. был выполнен с помощью продукционной модели Шефера [Schaefer, 1954], основанной на изменении производительности промысла как показателя состояния всей популяции. Дискретная форма записи модели имеет вид:

$$B_{i+1} = B_i + rB_i \left(1 - \frac{B_i}{K}\right) - C_i$$

где B_t – численность в году t , C_t – вылов в году t , K – промысловая емкость среды, 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 использовалась формула:

$$I_t = qB_t e^{\epsilon}$$

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 границах 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 $K=5691$; коэффициент мгновенного популяционного роста $r=0,27$; коэффициент улавливаемости $q=0,5$).

По результатам моделирования прогноз промыслового запаса креветки гренландской в Восточно-Сахалинской подзоне на 2027 г. находится в диапазоне 2109–3164 т, при математическом ожидании 2637 т (рис. 5).

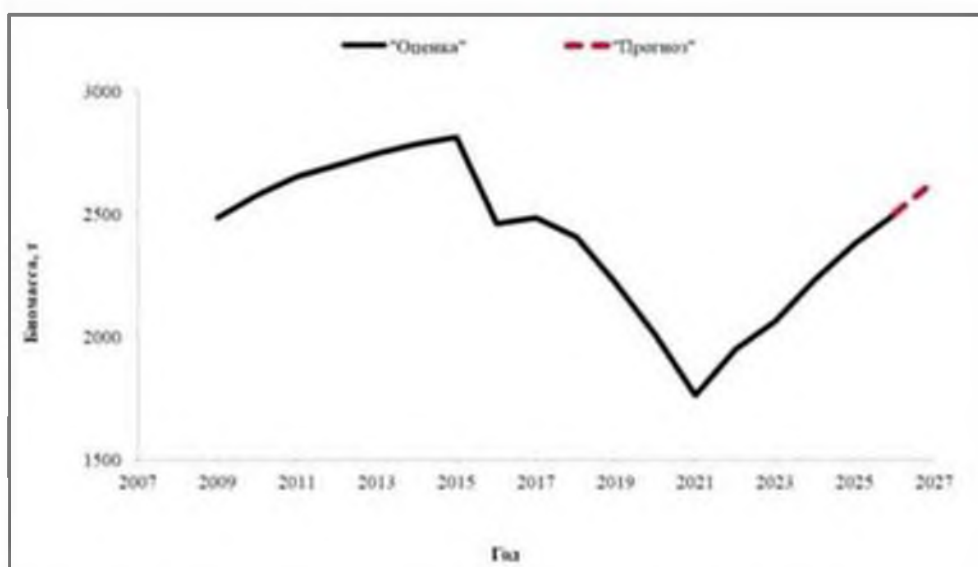


Рис. 5. Математическое ожидание биомассы креветки гренландской в Восточно-Сахалинской подзоне в 2009–2025 гг. и прогноз на 2026–2027 гг.

После включения данной единицы запаса в перечень видов, в отношении которых устанавливается ОДУ, перелов, отмечаемый в предыдущие годы, исключен. При отсутствии чрезмерного воздействия промысла на запас прогнозируется постепенный рост биомассы гренландской креветки у восточного Сахалина.

Обоснование объема ОДУ. Анализ текущего биологического состояния запаса креветки гренландской в Восточно-Сахалинской подзоне свидетельствует, что популяция представлена низко- и среднеурожайными поколениями. Поскольку прогнозируемая величина запаса креветки гренландской у восточного Сахалина на 2027 г. больше значения B_{buf} , но меньше B_{tr} , то в рамках «предосторожного» подхода необходимо вести промысел в режиме восстановления запаса. Графическое изображение ПРП на 2027 г. представлено на рисунке 6.

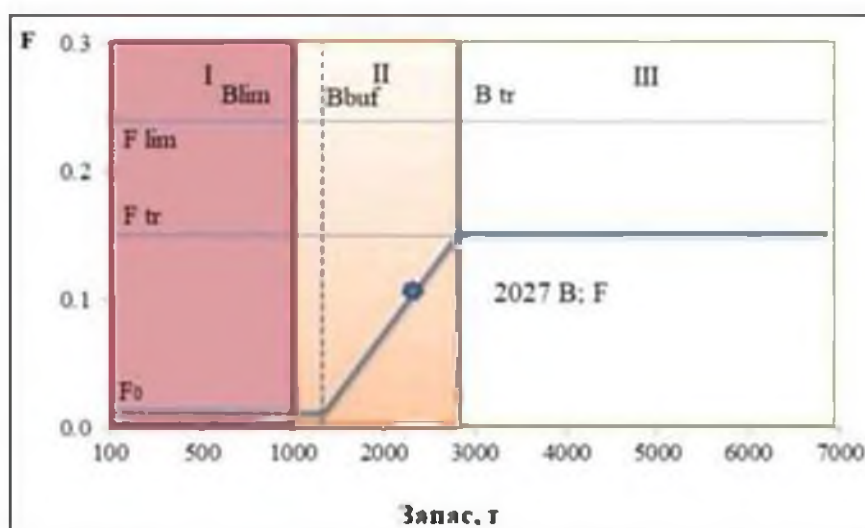


Рис. 6. Графическое представление ПРП для креветки гренландской в Восточно-Сахалинской подзоне в 2027 г. (I – режим научного лова; II – режим восстановления запаса; III – постоянной интенсивности промысла).

Величина промыслового запаса креветки гренландской в Восточно-Сахалинской подзоне на 2027 г. прогнозируется на уровне 2637 т. В соответствии с разработанными правилами регулирования промысла для данного уровня состояния запаса, рекомендуемый уровень промыслового изъятия в 2027 г. составит 11%. При таком уровне изъятия ОДУ может составить 290 т.

Таким образом, рекомендуется установить ОДУ креветки гренландской в Восточно-Сахалинской подзоне на 2027 г. в объеме 0,290 тыс. т.

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)

Куратор: Ю.В. Иванкович (ВНИРО)

Шримс-медвежонок – *Sclerocrangon salebrosa* распространен от западной части Берингова моря до зал. Петра Великого. Встречается на глубинах 10-250 м, на илисто-песчаных грунтах при температуре воды от 5 до -1,75°C. Для шримса-медвежонка характерен половой диморфизм [Иванов, Стрелков, 1949]. Промысловая длина (или длина тела – ДТ) самцов достигает 131 мм, но, как правило, не превышает 125 мм. ДТ самок обычно не более 168 мм, наиболее крупная самка из залива Петра Великого имела ДТ 206 мм. Половозрелыми самки становятся при ДТ около 116 мм, самцы – 83 мм [Мокрецова, Дробязин, 2000]. Нерест и выклев личинок происходит в зимне-весенний период. Период вынашивания яиц на плеоподах составляет около двух лет [Дробязин, Калинина, 2011]. Предположительно продолжительность жизни шримса составляет 12-15 лет. Рост изучен недостаточно, самки достигают размеров половозрелости примерно за 5 лет, самцы за 3 года. Промысловая мера для шримса-медвежонка составляет 90 мм по ДТ.

Анализ доступного информационного обеспечения. В основу прогноза ОДУ шримса-медвежонка шипастого на 2027 г. положены материалы донных траловых съемок, проведенных в подзоне Приморье в 2011-2025 гг. и данные промысла за эти годы.

В 2025 г., учетные работы в Японском море были проведены с борта НИС СТР «Владимир Сафонов» в период с 12.04 по 14.06.25 г. Исследования проводили в двух подзонах (Приморье, Западно-Сахалинская), в координатах 42°14'8 с.ш. – 51°31'3 с.ш., 130°51'8 в.д. – 142°07'6 в.д. (рис. 1 и 2). Всего было выполнено 290 траловых станций на глубинах 15-509 м. В качестве орудия лова использовали донный трал ДТ-27,1/24,4 с 20 мм вставкой в кутке. Вертикальное раскрытие трала составляло – 2-3 м, расчетное значение горизонтального раскрытия – 16 м, нижняя подбора была оснащена мягким цепным грунтропом. Обследованная площадь составила 90,3 тыс. км². Характеристика учетных работ по районам приведена в *таблицах 1 и 2*.



Рис. 1. Карта-схема района работ и точек отбора материалов, выполненных в Японском море на НИС «Владимир Сафонов» в апреле-июне 2025 г. Пунктирной линией обозначены границы подзон и районов.

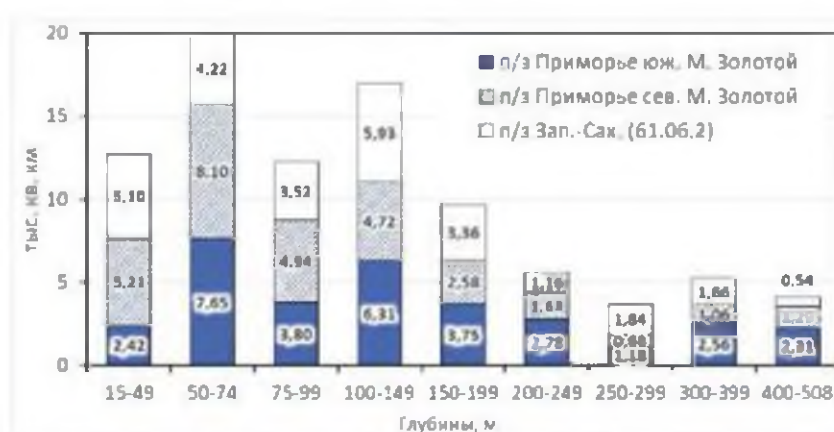


Рис. 2. Сравнение площади (тыс. кв. км) обследованной акватории на НИС «Владимир Сафонов» в промысловых районах Японского моря, в апреле-июне 2025 г.

Таблица 1

Характеристика учетных работ, выполненных на НИС «Владимир Сафонов» в промысловых районах Японского моря, в апреле-июне 2025 г.

Показатель	п/з Приморье	п/з Приморье юж. часть	п/з Приморье сев. часть	Зап.-Сахалин.	Всего
Период	с 12.04 по 14.06.25	с 12.04 по 14.06.25	с 07.05 по 20.05.25	с 21.05 по 06.06.25	12.04 - 14.06.25
Станций	210	141	69	80	290
Глубины, м	26-509	26-509	28-466	15-478	15-509
Скорость, уз.*	2,1-3,2/2,6	2,1-3,1/2,6	2,3-3,2/2,6	2,3-3,7/2,8	2,1-3,7/2,7
Траления, минут*	5-27/18	7-27/19	5-20/15	8-20/19	5-27/18
Траления, км ²	4,84	3,57	1,33	2,05	6,90
Обследовано, тыс. км ²	62,98	32,75	30,23	27,33	90,31

* мин.-макс./ср.

Таблица 2

Количество точек учета, и обследованная площадь на НИС «Владимир Сафонов» в промысловых районах Японского моря, в апреле-июне 2025 г.

Диапазоны глубин, м	п/з Приморье, южная часть		п/з Приморье, север. часть		п/з Зап.-Сахалин		Всего	
	точек	кв.км	точек	кв.км	точек	кв.км	точек	кв.км
15-49	13	2 418	13	5 206	20	5 101	46	12 725
50-74	26	7 645	16	8 102	13	4 217	55	19 965
75-99	10	3 796	9	4 938	9	3 517	28	12 251
100-149	26	6 305	8	4 725	14	5 925	48	16 955
150-199	14	3 750	5	2 584	8	3 361	27	9 694
200-249	17	2 783	5	1 633	4	1 163	26	5 579
250-299	7	1 180	3	684	3	1 841	13	3 705
300-399	16	2 559	5	1 061	6	1 664	27	5 284
400-508	12	2 314	5	1 294	3	542	20	4 150
Всего	141	32 750	69	30 227	80	27 330	290	90 308

Анализ промысла проводили по данным информационной системы ИС «Рыболовство», а также по данным краткосрочных наблюдений, полученных сотрудником «ХабаровскНИРО» 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.

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

Информационная обеспеченность прогноза согласно приказу Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г., является удовлетворительной и соответствует III уровню.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Оценку запаса осуществляли по данным траловых съемок, 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]. Расчет плотности распределения и биомассы креветок и шримсов проводили методом диаграмм Вороного (полигоны Тиссена) [Борисовец и др., 2003] и сплайн-аппроксимации [Столяренко, Иванов, 1988] в программе ГИС «КартМастер», ver. 4.1 [Бизиков и др., 2007; Поляков, 2008]

Применялся донный трал ДТ/ТВ 27,1/24,0 (в 2007 г. – 30/25 м) с мягким грунтопом 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.

Коэффициент уловистости трала (КУ) для шримса-медвежонка на участке южнее мыса Золотой принят равным 0,3 [Атлас количественного распределения..., 2004].

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. По данным ИС «Рыболовство», в подзоне Приморье, за период с 2011 по 2025 гг., промысел шримса-медвежонка осуществлялся только в подзоне Приморье (севернее

мыса Золотой), с выловом в 2017 г. – 5,0 т, в 2018 г. – 43,7 т и в 2021 г. – 0,11 т. Промысел осуществляли разными типами донных тралов.

В 2017 г. на СТР «Калыгирь» с сотрудником «ХабаровскНИРО» на борту была предпринята первая попытка ведения специализированного промысла шримса-медвежонка шипастого в северной части подзоны Приморье (севернее $51^{\circ}00'$ с.ш.). Лов вели креветочным тралом с горизонтальным раскрытием 36 м (длина верхней подборы 59,6 м), оснащенный 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. Наиболее благоприятным для промысла шримса-медвежонка временем суток был промежуток с 20 ч до 04 ч, для которого средний улов составил 42,4 кг/ ч. За остальные 16 ч светлого времени суток средний улов оказался почти в 4 раза меньше – 10,7 кг/ ч. Максимальный улов шримса составил 73,3 кг/ ч и был получен ночью на глубине 51 м и широте $51^{\circ}18'$ с.ш.

Промысел проходил в режиме поиска, поскольку на разрезе $51^{\circ}15'$ 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). В одном из уловов прилов рыб достигал 90% по массе, остальные 10% – составили шримсы, креветки и прочие беспозвоночные.

В ноябре 2018 г. на СТР «Советское» было выполнено в темное время суток четыре траления на участке подзоны Приморье к северу от мыса Сюркум. В трех из них уловы шримса-медвежонка шипастого составляли от 77 до 100 (в среднем 87) кг/ч. 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. 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 подзоне Приморье (южнее мыса Золотой) официальный промысел отсутствует, а выделяемые небольшие объемы осваиваются только для проведения научных исследований. 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.

По данным донной траловой съемки, выполненной на НИС «Владимир Сафонов» в апреле-июне 2025 г., шримс-медвежонок шипастый был встречен на 39 станциях (13%) в зал. Петра Великого и в северной части Татарского пролива в диапазоне глубин 21 – 148 м (рис. 3). В районе от мыса Поворотный до мыса Золотой данный вид не встречался.

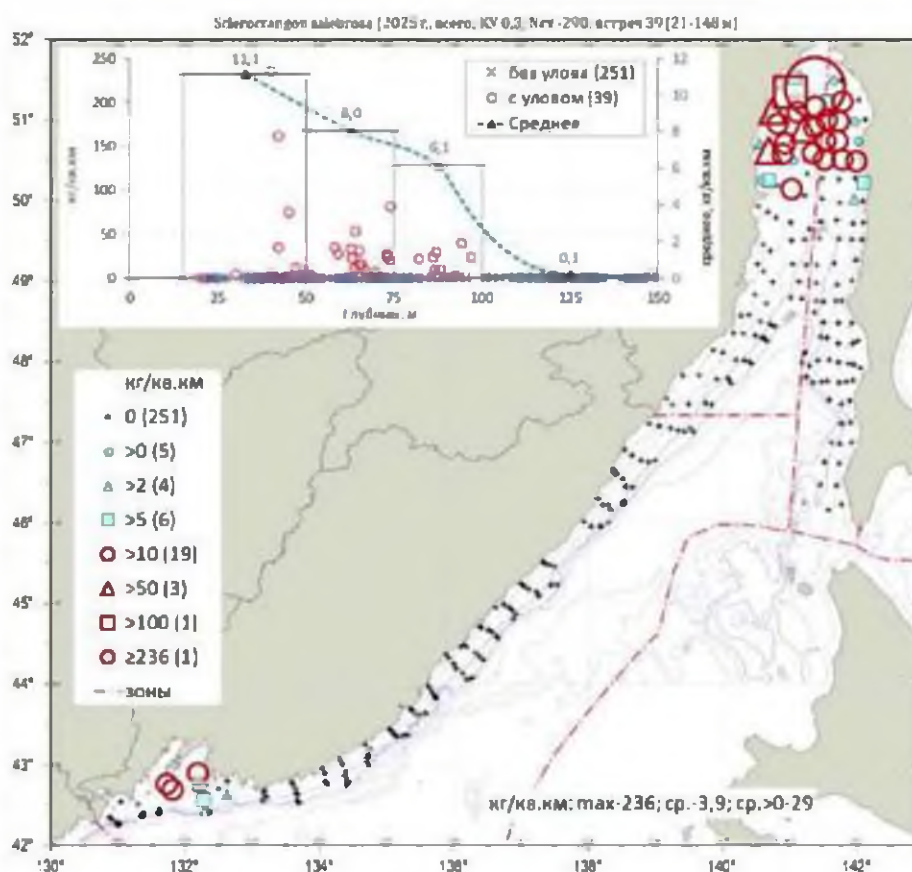


Рис. 3. Пространственное распределение (кг/кв.км, КУ 0,3) шримса-медвежонка шипастого в Японском море по данным донной траловой съемки в апреле-июне 2025 г.

В Татарском проливе скопления шримса-медвежонка шипастого сохраняют стационарность своего местоположения, как в сезонном, так и в многолетнем плане, занимая северную часть района (северо-западная часть Татарского пролива). По данным траловых съемок, этот шримс встречается в уловах на глубинах от 20 до 170 м, а его промысловые скопления 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 тр. и все были зафиксированы севернее 51° с.ш.

В 2025 г., этот шримс встречался севернее 50° с.ш. (рис. 4) и был отмечен на 32 станциях в диапазоне глубин 21 - 120 м (рис. 5), на акватории площадью 14 тыс. кв. км. Максимальное скопление (236 кг/км²) было отмечен на глубине 40 м (51°23' с.ш., 141°23' в.д.). Плотность промысловых особей (от 90 мм) в этом скоплении составила 206 кг/км².

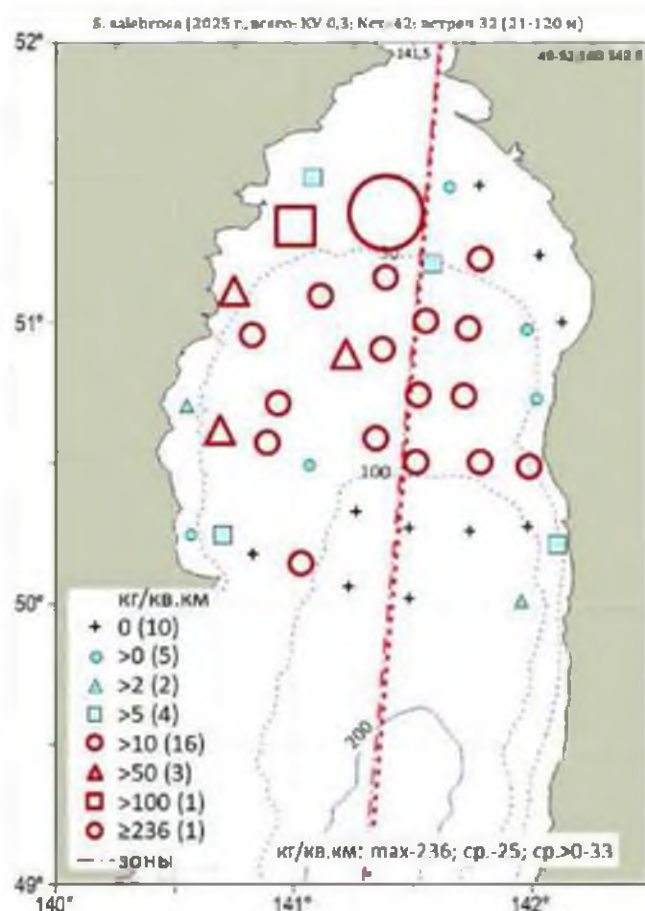


Рис. 4. Пространственное распределение (кг/кв.км, КУ=0,3) шримса-медвежонка шипастого в северной части Татарского пролива, по данным донной траловой съемки в апреле-июне 2025 г.

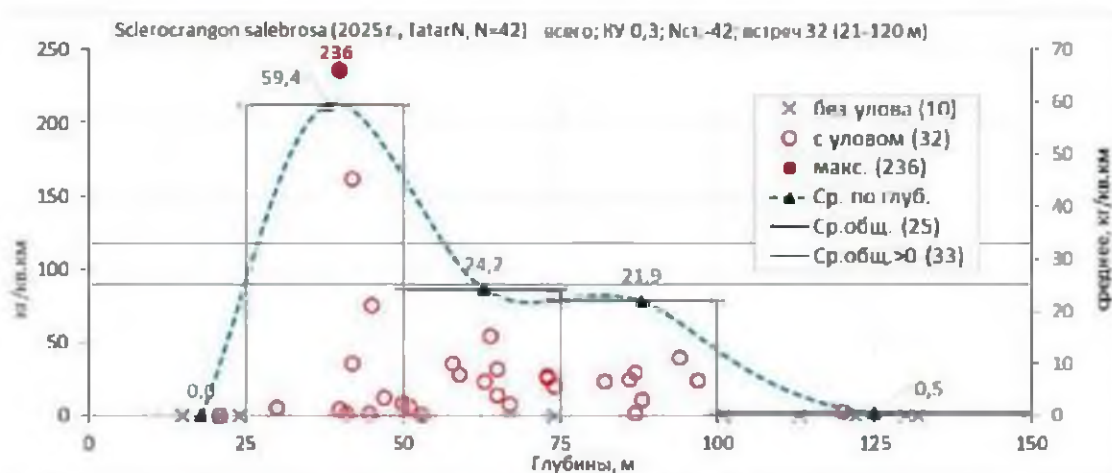


Рис. 5. Батиметрическое распределение (кг/кв.км, КУ 0,3) шримса-медвежонка шипастого в Татарском проливе, по данным донной траловой съемки в апреле-июне 2025 г.

Оценки биомассы и численности шримса-медвежонка шипастого в подзоне Приморье севернее м Золотой составили 429 т (16,4 млн экз.), из них промысловая часть – 374 т (8,9 млн экз.); что существенно меньше оценки промысловой биомассы, полученной в 2022 г. (652т)

За период наблюдений с 2010 по 2022 гг. основные биологические характеристики шримса-медвежонка шипастого в северном Приморье, такие как соотношение полов, доля промысловых особей, средние размеры и другие менялись незначительно (*рис. 6*), что указывает на относительную стабильность состояния популяции в этом районе. Исключение составляет, пожалуй, только 2025 г., когда все эти показатели заметно снизились.

В 2025 г., в Татарском проливе был проведен биологический анализ 228 экз. шримса-медвежонка шипастого. Размеры особей по длине тела (ДТ) варьировали в пределах 32-155 мм и 8,2-39,4 мм по длине карапакса (ДК), средний размер по ДТ составил 96,57 мм (ДК-24,6 мм) (*рис. 7, табл. 3*). Индивидуальная масса особей колебалась в пределах 0,7-93 г, составив в среднем 27,6 г.

Особь, достигшие промыслового размера (от 90 мм по ДТ и от 22,9 мм по ДК), преобладали по численности (58%) и биомассе (89%). Индивидуальная масса промысловых особей колебалась в пределах 16-93 г, составив в среднем 42,4 г.

Размеры самок (доля 56%) варьировали в пределах 32-155 мм по ДТ и 8,2-39,4 мм по ДК, средний размер по ДТ составил 108,92 мм (ДК-27,7 мм), их индивидуальная масса колебалась в пределах 0,7-93 г, составив в среднем 38,3 г.

Размеры самцов (доля 44%) варьировали в пределах 40-121 мм по ДТ и 10,2-30,8 мм по ДК, средний размер по ДТ составил 80,57 мм (ДК-20,5 мм), их индивидуальная масса колебалась в пределах 1,4-41 г, составив в среднем 13,9 г.

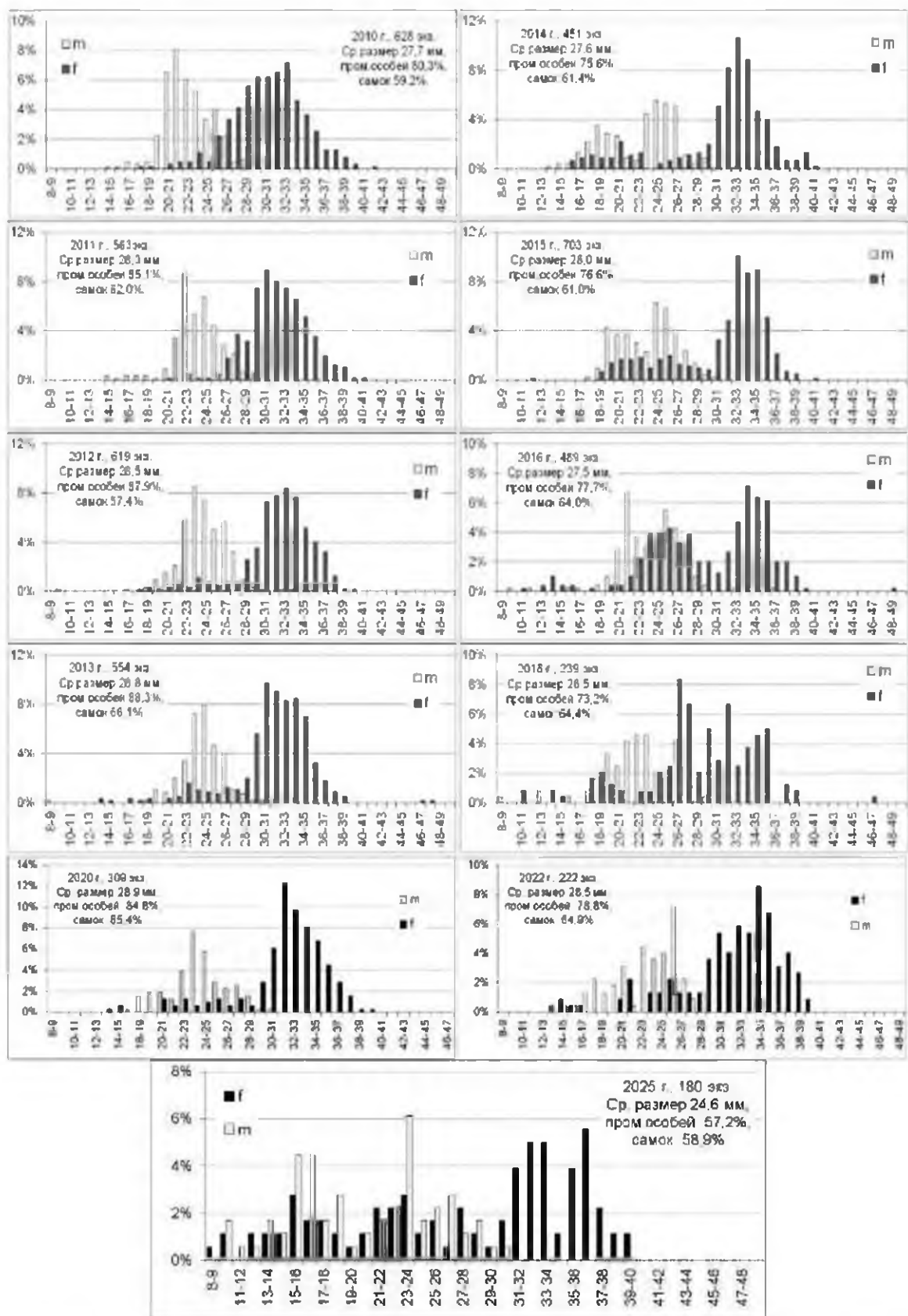


Рис. 6. Размерно-половой состав уловов шримса-медвежонка шипастого в подзоне Приморье (севернее мыса Золотой) по данным траловых съемок 2010-2022 гг.

По оси абсцисс – длина карапакса, мм; вертикальными линиями показана промысловая мера ≥ 23 мм (соответствует 90 мм по длине тела); m – самцы, f – самки

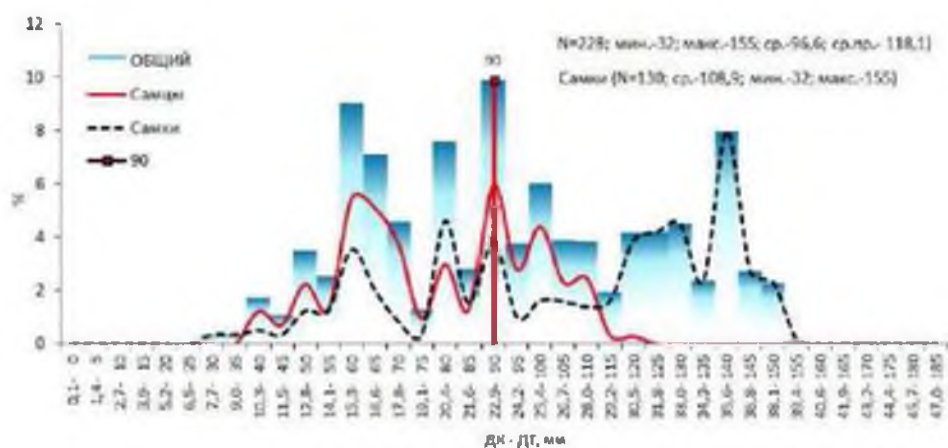


Рис. 7. Размерный состав шримса-медвежонка шипастого в Татарском проливе по данным донной траловой съёмки в апреле-июне 2025 г.

Таблица 3

Размерные и весовые характеристики шримса-медвежонка шипастого в Татарском проливе по данным донной траловой съёмки в апреле-июне 2025 г. (Пром. - промысловые)

Показатель	Длина тела (ДТ), мм				Длина карапакса (ДК), мм		Масса, г	
	Самцы	Самки	Всего	Пром.	Всего	Пром.	Всего	Пром.
Татарский пролив								
Промер	98	130	228	144	228	144	228	144
%	43,55	56,45	100,00	57,94	100,00	57,94	100,00	88,87
Мин.	40,0	32,0	32,0	90,0	8,2	22,9	0,7	16,3
Макс.	121,0	155,0	155,0	155,0	39,4	39,4	93,0	93,0
Среднее	80,57	108,92	96,57	118,10	24,60	30,00	27,64	42,40
Ош. (±)	1,99	2,78	2,02	1,65	0,52	1,26	0,19	1,80

В 2025 г. в зал. Петра Великого шримс-медвежонков шипастый был встречен на 7 станциях (25%), в диапазоне глубин 62-148 м (рис. 8), в координатах 42°26' - 42°53' с.ш. и 131°44' в.д. - 132°38' в.д.

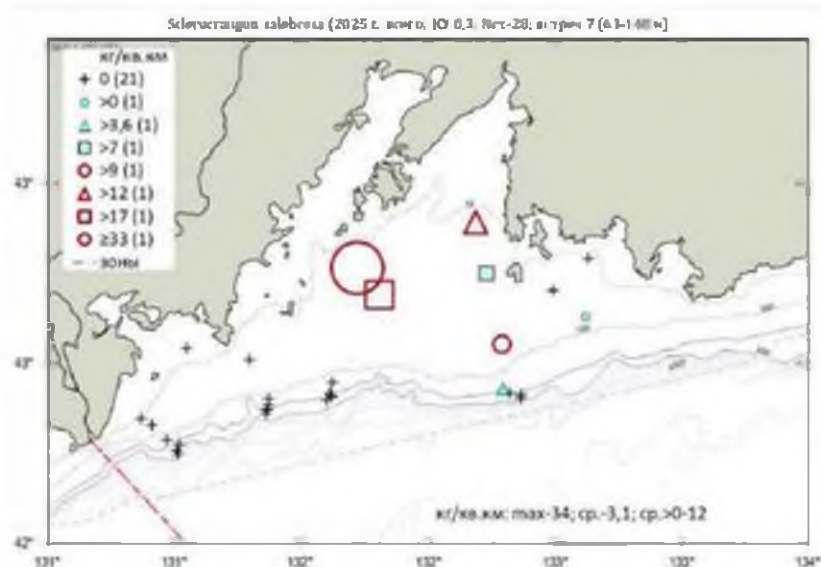


Рис. 8. Пространственное распределение (кг/кв.км. КУ 0,3) шримса-медвежонка шипастого в зал. Петра Великого, по данным донной траловой съёмки в апреле-июне 2025 г.

Как и в прошлые годы, наиболее плотные поселения шримса-медвежонка шипастого наблюдались между о. Аскольд на востоке и островной зоной залива Петра Великого – на западе. Максимум плотности (33,8 кг/км²) был отмечен на глубине 63 м (42°46' с.ш., 131°44' в.д.), концентрация промысловых особей (от 90 мм) на этой станции составила 17,4 кг/км². Учётная биомасса этого вида составила всего 52 т (2,6 млн. экз.), из них промысловая часть – 38 т (1,16 млн. экз.).

Всего было поймано и проанализировано 36 экз. данного шримса (рис. 9). Размерно-весовые показатели шримса-медвежонка шипастого в зал. Петра Великого приведены в таблице 4.

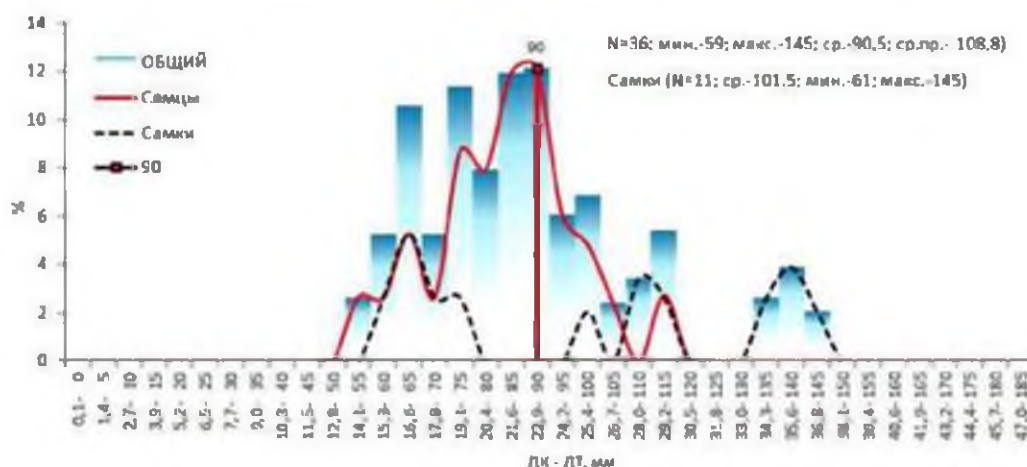


Рис. 9. Размерный состав шримса-медвежонка шипастого в зал. Петра Великого по данным донной траловой съёмки в апреле-июне 2025 г.

Таблица 4

Размерные и весовые характеристики шримса-медвежонка шипастого в зал. Петра Великого по данным донной траловой съёмки в апреле-июне 2025 г. (Пром.- промысловые)

Показатель	Длина тела (ДТ), мм				Длина карапакса (ДК), мм		Масса, г	
	Самцы	Самки	Всего	Пром.	Всего	Пром.	Всего	Пром.
Промер	25	11	36	16	36	16	36	16
%	70,08	29,92	100,00	44,97	100,00	44,97	100,00	72,67
Мин.	59,0	61,0	59,0	90,0	15,1	22,9	4,4	0,0
Макс.	116,0	145,0	145,0	145,0	36,8	36,8	76,6	76,6
Средн.	85,83	101,50	90,52	108,76	23,00	27,70	20,05	32,40
Ош.(±)	2,62	9,34	3,56	4,44	0,92	3,49	0,07	4,92

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.

В подзоне Приморье южнее мыса Золотой, в качестве целевого ориентира Вг_т приняли среднегодовалную величину промысловой

биомассы – 1,4 тыс. т (рис. 10). В качестве граничного ориентира по биомассе B_{lim} , приняты среднее значение за период наиболее низких оценок биомассы (2014-2025 гг.), по данным траловых съемок – 0,35 тыс.т.

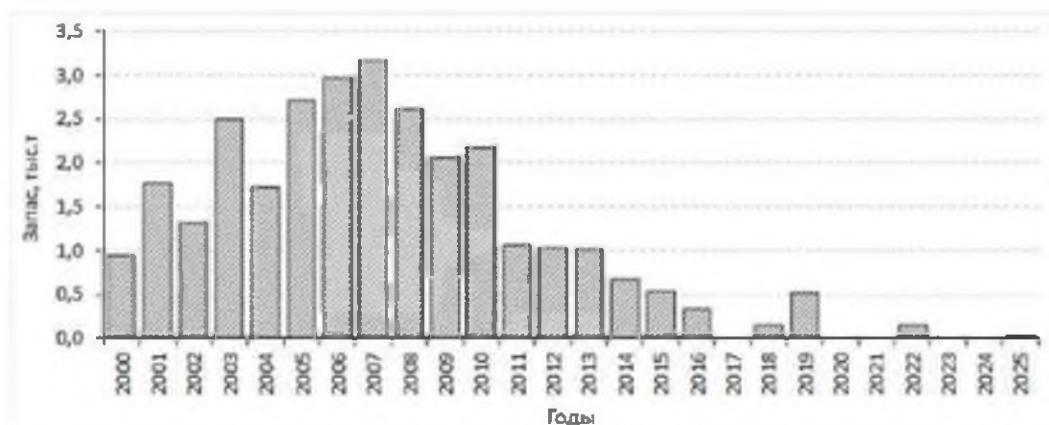


Рис. 10. Межгодовая динамика общего запаса шримса-медвежонка в зал. Петра Великого по данным учетных траловых съемок

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. 11), в рамках «предосторожного» подхода в его упрощенном варианте.

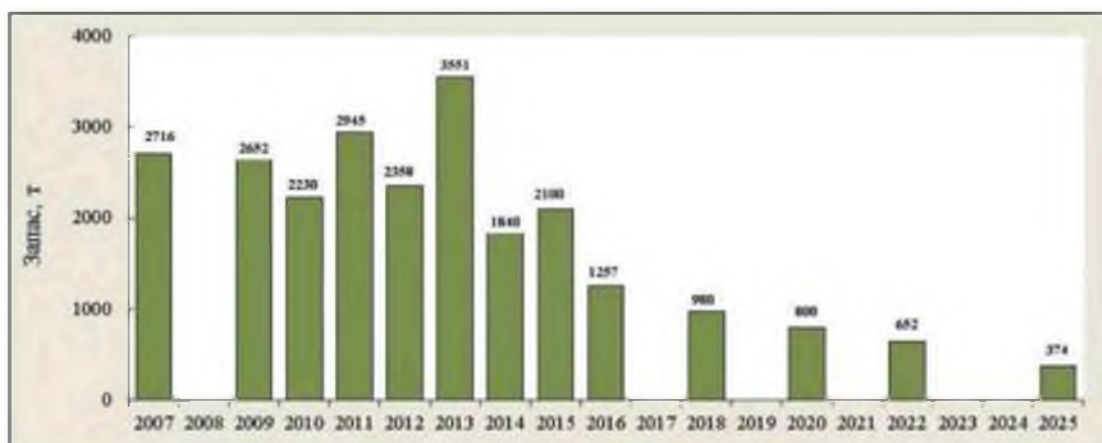


Рис. 11. Динамика запасов шримса-медвежонка шипастого по данным учетных траловых съемок в подзоне Приморье севернее мыса Золотой

В качестве граничного ориентира по биомассе B_{lim} приняли минимальную оценку запаса за имеющийся период наблюдений – 374 т. В качестве целевого ориентира B_{tr} принята среднесуточная величина промысловой биомассы, составившая по данным траловых съёмов 1880 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 среднесуточной – 940 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 шримса-медвежонка на основе выбранных ориентиров управления в подзоне Приморье южнее мыса Золотой представлена на *рисунке 12*.

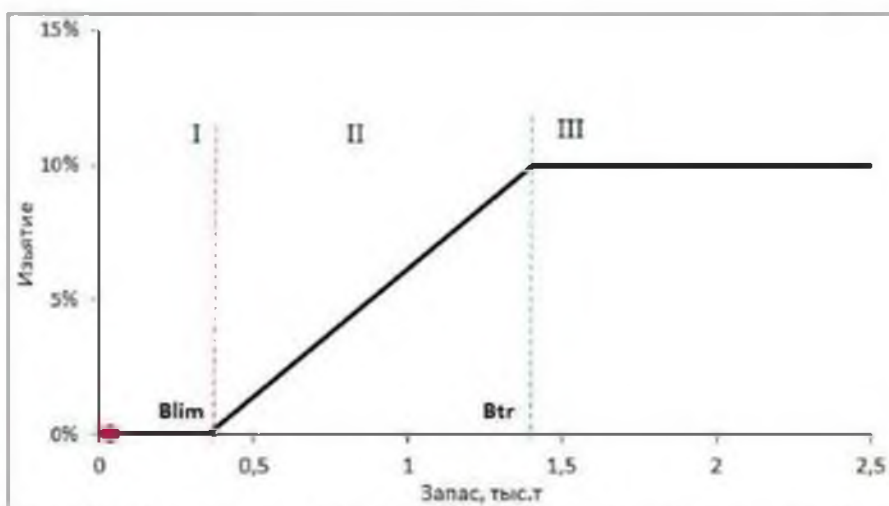


Рис. 12. ПРП шримса медвежонка шипастого в подзоне Приморье южнее мыса Золотой в рамках предосторожного подхода. Режимы регулирования: I – режим полного запрета на промысел, II – режим восстановления запаса, III – режим постоянной интенсивности промысла

В последние годы промысел шримса-медвежонка шипастого в заливе Петра Великого не осуществлялся, что обосновано состоянием его запаса. В текущей ситуации, когда запас находится ниже уровня B_{lim} , изъятие возможно только для научно-исследовательских целей 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% и менее.

Схема регулирования промысла шримса-медвежонка шипастого на основе выбранных ориентиров управления в подзоне Приморье на участке севернее мыса Золотой представлена на *рисунке 13*.

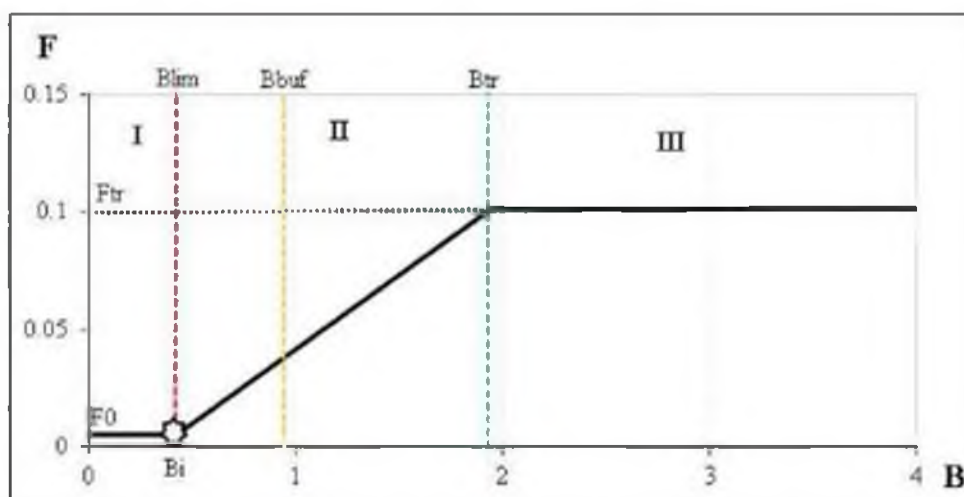


Рис. 13. ПРП шримса-медвежонка шипастого в подзоне Приморье (к северу от мыса Золотой) в рамках «предосторожного» подхода. Режимы регулирования: I – режим полного запрета на промысел, II – режим восстановления запаса, III – режим постоянной интенсивности промысла. B – запас, тыс. т. F – промысловая смертность.

С 2014 г. отмечался низкий уровень запаса шримса-медвежонка шипастого в северо-западной части Татарского пролива, а в 2025 г. он достиг своего минимума за весь период наблюдений. В текущей ситуации, когда величина запаса равна B_{lim} (0,374 тыс. т), изъятие возможно только для научно-исследовательских целей на уровне промысловой смертности F_0 не более 1% запаса.

Прогнозирование состояния запаса. В подзоне Приморье (южнее мыса Золотой) среднеемноголетнее 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 $KY=0,4$) связано с проведенным перерасчетом запаса с учетом $KY=0,3$. В 2025 г., учтенная биомасса этого вида составила всего 52 т (2,6 млн. экз.), из них промысловая часть – 38 т (1,16 млн экз.), что является наименьшим значением за многолетний период исследований. Величина промыслового запаса шримса-медвежонка шипастого в подзоне Приморье (на участке южнее м. Золотой) прогнозируется на 2027 г. в объеме 0,038 тыс. т.

Не исключается возможность некоторой недооценки запаса в последние годы в силу того, что при редкой сетке траловых станций может вести к высокой погрешности в определении запаса. Однако тенденция снижения запаса в последние годы очевидна. 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.

В подзоне Приморье (севернее мыса Золотой) в последние годы запас находился на уровне заметно ниже среднего многолетнего. Тренд на снижение запаса и минимальная за последние 15 лет оценка запаса (374 т), не дают оснований ожидать значительного роста его величины в 2027 г. Исходя

из этого, величина промыслового запаса шримса-медвежонка шипастого в подзоне Приморье (на участке севернее м. Золотой) прогнозируется на 2027 г. в объеме, не превышающем минимальной за период наблюдений оценки – 0,374 тыс. т.

Таким образом, суммарный промысловый запас шримса-медвежонка шипастого в подзоне Приморье на 2027 г. прогнозируется в объеме 0,412 тыс. т.

Обоснование объёма ОДУ. Величина запаса шримсов-медвежат в подзоне Приморье, прогнозируемая на 2027 год, не превышает значения граничного ориентира управления, как в южной, так и в северной части подзоны Приморье. В связи с этим, согласно разработанному зональному правилу регулирования промысла, на 2027 г. изъятие рекомендуется исключительно в объемах, необходимых для осуществления ресурсных исследований – 2 т.

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ шримсов-медвежат в подзоне Приморье на 2027 г. в объеме 0,002 тыс. т исключительно для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.**

Раки (виды родов *Astacus*, *Pontastacus*, *Cambaroides*)

Каспийское море

Исполнитель: Н.В. Кулик, Н.Е. Калашников (КаспНИРХ)

Кураторы: Ю.В. Иванкович (ВНИРО)

Анализ доступного информационного обеспечения. Прогноз ОДУ выполнен на основе материалов, собранных в четырех подрайонах Южного рыбохозяйственного района Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна: Волго-Каспийском, Северо-Каспийском, Северо-Западном и Терско-Каспийском. Мониторинговые исследования в Каспийском море осуществлялись на научно-исследовательских судах ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») – НИС «Дафния», т/х «Раскат», КС №36, НИС «Медуза», НИС «Гидробиолог» согласно сетке станций (рис. 1).

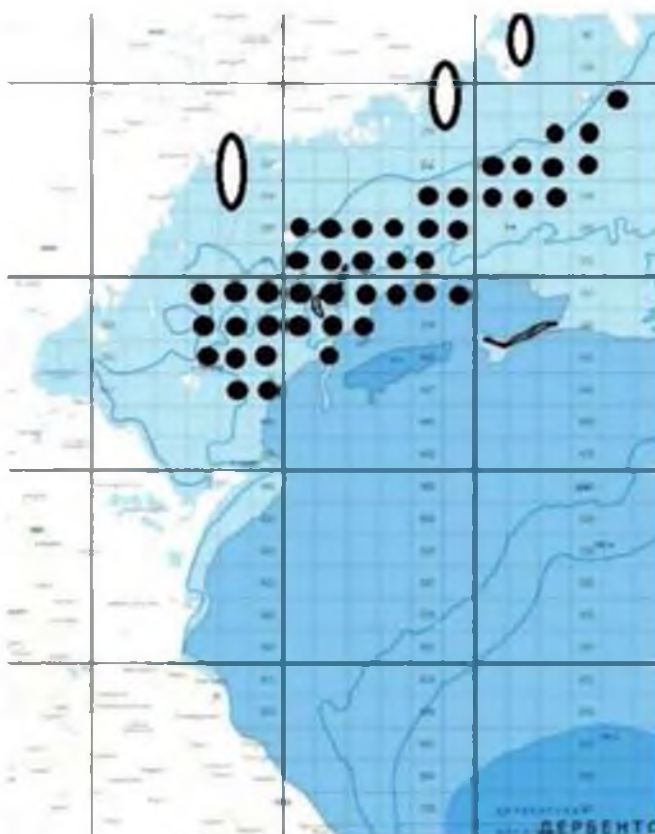


Рис. 1. Карта-схема станций учетной съемки раков в Каспийском море

В течение 2025 г. было учтено и подвергнуто биологическому анализу 260 экз. раков, в том числе в прибрежной зоне промысла (раколовки) – 215 экз., из них в Астраханской области – 120 экз., в Республике Дагестан – 95 экз., в открытой части Северного Каспия (донный трал) – 45 экз.

Промысловые статистические данные представлены по материалам отраслевой системы мониторинга (ОСМ) Росрыболовства и Волго-Каспийским территориальным управлением Росрыболовства.

Набор входных данных соответствует II уровню информационного обеспечения [Приказ Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104]: в наличии непрерывный ряд вылова с 2011 г. и данные по параметрам обилия (концентрациям), полученным в ходе мониторинговых исследований.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Сбор и обработка биологического материала выполнялись в соответствии с методическими руководствами [Инструкции, 2011]. Учитывая большие площади исследуемых акваторий, для оценки запасов раков и дальнейшего расчета общего допустимого улова (далее – ОДУ) целесообразно использовать метод площадей, который дает много лет достаточно достоверный результат [Аксютин, 1968; Методики..., 2011].

Раки относятся к животным, которые ведут относительно оседлый образ жизни. Радиус суточных миграций раков в водоемах авандельты не превышает 20-30 м. В море участок рака, обитающего на свале глубин, имеет в диаметре 30-50 м, а животные, живущие в норах на мелководье, не удаляются от норы более чем на 10-15 м [Румянцев, 1974].

Учитывалась вся имеющаяся информация из всех орудий лова. В Каспийском море лов раков при проведении учетных съемок осуществлялся с использованием пассивных (раколовки, вентера) и активных (тралы) орудий лова. При этом основным учетным орудием лова морских раков являлись раколовки. Траловые орудия лова использовались с целью сбора дополнительной информации по биологическим показателям морских раков и определения площади их распространения, в вентерах раки встречались единично в качестве прилова, их тоже учитывали, в большей степени для определения качественных характеристик популяции.

Определение величины запаса раков проводилось на основании результатов учетных съемок. Численность раков оценивалась с использованием метода площадей [Аксютин, 1968]:

$$N = p * S, \quad (1)$$

где N – численность, экз.;

p – плотность раков, экз./км²;

S – площадь распределения, км².

Плотность распределения раков оценивалась с учетом площади облова одной раколовки и средних уловов раколовок на исследуемой акватории. Установлено, что рабочая площадь облова одной раколовки в среднем составляет 225 м² [Румянцев, 1974].

Для оценки запасов и величины ОДУ морских раков использовались данные по научно-исследовательским (контрольным) уловам на одну раколовку. Для уточнения площади распространения раков привлекались данные учетных траловых съемок. В основу оценки ареала распространения раков на нагульных пастбищах Каспийского моря положен метод оконтуривания площадей по станциям с нулевыми уловами и изолинейный способ картирования [Месяцев и др., 1935; Аксютин, 1968; Расс, 1938; Строганов, 1979; Белоголова, 2008]. Данные по «нулевым» постановкам

учетных орудий были учтены.

При построении карт распределения раков применялась графическая информационная система ArcView Gis версия 3.1.

Биомасса запаса раков определялась как произведение расчетной численности и средней массы особей:

$$B = N * w, \quad (2)$$

где B – общий запас, т;

N – численность, экз.;

w – средняя масса, г.

Общий допустимый улов (ОДУ) раков определялся как величина абсолютного изъятия из запаса:

$$\text{ОДУ} = \varphi_F * B_{2027}, \quad (3)$$

где ОДУ – общий допустимый улов, т;

φ_F – доля изъятия;

B_{2027} – общий запас, т.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. Согласно Правилам рыболовства для Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна [Приказ Минсельхоза России от 13.10.2022 г. № 695], разрешается специализированный промысел раков с применением пассивных орудий лова – раколовков с размером (шагом) ячеи 22 мм и более. Лов раков в прибрежной зоне осуществляется с использованием маломерных лодок – бударок. Отчетность о количестве задействованных на промысле морских раков бударок в настоящее время не ведется.

В *Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах (Астраханская область) и в Северо-Западном и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах (Республика Калмыкия)* специализированный промысел раков осуществляется в период с 15 июля по 15 августа и с 15 сентября по 30 ноября. В *Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне (Республика Дагестан)*, согласно Правилам рыболовства, с 2023 г. промысел разрешен с 1 марта по 20 мая и с 1 сентября по 30 ноября.

В *Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах (Астраханская область)* промысел морских раков в Каспийском море астраханскими предприятиями впервые начался в 2011 г. Тогда вылов составил 3,005 т, освоение – 23,12%. В 2018-2022 гг. в промысле раков участвовали одна-две организации, улов и освоение были невысокими. За последние 3 года вылов и освоение ОДУ увеличились, что связано повышенным промысловым усилием, когда на промысел морских раков стало выходить около 10 организаций. В 2025 г. на промысле в Каспийском море (*Астраханская область*) работало 7 предприятий, вылов раков составил 13,877 т, что ниже уровня 2024 г., освоение ОДУ – 69,4% (табл. 1).

В *Северо-Западном и Северо-Каспийском рыбохозяйственных*

подрайонах (Республика Калмыкия) промысел раков осуществляется с 2011 г., вылов в 2025 г. составил 2,885 т, освоение увеличилось до 82,4%. В 2025 г. на промысле в Каспийском море (Республика Калмыкия) работало 2 предприятия, в 2024 г. – 1 предприятие. Незначительное количество организаций, находящихся на промысле раков (в 2018-2022 гг.), отразилось на низком освоении ОДУ (табл. 1). В 2023-2025 гг. освоение ОДУ повысилось.

Таблица 1

Вылов (т), ОДУ (т) и освоение ОДУ (%) раков в Каспийском море

Годы	Волго-Каспийский и Северо-Каспийский рыбохозяйственные подрайоны (Астраханская область)			Северо-Западный и Северо-Каспийский рыбохозяйственные подрайоны (Республика Калмыкия)			Всего		
	ОДУ	вылов	освоение ОДУ	ОДУ	вылов	освоение ОДУ	ОДУ	вылов	освоение ОДУ
2011	13,0	3,005	23,12	4,3	1,713	39,8	17,3	4,720	27,3
2018	24,0	2,438	10,2	4,0	2,358	59,0	28,0	4,796	17,1
2019	24,0	1,460	6,1	4,0	2,526	63,2	28,0	3,986	14,2
2020	24,0	1,452	6,1	4,0	2,116	52,9	28,0	3,568	12,7
2021	24,0	1,727	7,2	4,0	3,257	81,4	28,0	4,984	15,4
2022	24,0	1,998	8,3	4,0	1,690	42,3	28,0	3,678	11,7
2023	23,0	15,541	67,6	4,0	1,694	42,4	27,0	17,235	58,3
2024	21,0	15,585	74,0	3,5	2,23	63,7	26,250	17,815	68,0
2025	20,0	13,877	69,4	3,5	2,885	82,4	24,250	16,762	69,1

В Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне (Республика Дагестан) специализированный промысел морских раков разрешен с 2023 г. До этого регламент их добычи (вылова) был не предусмотрен. Постановлением Правительства Республики Дагестан от 12 апреля 2019 г. № 80 каспийский рак исключен из Красной книги Республики Дагестан, в которой он находился с 2002 г.

В действующих Правилах рыболовства от 13 октября 2022 г. (Приказ Минсельхоза России от 13.10.2022 № 695) промысел морских раков у дагестанского побережья Каспийского моря можно осуществлять с 1 марта по 20 мая и с 1 сентября по 30 ноября раколовками у побережья Каспийского моря от границы 3-километровой акватории вокруг устья реки Самур (41°55'00" с.ш. – 48°29'00" в.д.) до поселка Каякент (42°25'00" с.ш. – 48°00'00" в.д.). Однако в 2025 г. официальной статистикой промысловый улов раков не регистрировался, что связано с организационными причинами.

В 2025 г. вылов раков в Каспийском море составил 16,762 т, что меньше уровня 2024 г., освоение – 69,1 %. Так, в 2025 г. на промысле в Каспийском море (Астраханская область и Республика Калмыкия) по вылову раков работало 9 предприятий (в 2024 г. – 11 предприятий). В сентябре и октябре в дельте и авандельте р. Волги в условиях сохранения относительно теплой погоды в Астраханской области отмечались положительные аномалии температуры, что благоприятно отразилось на

условиях промысла раков и освоении ОДУ.

В Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах (Астраханская область) средняя длина раков в раколовках в прибрежной зоне промысла в период 2018-2024 гг. варьировала от 10,0 до 11,1 см, масса – от 35,8 до 48,2 г. В 2024 г. средние значения длины и массы соответствовали $10,1 \pm 0,05$ см и $37,0 \pm 0,1$ г, соотношение полов 1:1. В 2025 г. средняя длина и масса раков несколько увеличилась и составили $11,7 \pm 0,05$ см и $61,0 \pm 0,1$ г, соотношение полов 3,5:1. В прибрежной зоне Каспийского моря на Иголкинском банке в наибольшем количестве встречались крупные раки промысловых размеров от 12 до 14 см (66,4%), что повлияло на увеличение качественной структуры популяции раков в прибрежной зоне промысла.

В Каспийском море в траловых уловах в 2024 г. средняя длина раков составила $9,0 \pm 0,05$ см, масса – $25,1 \pm 0,05$ г. В траловых уловах в 2025 г. средняя длина и масса раков составила $9,1 \pm 0,05$ см, масса – $27,4 \pm 0,05$ г, что на уровне показателей 2024 г. (рис. 2 а, б).

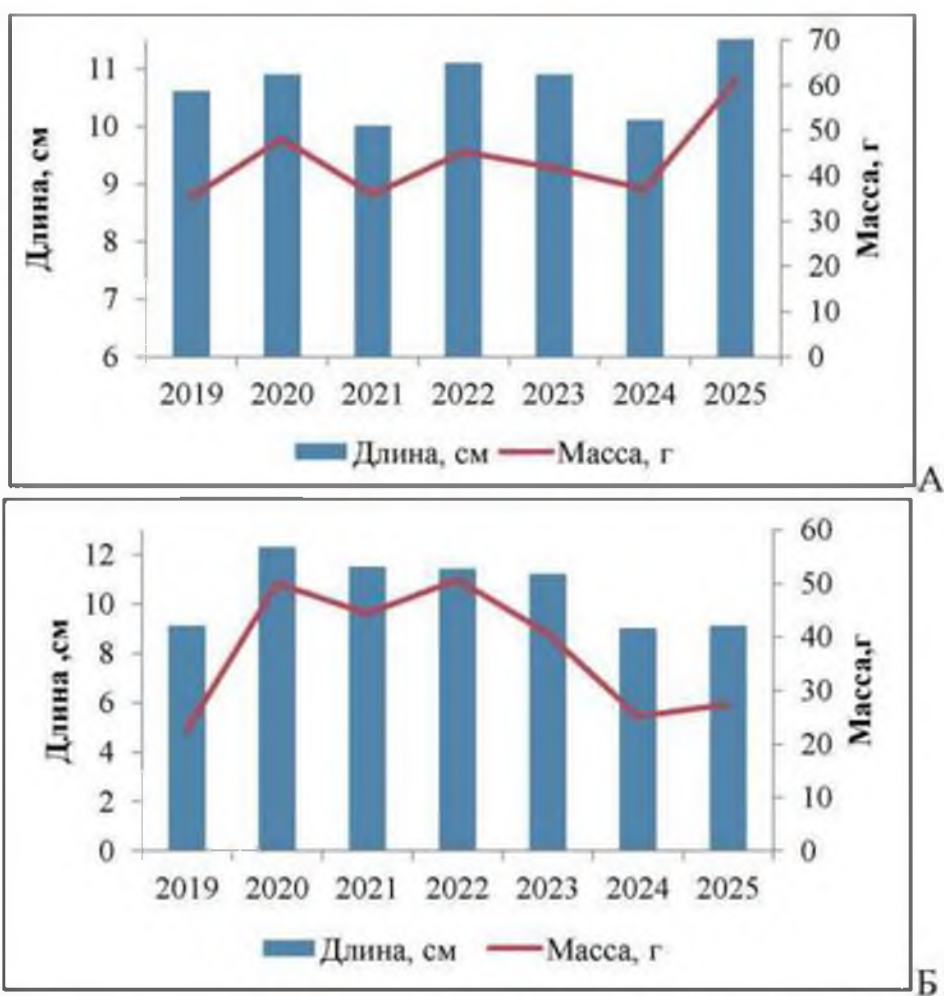


Рис. 2. Размерно-весовой состав раков в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах (Астраханская область) по данным учетных постановок раколовки (А) и траловых съемок (Б) в Каспийском море.

В Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне (Республика Дагестан) раки встречались в зоне западного побережья моря,

преимущественно на каякентском и дербентском побережье.

В летний период в исследовательских уловах на местах нагула длина раков колебалась в пределах 8,0-12,4 см. Наиболее многочисленной была размерная группа 9,1-11,0 см. Средняя длина каспийского рака составляла 10,1 см, масса тела – 43,5 г. В осенний период в исследовательских уловах длина раков колебалась от 8,6 до 12,9 см, средняя длина тела раков составляла 9,8 см, масса тела – 47,5 г. Соотношение полов: 55% самцов и 45% самок. В целом, характеризуя состояние численности, распределения, размерно-весовых показателей раков в 2025 г., можно отметить следующее. Площадь обитания раков у каякентского и дербентского прибрежий Каспия за период с 2019 по 2025 гг. сократилась с 1020 га до 410 га, т.е. в 2,5 раза. При этом плотность распределения раков в осенний период на обследованной акватории также снизилась с 0,038 экз./м² в 2019 г. до 0,015 экз./м² в 2025 г. Общая численность раков сократилась с 391 тыс. экз. до 61,5 тыс. экз. Также отмечается некоторое снижение размерно-весовых показателей раков (рис. 3).

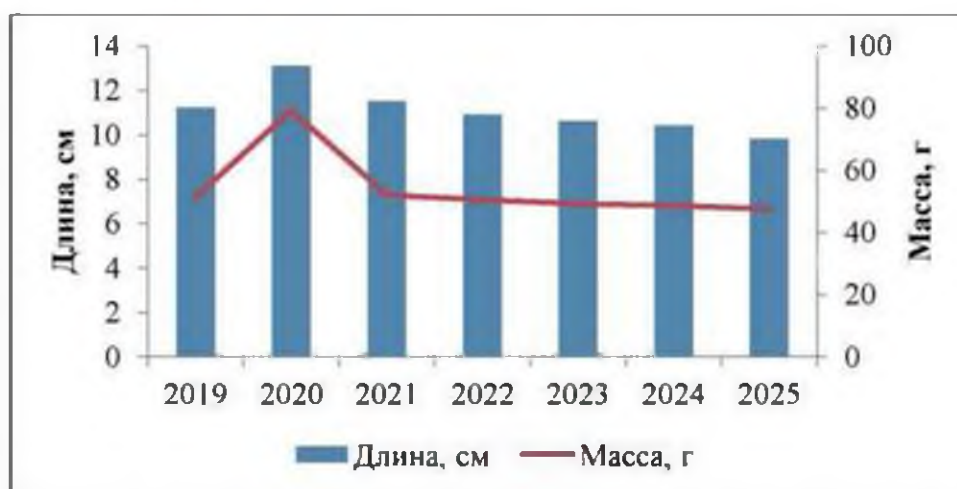


Рис. 3. Размерно-весовой состав раков в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне (Республика Дагестан).

В Северо-Западном и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах (Республика Калмыкия) лов раков осуществляется в целом в прибрежной зоне Каспийского моря, т. к. разделение на подрайоны в море носит территориальный характер, а основные запасы сосредоточены в Астраханской области, поэтому рыбаки из Республики Калмыкии ловят раков по всему ареалу прибрежной зоны. Размерно-весовые показатели раков в целом в прибрежной зоне промысла снижаются.

Условия нагула в Северном Каспии. В начале летнего периода в западной части Северного Каспия формирование температурного режима проходило в условиях начала интенсивного прогрева. Фоновые величины температуры воды у поверхности составили 23,0-25,0 °С, достигая 26,0-26,6 °С на мелководных участках в районе Волго-Каспийского морского судоходного канала (ВКМСК) и севернее о. Чечень. В придонном слое основной акватории была занята водами с температурой 23,0-24,0 °С. В

районе прохождения западной волжской струи прослеживалась адвекция холодных среднекаспийских вод с понижением температуры воды в ядре залива до 20,0-21,0 °С.

Насыщение вод кислородом в поверхностном горизонте моря составляло 82-107%, в придонном слое – 40-96%. Гипоксия в придонном горизонте зафиксирована на акватории восточнее о. Тюлений. В центральном приглубом районе Северного Каспия насыщение кислородом было снижено до 55-76%. Возросший компенсационный подток среднекаспийских вод с низким содержанием кислорода явился основной причиной прогрессирующего увеличения площади гипоксии и ухудшения газового режима в придонном слое моря. Величины рН в воде придонного слоя колебались в пределах 8,04-8,11 ед.

В начале летнего периода опресняющее влияние волжского стока и формирование буферной зоны с соленостью 0-8‰ отмечалось местами до 5-метровой изобаты. Заток более соленых вод из приглубой зоны достигал мелководных участков моря с глубинами 4,0 м в центральном приглубом районе. В целом результаты исследования показали, что состояние среды обитания в летний период в Каспийском море относительно благоприятны для нагула раков.

В осенний период исследований в условиях активизации ветровой деятельности происходило активное перемешивание водных масс с формированием гомотермии. При этом отмечалось выравнивание температурных значений воды и воздуха. Вода в районе исследований была прогрета до 12,3-13,3 °С, в среднем 12,7 °С, воздуха – до 11,6-14,0 °С, в среднем 13,1 °С. В районе, прилегающем к выходному участку ВКМСК, сохранялся повышенный теплозапас (выше 16°C). Пространственное распределение температуры воды характеризовалось снижением температурных показателей с запада на восток. Температурный режим в осенний период благоприятствовал продлению нагульного периода в море до конца октября.

Преобладание нагонных ветров обусловила существенное осолонение западной части Северного Каспия. Величины солености возрастали от мелководья к приглубой зоне и изменялись в поверхностном горизонте в интервале 0,42-7,10‰, в придонном – 0,26-8,92‰. Буферная зона с соленостью 0-2‰ занимала мелководные участки с глубинами до 2,5 м. Относительное содержание кислорода изменялось в поверхностном слое воды от 100 до 109%. Зоны дефицита кислорода зафиксированы локально в районе Волго-Каспийского морского судоходного канала.

В целом условия нагула раков в открытой части Северного Каспия были благоприятные, в прибрежной зоне – удовлетворительные.

По данным траловой съемки ареал морских раков в Каспийском море в 2025 г. составил 1055 км². Раки были отмечены в мелководной части моря, от о. Чистая банка на западе до свала Укатного на востоке. Раки распределялись локально: у о. Чистая банка, о. Очиркина – 4-36 экз./час траления, у свала

Укатного, свала Белинского банка и у свала сетного осередка – 4-12 экз./час траления на глубинах от 1,5 до 3,5 м (рис. 4).

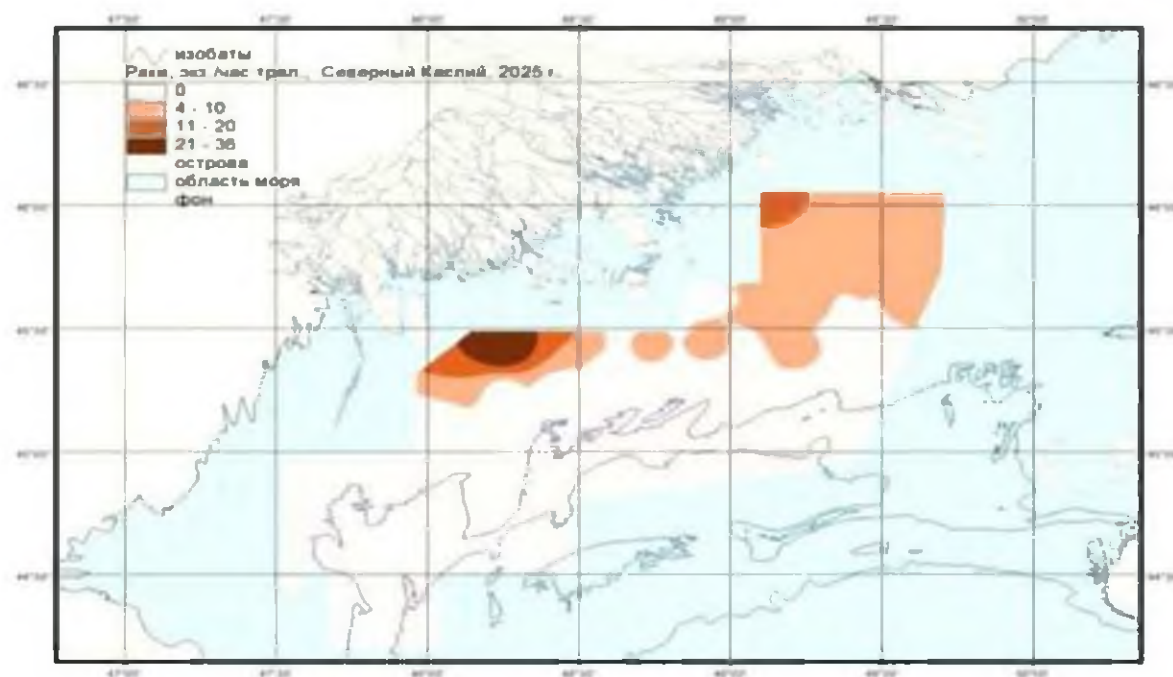


Рис. 4. Карта-схема пространственного распределения раков в западной части Северного Каспия в 2025 г.

В современный период в *Волго-Каспийском* и *Северо-Каспийском подрайонах* (Астраханская область) сосредоточено до 80% запаса морских раков Каспийского моря. Остальная часть запаса приходится на *Северо-Западный* и *Северо-Каспийский подрайоны* (Республика Калмыкия) и *Терско-Каспийский подрайон* (Республика Дагестан). С учетом того, что основные промысловые концентрации раков находятся в *Волго-Каспийском* и *Северо-Каспийском подрайонах* (Астраханская область), а также ввиду отсутствия промысла раков в *Терско-Каспийском подрайоне* (Республика Дагестан), правило регулирования промысла строилось только для *Волго-Каспийского* и *Северо-Каспийского подрайонов* (Астраханская область), которое в дальнейшем распространялось на *Северо-Западный* и *Северо-Каспийский рыбохозяйственные подрайоны* (Республика Калмыкия) и на *Терско-Каспийский подрайон* (Республика Дагестан).

Промысловые запасы раков в Каспийском море в 2017-2025 гг. колебались в пределах 100,03-134,30 т. В *Волго-Каспийском* и *Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах* (Астраханская область) с 2020 по 2025 гг. промысловый запас раков уменьшился с 96,0 до 80,0 т. В *Северо-Западном* и *Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах* (Республика Калмыкия) запасы раков в 2020-2024 гг. составляли 16,0 т, в 2025 – 14,0 т, колебание запасов отмечено и в *Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне* (Республика Дагестан) (табл. 2). В целом запас раков в

Каспийском море находится в удовлетворительном состоянии, с тенденцией к снижению.

Таблица 2

Динамика промыслового запаса раков в Каспийском море, т

Годы	Волго-Каспийский и Северо-Каспийский рыбохозяйственные подрайоны (Астраханская область)	Терско-Каспийский рыбохозяйственный подрайон (Республика Дагестан)	Северо-Западный и Северо-Каспийский рыбохозяйственные подрайоны (Республика Калмыкия)	Каспийское море
2017	99,60	16,00	18,70	134,30
2018	95,90	14,60	18,00	128,50
2019	98,40	15,80	16,50	130,70
2020	96,00	16,08	16,00	128,08
2021	96,00	20,10	16,00	132,10
2022	96,00	16,08	16,00	128,08
2023	92,00	13,23	16,00	121,23
2024	84,00	8,48	16,00	108,48
2025	80,00	6,03	14,00	100,03
Средние	93,10	14,04	16,35	123,50

Основным лимитирующим фактором численности морских раков и площади их распространения в северной части Каспийского моря является водность р. Волги, от которой зависят условия их обитания (колебание уровня, гидролого-гидрохимического режима (соленость и кислород) и т. д.).

Во всех исследованных подрайонах, несмотря на удовлетворительные внешние условия, в многолетнем плане среда обитания раков на побережье моря определяются значительным снижением уровня моря (отметка уровня моря -29,2 БМ – за ряд лет снижение моря на 1,5 м и более), вследствие чего биотопы раков здесь значительно изменились. Прибрежные участки, которые служили местами укрытия и нагула раков, в настоящее время находятся над уровнем моря, т. е. потеряны традиционные места обитания раков, что ухудшило условия формирования популяций раков на побережье моря. Кроме того, на формирование запасов раков в прибрежье моря значительное влияние оказывает пресс сетного промысла рыб в районе обитания раков, в процессе которого в промысловые орудия (ставные сети, устанавливаемые в районе для лова сельдей) прилавливается большое количество раков. В результате наблюдается снижение не только площади обитания, но и плотности концентраций и численность раков у побережья моря.

Поэтому с учетом неблагоприятных условий обитания раков идет тенденция снижения промыслового запаса.

Определение биологических ориентиров. В Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах (B_{lim}) минимальный промысловый запас – 30,0 т. Эта величина принята за граничный ориентир по биомассе. $B_{ц}$ – целевой ориентир по биомассе – средняя многолетняя

величина запаса (90,0 т), взятая за период с 2011 по 2025 гг. Биомасса запаса в 2027 г. (72,8 т) меньше V_{tr} .

Известно, что средний прирост биомассы популяции раков Волго-Каспия в конце года составляет около 33% биомассы [Румянцев, 1974]. Вместе с тем, для видов с высокой флюктуацией численности, к которым относятся раки, рекомендуется изымать не более 25% биомассы половозрелой части популяции, что позволит сохранить устойчивость структуры популяции и обеспечить стабильный ежегодный вылов [Нефедов, 1997; Ермолин, Шашуловский, Карагойшиев, 2004]. Эта величина (25%) принята в качестве целевого ориентира по интенсивности промысла F_{tr} . Согласно схеме ПРП промысловое изъятие раков в 2027 г. будет меньше оптимального и составит $F_{12027} = 23\%$ от промыслового запаса.

Обоснование правила регулирования промысла. С учетом концепции предосторожного подхода управления промыслом [Бабаян, 2000], построен график, позволяющий оценить состояние запасов и обосновать правило регулирования промысла морских раков в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском районах (Астраханская область). Величина биомассы раков, прогнозируемая на 2027 г. будет находиться во второй зоне, т. е. в режиме восстановления запаса $V_{2027} < V_{tr}$ (рис. 5).

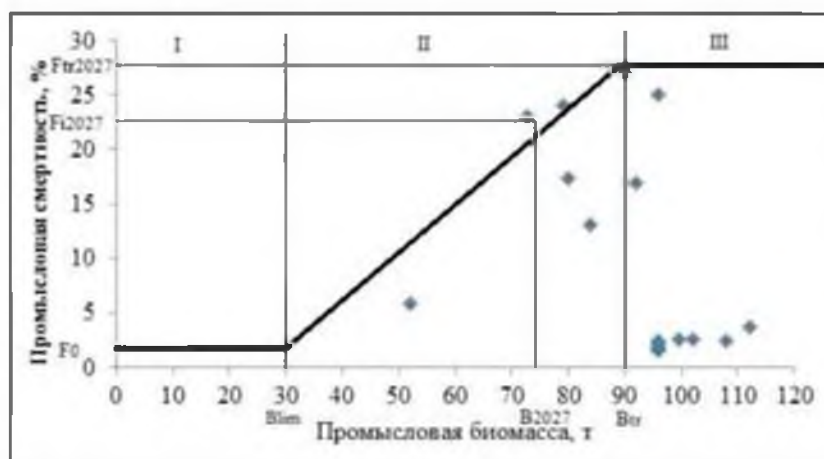


Рис. 5. Схема правила регулирования промысла (ПРП) раков в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах.

В современный период состояние запаса раков удовлетворительное с тенденцией к снижению. Биомасса запаса в 2027 г. меньше целевого ориентира по биомассе (V_{tr}) – средняя многолетняя величина запаса, поэтому запас находится во II зоне ПРП. Численность популяции раков снижается, промысловая биомасса снижается, соответственно, ОДУ тоже уменьшается.

Прогнозирование состояния запаса. В расчетах запаса раков на 2027 г. исходили из того, что существенных изменений экологической обстановки в Каспийском море в ближайшие годы не предвидится. Основным лимитирующим фактором численности раков и площади их распространения в северной части Каспийского моря является водность р. Волги, от которой зависит условия их обитания (колебания уровня, гидролого-

гидрохимического режима и т. д.).

Гидрологический и температурный режимы являются основными факторами, влияющими на распределение, размножение, нагул и предзимовальное состояние раков в прибрежной зоне Каспийского моря.

В Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах (Астраханская область) зимой гидрологический режим в низовьях р. Волги формировался в условиях пониженных относительно среднемноголетних величин попусков воды. В январе-феврале попуски воды в среднем составили 5,3-5,5 тыс. куб. м/с, что ниже «нормы» (6,0-6,2 тыс. куб. м/с), но, вместе с этим, несколько выше значений 2024 г. (4,7-5,0 тыс. куб. м/с). Уровни воды в январе составили 225 см, в феврале – 230 см, что ниже среднемноголетней «нормы» на 1-1,2 м. В целом в зимний период в ракопродуктивных водоемах сложились удовлетворительные гидрологические условия для зимовки раков.

В весенний период гидрологический режим зависит в основном от волжского стока. Весной рыбохозяйственное половодье началось 6 мая, завершилось 11 июня, его продолжительность составила 37 суток, в период зарегулированного стока и естественной водности – 84 суток. Максимальные попуски (22,9-23,3 тыс. куб. м/с) осуществлялись в течение трех дней, рыбохозяйственная «полка» – в течение 21 суток попусками 13,9 тыс. куб. м/с.

Объем стока за второй квартал составил 73,1 км³; в 2024 г. объем половодья составил 98,3 км³, средняя величина в зарегулированный период р. Волги – около 104 км³, в период естественной водности – 147 км³. Максимальный уровень (476 см 12 мая) был ниже прошлогодней величины (528 см) и показателей зарегулированного стока (555 см) и естественной водности (586 см). В целом с 2000 г. объем был самым низким, за исключением 2015 г. (65,4 куб. км) и 2019 г. (69,9 куб. км), что, наряду с продолжительностью существования полоев (37 суток, при многолетней «норме» 84 суток), отрицательно отразилось на условиях естественного воспроизводства водных биоресурсов.

Летом водохозяйственная обстановка в низовьях р. Волги формировалась на фоне пониженных расходов воды. Дефицит притока воды в низовья Волги в летний период составил более 10 км³ – если в период зарегулирования средняя многолетняя величина стока в летнюю межень (июль-август) составляла около 42 куб. км, то в текущем году за аналогичный период времени – всего 30 куб. км.

В результате дефицита воды уровеньный режим характеризовался пониженными отметками по в/п Астрахань. Среднемесячная отметка уровня воды была ниже среднемноголетней в июне (321 см) на 104 см, в июле (246 см) – на 62 см, в августе (230 см) – на 56 см.

В целом летом на фоне выполнения меженных расходов уже с июня при падении уровня воды до отметок ниже среднемноголетней «нормы» наблюдалось ухудшение качества волжской воды, её «цветение», что

характеризует водохозяйственную обстановку в низовьях Волги как напряженную по гидрологическому режиму.

Температурный фон в реке весь летний период был ниже климатической нормы. Среднемесячная температура воды в июне ($18,4^{\circ}\text{C}$) была ниже среднегодовой величины на $1,2^{\circ}\text{C}$, в июле ($21,5^{\circ}\text{C}$) – на $2,2^{\circ}\text{C}$ и августе ($22,4^{\circ}\text{C}$) – на $1,2^{\circ}\text{C}$. Глубина водотоков низовьев р. Волги изменялась от 1,9 м до 6,0 м. Прозрачность воды также существенно варьировала от 0,4 до 0,6 м. Активная реакция рН водной среды в р. Волге у г. Астрахани была слабощелочной и варьировала от 8,13 до 8,8 ед.

Содержание растворенного в воде кислорода в водотоках дельты отличалось сравнительно стабильными показателями. В летней период кислородный режим в целом характеризовался благоприятными условиями для интенсивной реализации продукционных процессов на уровне фототрофов и соответствовал уровню последних лет. Содержание растворенного кислорода в р. Волге у г. Астрахани варьировало от 8,8 до $10,9 \text{ мг/дм}^3$, при насыщении 96-136 %, что выше ПДК для рыбохозяйственных водоемов и, соответственно, не может оказывать негативного влияния на жизнедеятельность гидробионтов.

В пространственном распределении сравнительно невысоким содержанием растворенного в воде кислорода отличались р. Волга в июне ($8,78\text{-}8,94 \text{ мг/куб. дм}$; 98-96%) и Иголкинский банк в августе ($8,52 \text{ мг/куб. дм}$; 104%); на остальных водотоках дельты и ВАП содержание кислорода колебалось в пределах $10,20\text{-}10,90 \text{ мг/куб. дм}$ (120-136 %).

В летний период наблюдений абсолютное содержание растворенного в воде кислорода было в пределах ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения. В прибрежном районе Каспия результаты исследования показали, что состояние среды обитания в летний период были относительно благоприятны для жизнедеятельности раков. Гидролого-гидрохимические показатели находились в пределах среднегодовых значений.

Осенью уровни воды в низовьях р. Волги в среднем составили 226 см в сентябре и 233 см в октябре (при многолетней «норме» на 0,5-0,4 м выше). В сентябре-октябре уровень воды был стабилен на отметках 225-230 см в начале и 230-235 – в середине осени. В целом, уровенный режим дельтовых водотоков отличался пониженными отметками, при сохранении которых при ледоставе в условиях малой толщи воды не исключаются возможные заморные явления, при суровых зимах – промерзание до дна, что отрицательно может сказаться на зимовке раков.

В сентябре-октябре формирование температурного режима происходило в условиях ветрового и конвективного перемешивания при сезонном снижении температуры моря, что определило развитие гомотермии на всей акватории исследований. Температура воды у поверхности и дна изменялась в диапазоне $11,8\text{-}17,2$ и $11,9\text{-}17,2^{\circ}\text{C}$ соответственно, снижаясь к середине осени. Фоновые значения температуры воды в сентябре составляли $15\text{-}17^{\circ}\text{C}$, в октябре – $12\text{-}14^{\circ}\text{C}$. Температурный режим в осенний период

благоприятствовал продлению нагульного периода в море до конца октября. В целом температура воды в осенний период была ниже прошлогодних показателей в среднем на 5,0 °С.

Пониженные относительно многолетней нормы попуски воды в летнюю межень и в сентябре-ноябре обусловили низкие уровни воды в водоемах, создав напряженную водохозяйственную обстановку.

Северо-Западный и Северо-Каспийский рыбохозяйственные подрайоны (Республика Калмыкия)

Гидролого-гидрохимический режим зависит от уровня моря, объема волжского стока и сгонно-нагонных ветров (их направления, скорости и продолжительности). Осенью, в сентябре 2025 г., температура воды была относительно высокой (аналогично 2024 г.). В октябре наблюдается скачкообразное понижение температуры воды по сравнению с 2024 г., Несмотря на повышенные дневные температуры воздуха, до 20°С, ночью отмечаются понижения температуры воздуха до 8-9°С, что сказывается на температуре воды. В ноябре 2025 г. температура воды охлаждалась медленнее из-за повышенной температуры воздуха относительно 2024 г.

Уровень воды осенью колебался в пределах 0,5-1,7 м, составляя в среднем 0,8 м, аналогично 2024 г. Осенью преобладали юго-восточные ветра (57-81%). Количество дней со штормовыми ветрами – 35. На фоне падения уровня моря нагонные ветра не оказывали существенного влияния на подъем уровня воды в промысловой зоне и влияние волжского стока также было невелико.

Осенью значения перманганатной окисляемости относительно весны была выше (6,4-11,2 мгО₂/л). Общая минерализация составила 01-0,4 г/л и была ниже уровня предыдущего года (0,2-0,5 г/л), т.к. южные районы, где более высокая минерализация воды, промыслом не охватывается из-за их обмеления.

Таким образом, состояние среды обитания водных биологических ресурсов в калмыцкой зоне рыболовства было благоприятным для обитания раков.

В расчетах на перспективу принималось в учет то, что при условии нестабильных условий среды обитания последних лет, ареал обитания раков может несколько сократиться, что приведет к смещению ареала вида.

В Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне (Республика Дагестан) в прибрежных районах каякентского и дербентского побережья наиболее часто каспийский длиннопалый рак встречался с выраженной тенденцией смещения ареала в южном направлении побережья. Раки в основном предпочитают зоны побережья, характеризующие наличием каменных гряд, которые служат для них местами укрытия. Донные отложения здесь по минералогическому составу весьма разнообразны и состоят из песка, битой ракуши, ила. Каменистая зона, где в основном концентрируются раки, богата бентосными организмами, которые служат пищей для раков, однако растительная пища ограничена водорослями.

В Республике Дагестан условия среды обитания раков в прибрежной зоне моря формировались при следующих показателях температурного ветрового режимов. Температура воды в прибрежной зоне Каспийского моря в весенний период колебалась от 2 до 20 °С, преобладали ветра юго-восточного направления. В летний период температура воды в мелководной прибрежной зоне колебалась от 20 до 29 °С, преобладали восточные и юго-восточные ветра. В осенний период температура воды в прибрежной зоне Каспийского моря колебалась от 12 до 26 °С. Осенью преобладали также юго-восточные ветра. Прозрачность воды в период съемки составляла 0,6-1,20 м, Величина водородного показателя (рН) составила интервал 7,7-7,80 и находилась в слабощелочном диапазоне, что соответствует допустимой норме (6,5-8,5). Насыщенность вод растворенным кислородом находилась в интервале 8,94-9,7 мл/л.

Все гидрохимические показатели, характеризующие качество вод подрайона, включая концентрации растворенного в воде кислорода, находились в норме и соответствовали более ранним многолетним значениям, характерным для данного региона. Загрязнение вод побережья такими токсикантами, как нефтепродукты, было слабым, средние их показатели не превышали ПДКрх.

В целом гидролого-гидрохимическая и эколого-токсикологическая обстановка в прибрежной части Каспийского моря в 2025 г. была в пределах средних многолетних значений.

Таким образом, одним из основных лимитирующих факторов численности морских раков и площади их распространения в северной части Каспийского моря является водность реки Волги, от которой зависит условия их обитания (колебания уровня, гидролого-гидрохимического режима и т.д.). Результаты исследования в открытой части Каспийского моря показали, что состояние среды обитания летом и осенью было благоприятное для жизнедеятельности раков. В прибрежной зоне Каспийского моря зона обитания раков изменилась, частично утрачиваются традиционные места обитания раков, что ухудшает условия формирования популяций. Нестабильность гидрологического режима в водоемах, сокращение ареалов размножения и нагула и антропогенный фактор (браконьерство) ведет к снижению промыслового запаса раков.

В целом авандельта Волги зарастает тростниковыми островами и чилимом, флора и фауна смещается к Каспийскому морю. При сохранении текущих тенденций обмеления авандельты, промысел водных биоресурсов продолжит терять огромные площади, зоны нагула будут уходить все южнее. Запасы водных биоресурсов, в том числе и морских раков, также страдают, так как на этих территориях должен идти нерест и нагул гидробионтов.

На основании результатов исследований выполнена оценка величины запаса раков в Каспийском море. Рабочая площадь облова одной раколовки определена в 225 м². Зная количество морских раков на площади 225 м², которое в среднем составило 0,4 экз., производим оценку их количества на 1 км². Таким образом, плотность раков на акватории составила 1777 экз./км².

Площадь распространения раков в Каспийском море в 2025 г. определена в 1050 км² (2024 г. – 1057 км²). С учетом площади распространения, численность (N) раков в Каспийском море в 2025 г. составила 1,866 млн экз.

$$N = 1777 * 1050 = 1866666 \text{ экз.}, \text{ или } 1,866 \text{ млн экз.}$$

По исторически сложившимся данным, основные промысловые концентрации морских раков находятся в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах. В настоящее время доля их составляет 80,0%, в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне доля промыслового запаса 6,0%, в Северо-Западном и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах – 14,0%. Поэтому промысловый запас раков на 2027 г. в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах (Астраханская область) составит 72,8 т, в Северо-Западном и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах (Республика Калмыкия) – 12,7 т, в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне (Республика Дагестан) – 5,5 т. В целом промысловый запас раков в Каспийском море на 2027 г. составит 91 т, что ниже уровня 2026 г. – 100,0 т (табл. 3).

Таблица 3

Промысловый запас, ОДУ и вылов раков в Каспийском море, т

Показатель	Годы						
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Запас	132,10	128,08	121,23	108,48	100,03	100,0	91,0
Вылов	4,984	3,678	17,235	17,815	16,762	-	-
ОДУ	33,1	32,08	30,3	27,0	25,0	24,0	21,0

Обоснование объема ОДУ. Промысловый запас раков в Каспийском море на 2027 г. оценен в объеме 91 т. Величина ОДУ устанавливалась с учетом концепции предосторожного подхода управления промыслом, чтобы предупредить негативные для запаса последствия промыслового воздействия [Бабаян, 2000; ст. 2 Федерального закона от 20.12.2004 №166-ФЗ]. Основным фактором, определяющим ОДУ, является коэффициент промыслового изъятия от запасов. Согласно схеме ПРП, величина промыслового изъятия 23 % соответствует зоне восстановления запаса. ОДУ рекомендовано согласно формуле (3): $OДУ = 91 * 0,23 = 21 \text{ т.}$

Таким образом, **рекомендуется установить ОДУ раков в Каспийском море на 2027 г. в объеме 0,021 тыс. т.**

Список литературы

Аксюткина З. М. 1968. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях // М. Пищевая промышленность. – 287 с.

Атлас количественного распределения nekтона в северо-западной части Японского моря // Под редакцией В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. – Том 2. – 2004. – 986 с.

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

Бабаян В.К., Бобырев А.Е., Булгакова Т.И. и др. Методические рекомендации по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов. / Бабаян В.К., Бобырев А.Е., Булгакова Т.И. и др. – М.: Изд-во ВНИРО, 2018. – 312 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.

Бандурин К.В. 2004. К вопросу о влиянии промысла северной креветки *Pandalus borealis* на рыб и беспозвоночных Притауйского района (Северная часть Охотского моря) // Вопросы рыболовства. – Т. 5. – №2 (18). – С. 263-271.

Бандурин К.В., Карпинский М.Г. 2015. Креветки северной части Охотского моря // М. ВНИРО. – 214 с.

Безруков П.Л. 1960. Донные отложения Охотского моря // Тр. ИОАН СССР. – Т. 32. – С. 15-95.

Белоголова Л. А. Методики определения урожайности молоди полупроходных рыб в Северном Каспии. Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна. Мат. докладов межд. н.-пр. конф. (13-16 октября 2008 г.) – Астрахань. Изд-во: КаспНИРХ, 2008. – С. 41-46.

Беренбойм Б.И. 1992. Северная креветка (*Pandalus borealis*) Баренцева моря (биология и промысел) // Мурманск. Изд. ПИНРО. – С. 1-135.

Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. 2007. Географическая информационная система «Картмастер» // Рыб. хоз-во. – № 1. – С. 96-99.

Бизиков В.А., Поляков А.В. 2004. Географическая информационная система «КАРТМАСТЕР»: новые возможности и перспективы для рыбохозяйственных исследований // Математическое моделирование и информационные технологии в исследованиях биоресурсов Мирового океана: тезисы докладов. Материалы отраслевого семинара. Владивосток. ТИНРО-Центр. – С. 89-91.

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.

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

Винокурова Т.Т. 1964. О распределении придонной температуры воды у западного побережья Камчатки // Изв. ТИНРО. – Т. 55. – С. 165-174.

Дробязин Е.Н., Калинина М. В. 2011. Некоторые особенности жизненного цикла самок шримса-медвежонка *Sclerocrangon salebrosa* (Crustacea, Decapoda, Crangonidae) // Изв. ТИНРО. – Т. 167. – С. 54-62.

Ермолин В.П., Шашуловский В.А., Карагойшиев К.К. 2004. Определение ОДУ рака с помощью моделирования его популяций // Прибрежное рыболовство и аквакультура: Аналитическая и реферативная информация / ВНИЭРХ. – М. – Вып. 4. – С. 15-21.

Згуровский К.А. 1987. Оценка плотности скоплений углохвостой креветки и уловистости донного трала // Биол. моря. – №1. – С. 48-51.

Иванов А.В., Стрелков А.А. 1949. Промысловые беспозвоночные дальневосточных морей. Описание, строение и атлас анатомии. Владивосток: ТИНРО. – 101 с.

Иванов Б.Г. 1967. Закономерности распределения северного шримса (*Pandalus borealis*) в Беринговом море и зал. Аляска // Океанология. – Т. VII. – Вып. 5. – С. 920-926.

Иванов Б.Г. 2004. Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки // Методическое пособие по промыслово-биологическим исследованиям морских креветок (съемки запасов и полевые анализы). М. ВНИРО. – Вып. 2. – 110 с.

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.

Лысенко В.Н. 2000. Биология северной креветки *Pandalus borealis* у побережья юго-западной Камчатки // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Сб. научных трудов. КамчатНИРО. – Вып. 5. – С. 113-120.

Малкин Е.М. 1999. Репродуктивная и численная изменчивость промысловых популяций рыб. М.: ВНИРО. 146 с.

Месяцев И.И., Зуссер С.Г., Мартинсен Ю.В., Резник А.К. Запасы рыб и интенсивность промысла // Журн. «Рыбное хозяйство». – 1935. – № 3. – С. 5-19.

Микулич Л. В., Ефимкин А. Я. 1982. Распределение скоплений

травяной креветки (*Pandalus kessleri Czernjowski*) в заливе Петра Великого // Изв. ТИНРО. – Т. 106. – С. 54-61.

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.

Михайлова О.Г. 2014. Распределение и динамика уловов северной креветки *Pandalus borealis* в зимне-весенний период у юго-западного побережья Камчатки // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Сб. научных трудов КамчатНИРО. – Вып. 34. – С. 22-28.

Михайлова О.Г. 2016. Промысел северной креветки *Pandalus borealis* у Западной Камчатки в 2004–2015 гг. // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Сб. научных трудов КамчатНИРО. – Вып. 40. – С. 42-49.

Михайлова О.Г. 2017. Биология северной креветки *Pandalus eous* Макаров, 1935, обитающей у берегов Западной Камчатки // Автореф. диссер. ... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский. 2017. 24 с.

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

Михеев А.А., Михеев, Ф.А. Новая версия компьютерной программы для обобщенной модели Лесли с фильтром Калмана // Тез. докл. «Математическое моделирование и информационные технологии в исследованиях биоресурсов Мирового океана», 1-3 окт. 2007 г., ТИНРО-Центр, Владивосток. – Владивосток: Изд-во ТИНРО-центра, 2007. — С. 17-18.

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.

Нефедов В.Н. 1997. Влияние промысла на численность и структуру длиннопалого рака в водоемах Волгоградской области // Сб. «Проблемы охраны, рационального использования и воспроизводства речных раков». – М. Мединор. – С. 106-116.

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.

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. Карт-Мастер 4.1. Построение и анализ карт

распределения запаса // М.: ВНИРО. – 183 с.

Правила рыболовства для Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна (утв. Приказом Минсельхоза России № 453 от 18.11.2014 г.). URL: www.garant.ru

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.

Расс Т.С. Исследования количественного распределения молоди рыб в северной части Каспийского моря в 1934 г. // Зоол. журн. – Т. 17. – Вып. 4. – 1938. – С. 687-694.

Рейсовый отчёт «О результатах донной траловой съёмки в Охотском море (Камчато-Курильская и Западно-Камчатская подзоны) на НИС «Профессор Когановский» с 05 июля по 26 августа 2022 г.» Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), Владивосток, 2022. – 138 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.

Румянцев В.Д. 1974. Речные раки Волго-Каспия // М. Пищ. пром-сть. – 86 с.

Соколов В.И. 2002. Десятиногие ракообразные евроазиатских морей северного ледовитого океана // Дисс... канд. биол. наук. – Москва. ВНИРО. – 229 с.

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

Строгонов А.А. Методика построения карт распределения рыбы // Всесоюзн. совещания осетрового хоз-ва внутр. водоемов СССР: Тез. докл. - М., 1979. – С. 244-245.

Судаков Г.А. 2011. Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания // Г.А. Судаков, А.Д. Власенко, Р.П. Ходоревская и др. // Астрахань. Изд-во КаспНИРХ. – 233 с.

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

Berenboim B.I., Lysy A.Yu., Salmon V.S. Soviet investigations on shrimp (*Pandalus borealis*) in the Barents Sea and Spitsbergen area in May 1985 // ICES C.M., 1985. K, – 11 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.

Butler T.H. 1980. Shrimps of the Pacific Coast of Canada // *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. Bull.* – 202 – 280 p.

Cassie R.M. 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions // *J. Austral. mar. and freshwater biol.* – V. 5. – № 3. – P. 513-524.

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.

Fletcher R.I. 1978. Time-dependent solutions and efficient parameters for stock production models // *U.S. Fish Bull.* 76: 377-388.

Рейсовый отчёт «О результатах донной траловой съёмки в Охотском море (Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны) на НИС «Профессор Когановский» с 05 июля по 26 августа 2022 г.» Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), Владивосток, 2022. – 138 с.

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

Ivanov B.G. 1981. Humpy shrimp (*Pandalus goniurus*) in the western Bering Sea: Stock assessment based on trawl surveys and underwater photography // In: *Proc. Internat. Pandalid Shrimp Symp., Kodiak, Alaska, February 13–15, 1979.* Sea Grant Rep. – 81-3 – P. 225–257.

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

Karaboga D.D. 2005. An Idea Based On Honey Bee Swarm for Numerical Optimization // *Technical Report-TR06,* Erciyes University, Engineering Faculty, Computer Engineering Department.

Keckler D. 1994. *SURFER for Windows user's guide.* Golden Software Inc., Golden, CO.

Komai T. 1999. A revision of the genus *Pandalus* (Crustacea: Decapoda: Caridea: Pandalidae) // *Journal of the Natural History Museum and Institute, Chiba.* – V. 33. – P. 1265–1372.

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.

Pella J.J., Tomlinson P.K. 1969. A generalized stock production model // *Bull. Intern. Amer. Trop. Tuna Comm,* 1969. V. 13(3). P. 419–496.

Pope J. G. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis // *Res. Bull.* 1972. V. 9. P. 65–74.

Richards F.J. A flexible growth function for empirical use // *J. Exp. Bot.,* 1959. V. K. P. 290–300.

Särkkä S. 2013. *Bayesian filtering and smoothing* // Cambridge: Cambridge Univ. Press – 232 p.

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.

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.

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.

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.

Vasilets P.M. 2015. FMS analyst — computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. DOI: 10.13140/RG.2.1.5186.0962.

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

Warckernagel H. 1995. Multivariate Geostatistics // Springer, Berlin, – 256 p.

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. 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.