

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
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 2022 ГОД (С ОЦЕНКОЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА  
ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ).**

**ЧАСТЬ 3. БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ ЖИВОТНЫЕ И ВОДОРОСЛИ  
(ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ)**

Разработаны: ФГБНУ «ВНИРО» (Полярный филиал)



Опубликовано 11.03.2021 г.

## Краб камчатский (*Paralithodes camtschaticus*)

### 27.01 – зона Баренцево море

Исполнители: С.В. Баканев, А.В. Стесько  
(Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО»)  
Куратор: Д.О. Сологуб (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения. Оценка состояния запаса камчатского краба в Баренцевом море в 2020 г. и обоснование его ОДУ на 2022 г. выполнены с помощью стохастической продукционной модели, а также вспомогательных трендовых методов, основанных на анализе промысловой статистики и данных исследовательских съемок.

В качестве входных данных при моделировании динамики запаса использованы индексы численности краба, полученные по данным траловых съемок 1994-2011 и 2017-2020 гг., стандартизированный улов на усилие в промысловые сезоны 2007-2020 гг., средний улов промысловых самцов на ловушку по результатам прибрежных ловушечных съемок 2008-2020 гг., а также величины промыслового запаса на акватории промысла в 2007-2020 гг., рассчитанные по модели истощения Лесли. Величину вылова вычисляли по судовым суточным донесениям (ССД), поступающим через отраслевую систему мониторинга ВБР от ФГБУ «Центр системы мониторинга рыболовства и связи».

Кроме того, для анализа промыслово-биологических показателей запаса, производительности и селективности промысла использовали данные наблюдателей на промысловых судах за 2017-2020 гг., а также данные российско-норвежской экосистемной съемки (далее – летняя экосистемная съемка) и многовидовой экосистемной тралово-акустической съемки (далее – зимняя экосистемная съемка) как трендовые индикаторы.

В зимней съемке в 2020 г. было выполнено 128 тралений, из них в 46 присутствовал камчатский краб (как правило, штучно), в летней экосистемной выполнено 271 тралений из них 19 с крабом.

Траловая съемка камчатского краба проводилась в августе-сентябре 2017-2020 гг. на МК-0520 «Профессор Бойко» в ИЭЗ России Баренцева моря, главным образом, в пределах четырех промысловых районов (*рис. 1*): Канинская банка, Мурманское мелководье, Восточный Прибрежный район и Канино-Колгуевское мелководье. В 2020 г. исследованиями были охвачены дополнительные районы, включавшие Северо-Канинскую банку, северный склон Канино-Колгуевского мелководья.

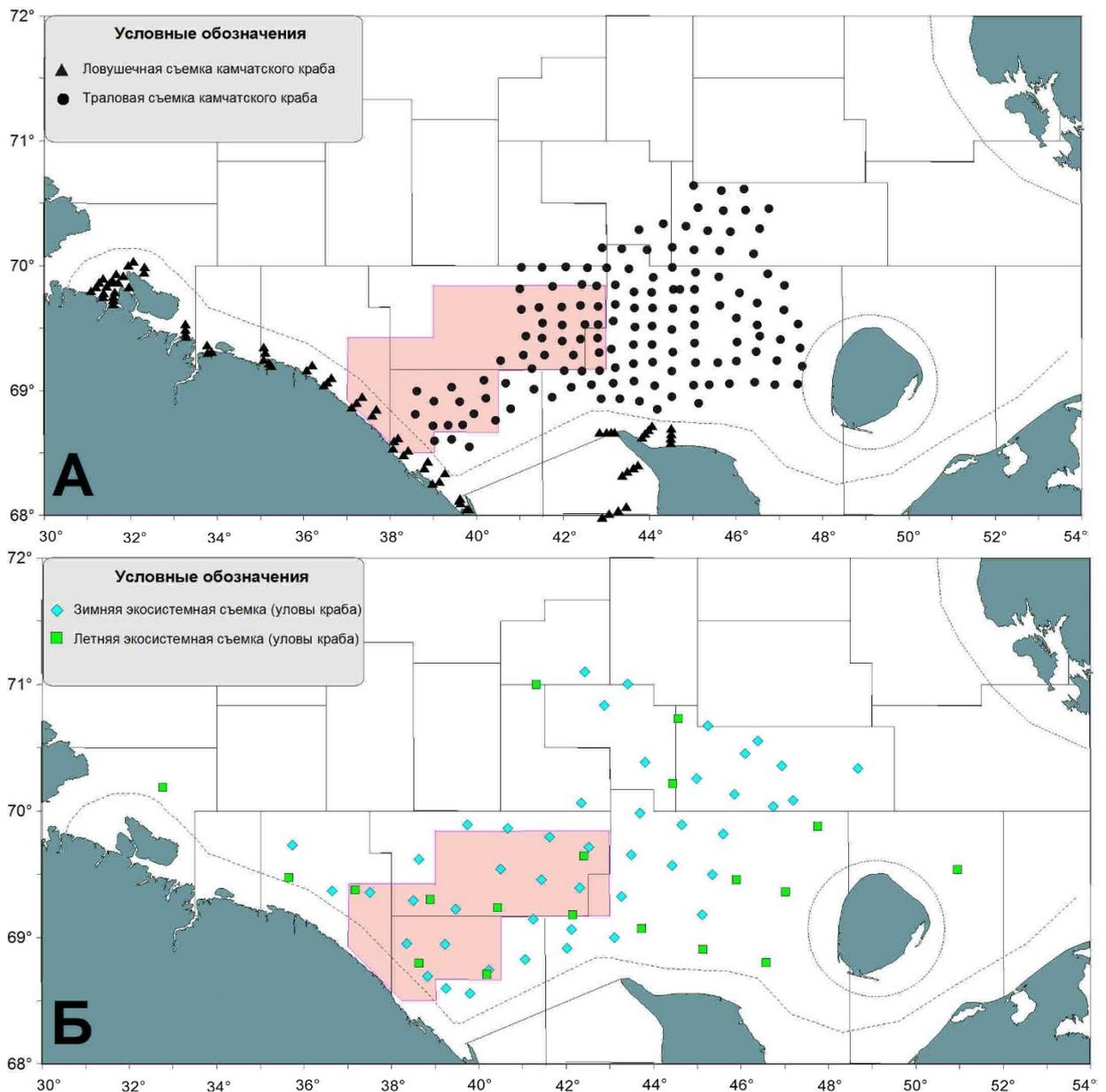


Рис. 1. Положение станций специализированных съемок камчатского краба (А) и экосистемных съемок (Б) Полярного филиала в ИЭЗ России и территориальных водах России в Баренцевом море и сопредельных водах Белого моря в 2020 г. (для экосистемных съемок приведены только позиции тралений с уловами камчатского краба)

Траления выполняли донным тралом (чертеж 22М), горизонтальное раскрытие которого составляло 12 м, вертикальное – 2 м; ячея кутка - 45 мм; ячея рубашки – 16 мм. Использовали грунтроп типа «Rockhopper» длиной 12 м с дисками диаметром 400 мм. Длительность тралений составляла 15 мин., средняя скорость хода с тралом – 2,5 узла. Обработку данных производили в ГИС «Картмастер 4.1» (ФГБНУ «ВНИРО», Россия). Расчеты выполняли методом 2D-сплайна (без учета глубины) с дополнительным анализом методом Bootstrap с определением минимального, среднего и максимального индексов промыслового запаса. Площадь акватории, на которой выполнялись исследования краба в 2017 г. составила 20548 км<sup>2</sup>, в 2018 г. – 36770 км<sup>2</sup>, в

2019 г. – 32520 км<sup>2</sup>, в 2020 г. – 52917 км<sup>2</sup>. Расчет индексов численности и биомассы камчатского краба в съемках 2017 г. и 2019 г. выполняли для расчетных площадей по образцу съемки 2018 г. Коэффициент уловистости трала принимали равным 1. При пересчете индексов 2017 г. дополнительно использовали данные 2018 г. восточнее 45° в. д., поскольку эта область была не охвачена при проведении траловых исследований в 2017 г. В 2020 г. расчеты по данным 2019 г. были приведены в соответствие с единой расчетной площадью, что привело к незначительному снижению индексов.

Экосистемная летняя и зимняя съемки выполнялись в сентябре-октябре и феврале-марте соответственно. Сбор материала выполняли донным тралом Sampelen-1800 с горизонтальным раскрытием 15 м, вертикальным – 5 м, вставкой в кутовой части из дели с ячейей 22 мм. Продолжительность учетных тралений составляла 15 мин, скорость – 3,1-3,3 уз.

Данные специализированных траловых съемок, представленные в виде индексов биомассы, использовали для настройки параметров продукционной модели (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика первичного материала, собранного в специализированных траловых съемках камчатского краба в ИЭЗ России в Баренцевом море в августе-сентябре 2017-2020 гг.

год	Количество		
	тралений	массового промера краба, экз.	биологического анализа краба, экз.
2017	113	2918	2918
2018	130	5806	4205
2019	98	6003	4794
2020	137	3730	3730

Средний улов промысловых самцов на ловушку вблизи Кольского п-ова и п-ова Канин оценивался в ходе прибрежных ловушечных съемок в летние периоды 2008-2020 гг. Сбор материала производился при помощи донных конусных ловушек, время застоя которых составляло 12 часов. Биологический анализ выполняли по методикам, принятым в Полярном филиале. При проведении ловушечной съемки в 2020 г. в территориальном море и внутренних морских водах России биологическому анализу подвергнуто 5698 экз. краба (см. рис. 1; табл. 2).

Таблица 2

Характеристика первичного материала, собранного в ходе ловушечных съемок в территориальном море и внутренних морских водах России Баренцева моря и сопредельных водах Белого моря в 2008-2020 гг.

Время сбора		Количество		
год	месяц	постановок ловушек, шт.	массовый промер краба, экз.	биологические анализы краба, экз.
2008	VII	189	1185	1185
2009	VII-VIII	129	2358	2358
2010	VII	207	3286	3286
2011	VII-VIII	228	3100	3100
2012	VII	183	885	885
2013	VII	200	2098	2098
2014	VII	237	2032	2032
2015	VII	267	2593	2593
2016	VII	237	3941	3941
2017	VII-VIII	234	2495	2495
2018	VII	235	3252	3252
2019	VII-VIII	167	1920	1920
2020	VII-VIII	217	5698	5698

Стандартизированный улов на усилие в ходе промысловых сезонов, а также величины промыслового запаса на акватории промысла в 2007-2020 гг. оценивались на основе данных ССД (табл. 3).

Таблица 3

Характеристика промысловых усилий и объем первичного материала, собранного в ходе промысла камчатского краба в Баренцевом море в 2007-2020 гг.

Время сбора		Кол-во				Информация наблюдателей, проанализировано экз. краба	
год	месяц	судов	судо-суток лова	промысловых операций	постановок ловушек, тыс. шт.	ВНИРО (Полярный филиал)	ВНИРО (Центральный аппарат)
2007	I-II, IX-XII	30	2235	6264	274	3111	21637
2008	I-II, IX-XII	30	2389	7609	312	10404	14475
2009	IX-XII	29	1935	6526	285	2042	19979
2010	VIII-XII	22	1059	3338	134	1817	15301
2011	VIII-XI	15	468	1678	69	11214	9717
2012	VIII-X	13	484	1721	67	8152	9249
2013	VIII-X	10	318	1130	38	-	9942
2014	IX-X	9	305	820	31	9654	6532
2015	IX-X	9	297	862	29	20199	10267
2016	IX-XI	10	420	1369	55	3280	14600
2017	IX-XI	10	501	1858	134	5457	17164
2018	IX-XI	11	480	1658	38	11098	12155
2019	IX-XI	12	494	2116	45	7621	-
2020	IX-XI	15	608	3294	129	7486	-

Информационная обеспеченность отнесена к II уровню и позволяет разработать научно обоснованные материалы ОДУ камчатского краба Баренцева моря на 2022 г.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Оценка состояния запаса камчатского краба Баренцева моря в настоящее время представляет собой комплексную процедуру, основанную на использовании как эмпирических

методов анализа временных рядов различных популяционных параметров, так и аналитических моделей динамики промыслового запаса. Продукционная модель Шефера, реализованная в системе статистических вычислений BUGS (Bayesian inference Using Gibbs Sampler), выбрана по двум основным причинам:

- 1) возможность использовать в качестве входных данных несколько индексов (в данном случае 5 временных рядов);
- 2) возможность оценивать параметры не только на основе фактических входных данных, но и на основе предположений об их возможных величинах (байесовский подход).

В дальнейшем, при увеличении временного ряда индексов биомассы, оцененных по траловым съемкам, до 5-6 лет, предполагается переход на модель CSA с оценкой промыслового запаса по функциональным группам.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. В 60–70-х годах прошлого века в Баренцево море было выпущено около 15 тыс. экз. камчатских крабов. К 1994 г. общая численность баренцевоморского краба увеличилась более чем в 100 раз, а биомасса достигла 6 тыс. т. В 1994–1998 гг. она сохранялась на уровне 8–10 тыс. т. С 1995 г. наблюдался постепенный рост промыслового запаса, биомасса которого в 2003–2005 гг. превысила 150 тыс. т. В 2006–2009 гг. отмечалось заметное снижение промысловой биомассы, а затем, с 2010 г., ее существенный рост до исторического максимального уровня в 2014 гг. (рис. 2). По результатам моделирования динамики биомассы промыслового запаса, последние шесть лет он стабилен и варьирует в пределах 210-250 тыс. т. В последние три года отмечается незначительная тенденция к снижению запаса с 247 тыс. т в 2018 г. до 219 тыс. т в 2020 г.

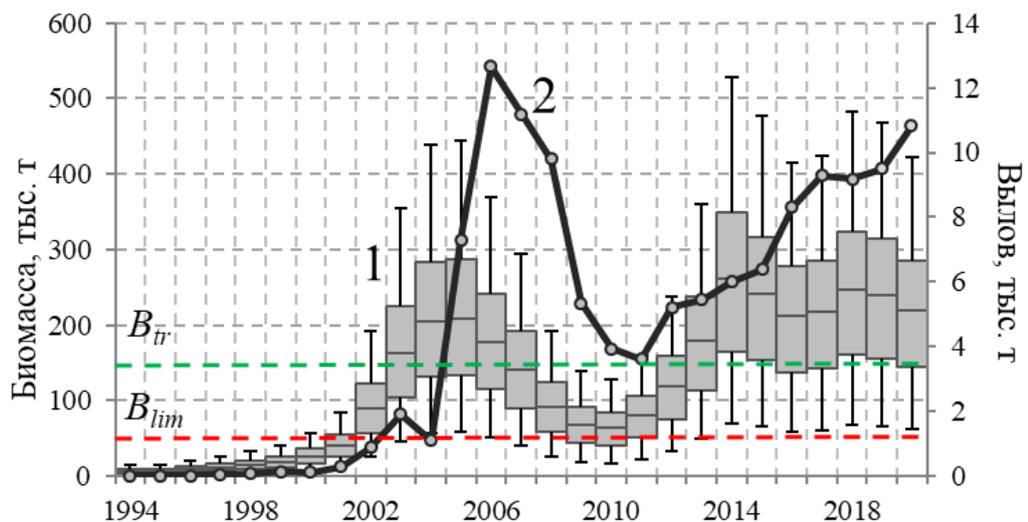


Рис. 2. Динамика биомассы промыслового запаса (1 – диапазон кваттилей с медианой; планки погрешностей – 95 %-ный доверительный интервал) и вылова (2) камчатского краба в ИЭЗ России в Баренцевом море в 1994-2020 гг.

Согласно результатам ловушечной съемки, в территориальном море и внутренних морских водах России в Баренцевом море, в 2008-2016 гг.

отмечали тенденцию к увеличению уловов на усилии промысловых самцов и пререкрутов камчатского краба. В 2017-2019 гг. отмечали колебания ловушечных уловов промысловых самцов в пределах 2,5-4,2 экз./ ловушку, а в 2020 г. их средний улов достиг 7,6 экз./ ловушку, превысив аналогичные показатели за весь период исследований с 2008 г. (см. табл. 2).

В 2020 г. на всей акватории исследований в уловах здесь доминировали самки и непромысловые особи. Средняя суммарная доля самок, молоди и пререкрутов камчатского краба составила 60,2%, а число ловушек, в которых доля таких особей превышала 25% (сверхдопустимый прилов) – 83,9% (табл. 4).

Таблица 4

Показатели количества ловушек со сверхдопустимым приловом непромысловых самцов и индекс уловов промысловых самцов в июле-августе 2008-2020 гг. в территориальном море и внутренних морских водах России в Баренцевом море и сопредельных с ним водах Белого моря

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

Как и в предыдущие годы, наибольшее количество самок камчатского краба с наружной икрой распределялось в районе п-ова Канин и в Воронке Белого моря, а также на мелководьях вдоль всего побережья Мурмана. Пререкруты и молодь самцов краба встречались преимущественно на западе Мурмана, а также у северного побережья п-ова Канин. В 2020 г. у Канинского побережья были получены рекордные уловы самок с наружной икрой (табл. 5).

Таблица 5

Показатели количества ловушек со сверхдопустимым приловом непромысловых самцов и индекс уловов промысловых самцов в июле-августе 2008-2020 гг. в территориальном море и внутренних морских водах России в Баренцевом море и сопредельных с ним водах Белого моря

год	Средний улов на одну ловушку, экз.					
	промысловых самцов	пререкутов	молоди самцов	самок с икрой	самок без икры	всего
2008	1,2	2,0	0,6	2,0	0,3	6,8
2009	2,1	5,1	2,4	3,4	1,6	15,9
2010	1,0	5,0	2,9	0,9	5,9	15,6
2011	1,8	5,8	1,5	1,8	4,1	15,0
2012	0,7	1,5	0,1	3,2	0,6	6,1
2013	2,7	2,9	0,5	8,1	1,6	16,0
2014	2,2	2,2	0,6	2,7	1,3	8,8
2015	3,1	2,2	0,6	3,5	1,3	10,9
2016	4,5	2,9	0,5	7,5	1,7	17,1
2017	2,5	2,2	0,9	3,8	1,9	11,4
2018	4,2	3,1	0,2	3,5	1,7	12,9
2019	3,5	2,6	0,4	4,5	1,3	12,3
2020	7,6	2,3	1,1	13,9	2,2	29,3

Результаты траловой съемки в ИЭЗ России в 2020 г. показали снижение уловов камчатского краба на всей акватории исследований. Скопления крабов высокой плотности (свыше 500 экз./ч траление) в 2020 г. были выявлены только на северном склоне Канино-Колгуевского мелководья, где в предыдущие годы работы не проводились. На акватории Канино-Колгуевского мелководья отмечали два относительно крупных скопления, в составе которых преобладали промысловые самцы. Также относительно высокий улов промысловых особей (свыше 400 экз./ траление), был получен в центральной части Восточного Прибрежного района (рис. 3).

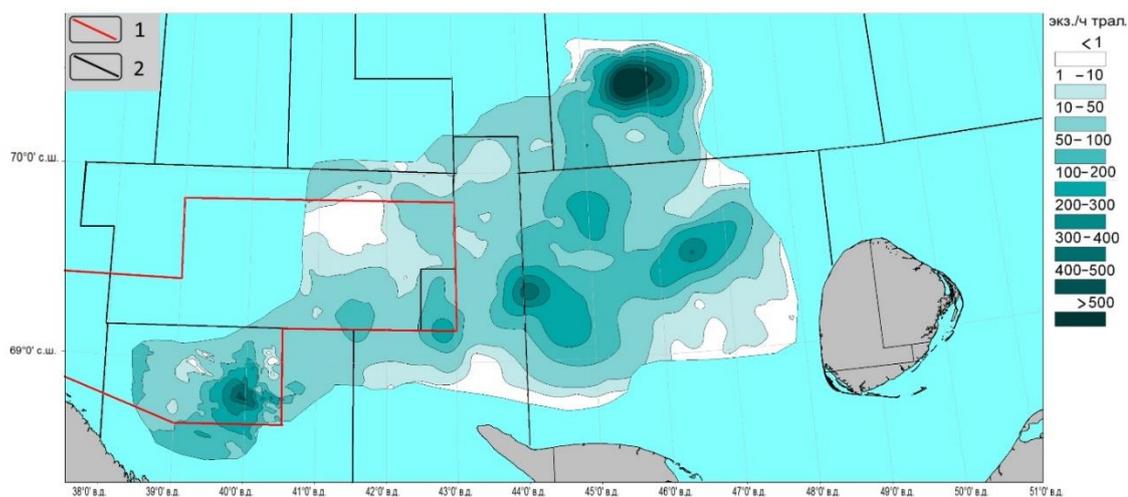


Рис. 3. Распределение уловов промысловых самцов камчатского краба (экз./1 ч траления) на юге Баренцева моря в августе-сентябре 2020 г. (1 – район, запретный для донного тралового лова; 2 – границы локальных районов).

Пререкруты-I (ширина карапакса (ШК) 128-149 мм), плотных скоплений не создавали (рис. 4А). Значительные уловы пререкрутов-II (ШК 107-127) наблюдались в северо-восточной части Восточного Прибрежного района (рис. 4Б).

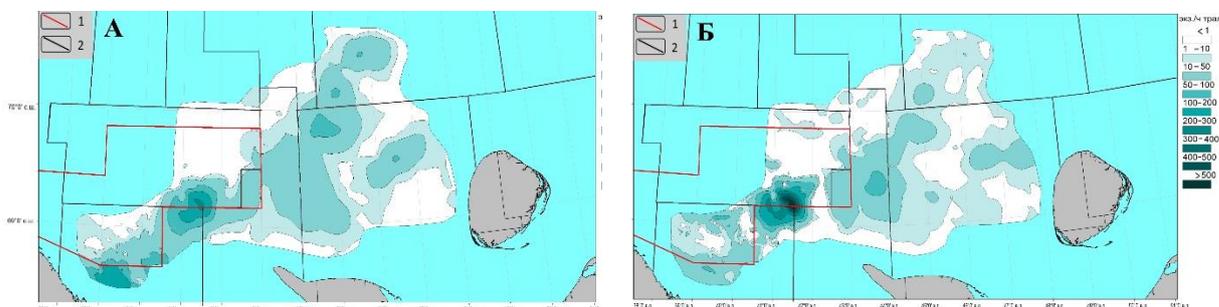


Рис. 4. Распределение уловов пререкрутов-I (А) и пререкрутов-II (Б) камчатского краба (экз./1 ч траления) на юге Баренцева моря в августе-сентябре 2020 г.

В ходе траловых исследований в августе-сентябре 2020 г. также были выявлены скопления молоди камчатского краба в районе острова Колгуев.

Средние индексы промысловой биомассы и численности камчатского краба в ИЭЗ России Баренцева моря на стандартизированной площади 36770 км<sup>2</sup> составили 108,6 тыс. т и 29,1 млн экз. соответственно (табл. 6).

Таблица 6

Индексы биомассы и численности промысловых самцов камчатского краба в ИЭЗ России Баренцева моря, по результатам съемок в августе 2017-2020 гг.

Год	Расчетная площадь, км <sup>2</sup>	Биомасса, тыс. т			Численность, млн экз.		
		мин.	макс.	средн.	мин.	макс.	средн.
2017*	36770	125,4	158,7	146,5	34,0	43,7	40,4
2018	36770	141,6	161,8	151,8	39,5	45,8	42,8
2019	36770	134,7	179,8	153,6	37,0	50,7	43,1
2020	36770	97,1	114,2	108,6	25,9	30,5	29,1
2020	52917	142,0	160,5	153,7	39,7	48,4	45,5

\*расчеты произведены с использованием данных уловов за 2018 г. восточнее 45° в.д., см. «Анализ информационного обеспечения».

Согласно результатам прямого учета, в 2020 г. биомасса и численность промысловых самцов снизились примерно на 30 % в сравнении с показателями 2018-2019 гг. Необходимо отметить, что такое снижение могло быть обусловлено перераспределением промысловых скоплений беспозвоночного и их смещением на северо-восток. В этом случае индексы не претерпевают значительных изменений (см. табл.6). Поскольку в 2017-2019 гг. эти северо-восточные участки съемкой охвачены не были, индекс на общей площади 52917 км<sup>2</sup> является информационным и не может служить трендовым показателем.

В 2018-2020 гг. клинические признаки панцирной болезни разной степени интенсивности были выявлены, в среднем, у 4,6 % всех исследованных особей. Более половины (55 %) всех особей с панцирной болезнью имели поражения I стадии, наименее опасной для жизни животных. В 2020 г. в траловых уловах количество крабов с наиболее тяжелыми поражениями покровов (III стадия) снизилась, составив 10 % от всех особей с панцирной болезнью (в 2019 г. это значение составляло 15 %).

Полученные данные характеризуют эпизоотическую ситуацию по панцирной болезни у камчатского краба, как удовлетворительную и не оказывающую существенного влияния на популяцию и промысловый запас.

Промысел камчатского краба в Баренцевом море ведется с 2004 г. Среднегодовой вылов в ИЭЗ России в последние 4 года составляет около 10 тыс. т. В 2020 г. в промысле участвовало 15 судов, что выше показателей последних 9 лет. Одновременно с увеличением количества судов увеличилось и количество промысловых усилий (см. табл.3). Акватория промысла существенно не изменилась по сравнению с предыдущими годами. Основные районы промысла остались прежними, однако значимость Канинско-Колгуевского мелководья где в 2020 г. была получена большая часть вылова, значительно возросла (рис. 5).

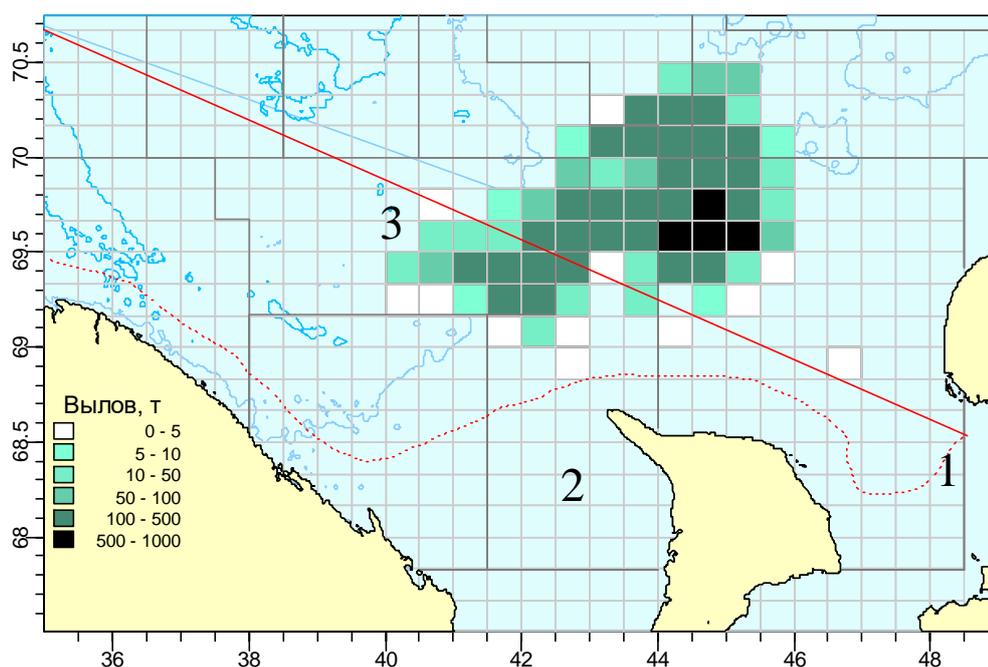


Рис. 5. Картограмма распределения вылова (т) камчатского краба на промысле в ИЭЗ России в 2020 г. (1- Канинско-Колгуевское мелководье; 2 – Канинская банка; 3 – Мурманское мелководье)

По данным ССД, производительность лова в 2020 г. (150 кг/ловушку) была несколько ниже рекордного 2018 г. (187 кг/ловушку), однако находилась на уровне среднемноголетнего значения за последние 5 лет (151 кг/ловушку). Среднесуточные уловы (18,0 т на судо-сутки лова) в 2020 г. были чуть ниже рекордных значений, отмеченных в 2015 и 2017 гг. (табл. 7).

Таблица 7

Общий допустимый улов и основные показатели промысла камчатского краба в ИЭЗ России в Баренцевом море в 2006-2020 гг. (по данным системы «Росрыболовство»)

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Улов на судо-сутки лова, т	Улов на ловушку*, кг	Средняя масса** крабов**, кг
2006	14,60	12,639	7,7	120	4,1
2007	12,72	10,934	6,3	95	4,1
2008	12,48	9,291	4,2	66	4,1
2009	10,40	6,309	3,6	57	3,2
2010	4,00	3,940	4,4	40	3,0
2011	4,00	3,702	8,2	49	2,9
2012	5,50	5,209	9,7	74	3,0
2013	6,00	5,531	17,4	121	3,1
2014	6,50	5,995	19,7	178	3,2
2015	6,90	6,381	21,5	164	3,1
2016	8,51	8,300	18,7	129	3,5
2017	9,94	9,285	18,5	133	3,8
2018	9,94	9,187	21,1	187	4,0
2019	9,94	9,836	19,7	156	3,7
2020	10,94	10,820	18,0	150	3,7

\*Стандартизированный показатель к улову трапецевидной ловушки;

\*\*Поступивших в промышленную переработку (по данным наблюдателей и статистики выработки готовой продукции).

Межгодовая изменчивость производительности лова зависит как от особенностей распределения флота в отдельные годы, так и от естественных флуктуаций численности и распределения краба.

Темпы снижения производительности промысла в ходе промыслового сезона оценивали с помощью линейной регрессии. Характер снижения производительности с учетом возрастающего вылова к концу промыслового сезона использовали для расчета численности промыслового запаса на акватории добычи в период данного промыслового сезона по методу Лесли (табл. 8). Медианные значения начальной промысловой биомассы в 2020 г. оцениваются на уровне предыдущих двух лет.

В территориальном море России по результатам съемки в 2020 г. доминирующая в размерном составе ловушечных уловов группа самцов сместилась в сторону увеличения, несколько увеличилась доля молоди с ШК 95 мм.

Данные наблюдателей на промысле 2020 г., в целом, соответствуют показателям 2019 г., доминирующую размерную группу составили самцы с ШК 195-215 мм. Согласно данным траловой съемки в ИЭЗ России, доминировавшая в 2019 г. группа самцов с ШК 95-115 мм сменилась группой с ШК 115-135 мм. Несколько увеличилась доля крупных промысловых особей в уловах (рис. 6).

Таблица 8

Медианные значения начальной промысловой биомассы ( $N_0$ ), значения границ 95%-ного доверительного интервала и коэффициент вариации (CV) для промысловых сезонов камчатского краба в Баренцевом море в 2008-2020 гг., рассчитанные по методу Лесли

Год	$N_0$ , тыс. т	Границы 95 %-ного доверительного интервала для $N_0$ , тыс. т		CV
		нижняя	верхняя	
2008	14,4	10,4	18,4	13
2009	11,7	7,9	15,6	15
2010	5,8	4,4	7,3	12
2011	9,3	5,7	13,9	27
2012	18,9	-0,8	38,7	43
2013	27,2	-3,5	57,9	46
2014	37,9	-41,1	116,8	75
2015	26,2	11,4	41,2	23
2016	22,2	8,1	36,2	25
2017	15,6	12,7	18,5	8
2018	19,8	14,9	24,8	15
2019	21,0	17,3	24,5	8
2020	21,3	15,0	27,5	13

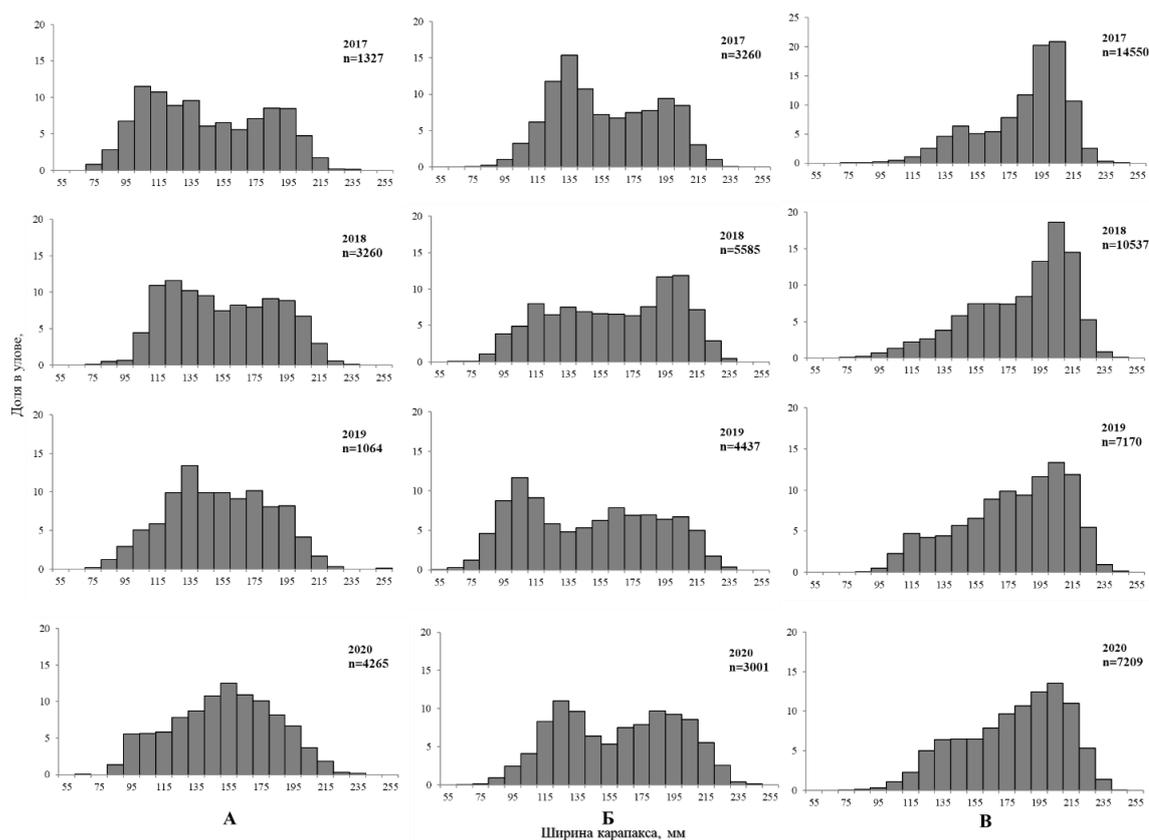


Рис. 6. Размерный состав уловов самцов камчатского краба в уловах в ходе прибрежных ловушечных исследований в пределах территориального моря России (А), траловой съемки в ИЭЗ России (Б), по результатам наблюдателей на промысле в ИЭЗ России (В) в 2017-2020 гг.

Таким образом, следует сделать вывод о том, что величина промыслового запаса камчатского краба в Баренцевом море на акватории его добычи в 2020 г. находится на высоком уровне. Наблюдаются положительные тенденции в показателях состояния запаса на акватории промысла по модели истощения Лесли, траловая съемка показывает некоторое снижение индекса промыслового запаса на стандартной расчетной площади, без учета дополнительно обследованной акватории. Ловушечная съемка в 2020 г. показала рекордные за весь период наблюдений индексы промысловой биомассы и численности, главным образом, за счет уловов в Варангерфьорде.

Определение биологических ориентиров. В 2017-2020 гг. на акватории распределения основных промысловых скоплений после длительного перерыва были возобновлены траловые съемки запасов камчатского краба, результаты которых показали, что предыдущий подход к оценке запасов и биологических ориентиров нуждается в пересмотре. С целью корректировки ориентиров управления в 2019 г. были проведены расчеты аналогичные работе, выполненной в 2016 г., с дополнением в массив входных данных временного ряда индексов промыслового запаса камчатского краба, оцененного по траловым съемкам в 2017-2019 гг. Уточненный граничный ориентир по биомассе ( $B_{lim}$ ) составил 45 тыс. т, целевой ( $B_{tr}$ ) – 149 тыс. т. Целевой ориентир по коэффициенту эксплуатации ( $E_{tr}$ ) не должен превышать 0,16 (рис. 7).

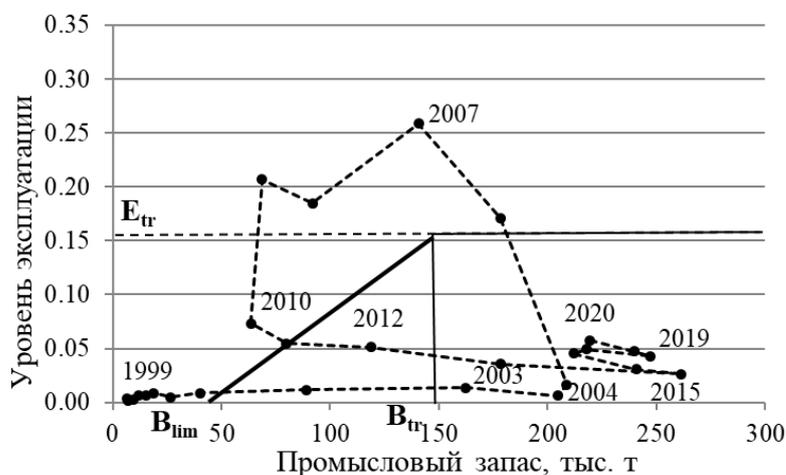


Рис. 7. Динамика промыслового запаса и уровня эксплуатации запаса камчатского краба, а также ориентиры управления его запасом ( $B_{lim}$ ,  $B_{tr}$  и  $E_{tr}$ ) в Баренцевом море в 1994-2020 гг., основанные на оценке по продукционной модели.

Обоснование Правила регулирования промысла. В 2016 г. на основе ретроспективных данных с использованием стохастических версий продукционной модели и модели CSA были выполнены расчеты ориентиров управления и протестировано Правило регулирования промысла (ПРП), которое в концепции нового подхода к управлению запасами приоритетных видов крабов и крабоидов России было предложено в «Правилах

регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов». Для практического применения Правило может быть сформулировано в следующем виде:

1) Уровень эксплуатации (доля изъятия  $E_t$ ) устанавливается не выше целевого уровня эксплуатации ( $E_{tr}= 0,16$ ) при промысловом запасе выше целевого ориентира по биомассе ( $B_{tr}= 149$  тыс. т);

2) При промысловом запасе ( $B_t$ ) выше граничного ориентира ( $B_{lim}=45$  тыс. т), но ниже целевого  $E_t= E_{tr} \times (B_t - B_{lim}) / (B_{tr} - B_{lim})$ ;

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

4) Предельные уровни (ПУ) изменения ОДУ определяются в соответствии с методическими рекомендациями «Правила регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов». При растущем, восстанавливаемом и «вводимом в промысел» статусах запаса ПУ составляет +30%; при стабильном, неопределенном и снижающемся статусах запаса, ПУ составляет  $\pm 16\%$ .

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

Прогнозируемая биомасса промыслового запаса камчатского краба в Баренцевом море на 2023 г. была рассчитана, исходя из двух уровней эксплуатации в 2022 г.: 1) согласно ПРП - ОДУ<sub>2021+16%</sub>; 2) ОДУ<sub>2022</sub> =  $E_{tr} * B_{2022}$ . Вылов на 2021 г. принимался равным ОДУ на 2021 г. (10,94 тыс. т), при этом прогнозируемая величина запаса на начало 2022 г. составила 216 тыс. т (табл. 9).

Результаты прогнозирования биомассы промыслового запаса на 2023 г. с помощью стохастической продукционной модели, в том числе медианные оценки с 50- и 95%-ными доверительными границами, представлены в табл. 9. Вылов в 2022 г. принимался равным: 1) 12,69 тыс. т (ОДУ<sub>2021+16%</sub> при статусе запаса «стабильный»); 2) 34,6 тыс. т ( $E_{tr}$  от величины запаса на начало 2022 г.).

Таблица 9

Прогнозируемая биомасса промыслового запаса баренцевоморского камчатского краба (медианная оценка с 50- и 95%-ными доверительными границами) на конец 2020-2022 гг. при разном уровне эксплуатации (ОДУ<sub>2021+16%</sub> и  $E_{tr}$ ) в 2022 гг., тыс. т

Уровень эксплуатации	Вылов, тыс. т	Год	Промысловый запас, тыс. т				
			2,5%	25,0%	Медиана	75,0%	97,5%
ОДУ <sub>2020</sub>	10,94	2020	23	104	215	411	1238
ОДУ <sub>2021</sub>	10,94	2021	22	105	216	413	1263
ОДУ <sub>2021+16%</sub>	12,69	2022	22	106	217	415	1258
$E_{tr}$	34,60	2022	11	88	193	382	1217

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. По результатам моделирования с 2014 г. запас находится в стабильном состоянии (см. *рис. 2*). В соответствии с этим статус запаса целесообразно оценивать как «стабильный». Кроме того, величина промыслового запаса (215 тыс. т), оцененная на конец 2020 г., находится значительно выше как граничного (45 тыс. т), так и целевого (149 тыс. т) ориентиров управления по биомассе. При этом уровень эксплуатации в последние три года не превышает 7% (см. *рис. б*), т.е. существенно ниже целевого ориентира по эксплуатации (16%).

С учетом предельного уровня межгодового изменения ОДУ, который для крабидов, при статусе запаса «стабильный», не должен превышать 16% от ОДУ, рекомендованного на 2021 г. ОДУ на 2022 г. может составить не более 12,69 тыс. т, т.е.  $ОДУ_{2021+16\%} = 10,94 * 1,16$ .

Таким образом, в Баренцевом море на 2022 г. рекомендуется ОДУ краба камчатского в объеме 12,69 тыс. т.

Анализ и диагностика полученных результатов. Результаты расчетов 2020 г. показали, что продукционная модель удовлетворительно описывает исходные данные, однако не способна фиксировать краткосрочные изменения в пополнении запаса. В то же время, в последние шесть лет не наблюдались существенные изменения как в состоянии промыслового запаса, так и в оценке индексов его пополнения. С 2013 г. оцениваемая биомасса находится значительно выше уровня  $B_{tr}$  (см. *рис. 2*). Современная промысловая смертность камчатского краба оценивается существенно ниже уровня  $E_{tr}$  с 2010 г. (см. *рис. 7*).

Результаты риск-анализа превышения ориентиров управления при различной эксплуатации запаса камчатского краба в Баренцевом море на начало 2023 г. показывают, что риск уменьшения биомассы запаса ниже уровня  $B_{lim}$  невелик даже при возможном годовом вылове на уровне  $E_{tr}$  (*табл. 10*).

Таблица 10

Риск-анализ превышения ориентиров управления при различной эксплуатации запаса камчатского краба на начало 2023 г.

Уровень эксплуатации	ОДУ <sub>2021+16%</sub>	$E_{tr}$
Вылов, тыс. т	12,69	34,6
Параметр риск-анализа	Величина риска (%)	
Уменьшение ниже $B_{lim}$	1,3	3,7
Уменьшение ниже $B_{tr}$ ( $B_{MSY}$ ), %	23,7	34,1
Превышение $E_{tr}$	6,9	56,7

Оценка воздействия промысла на окружающую среду. Крабовые ловушки относятся к пассивным орудиям лова и при соблюдении ряда правил (застой не более нескольких суток, наличие разрушающихся вставок) и

гарантированного подъема не наносят окружающей среде существенного урона.

Прилов других видов донных гидробионтов в крабовые ловушки, благодаря их конструкции с крупным размером ячеек сетного полотна и окнами для выхода гидробионтов, минимален. Кроме того, единичные пойманные особи прочих гидробионтов не повреждаются в ловушках и выпускаются живыми и неповрежденными в естественную среду обитания.

Таким образом, можно считать, что вылов камчатского краба в объемах, не превышающих ОДУ, при соблюдении Правил рыболовства, не наносит ущерб его популяции, а также популяциям прочих прилавливаемых гидробионтов, и не наносит вреда окружающей среде.

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

27.01 – зона Баренцево море

Исполнители: С.В. Баканев, В.А. Павлов  
(Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО»)

Куратор: Д.О. Сологуб (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения. В основу материалов положены данные:

- российско-норвежских экосистемных съемок 2004-2020 гг.;
- о промысловой деятельности российских судов в 2013-2020 гг.;
- наблюдателей ПИНРО на промысле в 2013-2020 гг.

Для формирования временных рядов промысловых данных использовали сведения судовых суточных донесений, поступающих через отраслевую систему мониторинга ВБР от ФГБУ «Центр системы мониторинга рыболовства и связи». Анализировали информацию по каждой промысловой операции, включая следующие характеристики: бортовой номер судна, тоннаж судна, дата операции, тип ловушки, продолжительность застоя, координаты, глубина, вылов краба (*табл. 1*).

Таблица 1

Основные показатели российского промысла краба-стригуна опилио в Баренцевом море в 2013-2020 гг.

Период промысла		Акватория промысла, тыс. км <sup>2</sup>	Кол-во		Производительность (CPUE), кг/ловушку		Средний вылов на судо-сутки лова, т	Вылов, тыс. т
год	месяц		судов	промысловых операций, тыс. экз.	нестандартизированная	стандартизированная		
2013	12	29	2	2,4	-	-	2,82	0,062
2014	4-12	60	12	788,7	5,55	11,26	3,53	4,104
2015	1-12	60	20	2894,7	2,98	7,36	2,77	8,895
2016	1-12	130	18	2581,5	2,48	6,08	7,53	7,699
2017	3-7, 11	67	10	91,7	21,86	8,23	9,57	7,840
2018	3-9, 11	51	11	410,8	18,04	7,74	9,19	9,728
2019	3-7, 11	76	10	496,4	20,14	10,11	11,4	9,778
2020	2-12	133	17	1022,9	13,76	9,13	9,12	13,202

Результаты экосистемных съемок и промысловой статистики применялись для анализа состояния запаса трендовым методом. Данные наблюдателей использовались для анализа текущих промыслово-биологических показателей популяции и определения перспектив промысла, а также для изучения размерных рядов краба из ловушечных уловов, производительности и селективности промысла.

Промысловая база данных содержала 64240 записей промысловых операций. Для стандартизации улова на усилие использована обобщенная линейная модель (GLM), при этом каждой операции были присвоены следующие категории (факторы): год, месяц, судно, тип ловушки, промысловый район, глубина.

С 2004 г. съемка запаса опилио осуществляется в рамках комплексной российско-норвежской экосистемной съемки, которая ежегодно проводится по стандартной методике в летне-осенний период и охватывает большую часть акватории Баренцева моря. Площадь съемки в среднем составляет около 1800 тыс. км<sup>2</sup> (рис. 1). Ежегодно выполняется 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.

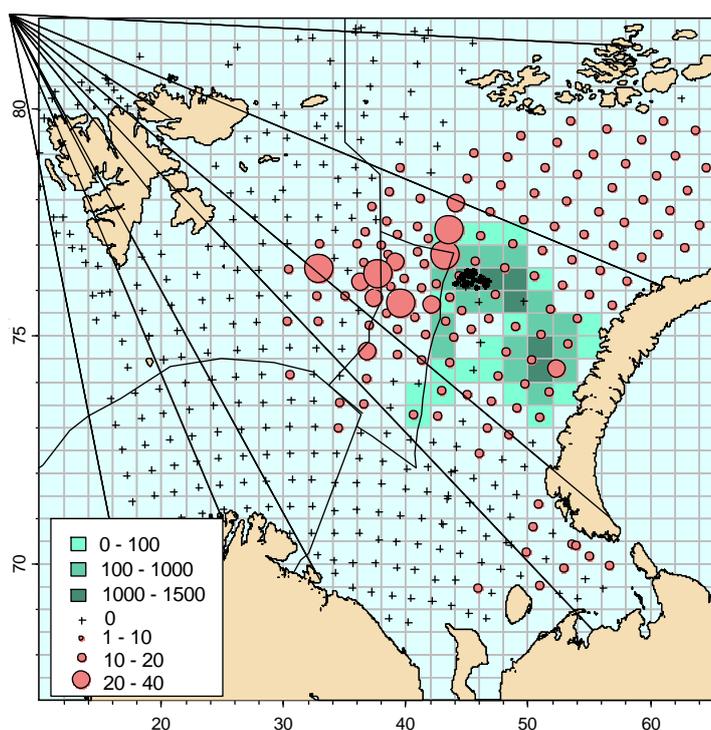


Рис. 1. Картограмма вылова (т, зеленые полигоны) и положение станций мониторинга на промысле (черные точки), а также уловы в ходе экосистемной съемки (кг/траление, красные круги) краба-стригуна опилио в Баренцевом море и сопредельных водах в 2020 г.

В 2020 г., как и в предыдущие годы, сбор первичного материала в экосистемной съемке осуществляли донным тралом Sampelen-1800 с горизонтальным раскрытием 15 м, вертикальным – 5 м, вставкой в кутовой части из дели с ячейей 22 мм. Продолжительность учетных тралений составляла 15 мин, скорость – 3,1-3,3 уз. Выполнено 241 донное траление, биологическому анализу подвергнуто 2463 экз. краба-стригуна опилио (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика первичного материала по крабу-стригуну опилио, собранного в ходе экосистемных съемок в ИЭЗ России Баренцева моря 2008-2020 гг.

Год	Количество			
	донных тралений	тралений с крабом	пойманных крабов, экз.	биологических анализов
2008	452	77	670	581
2009	387	66	284	284
2010	331	58	400	386
2011	401	84	6657	1182
2012	455	121	37737	1970
2013	493	132	19020	2756
2014	304	87	12871	2814
2015	335	89	3125	1867
2016	311	84	2107	1372
2017	350	131	20757	4009
2018	235	62	20484	1981
2019	322	105	11801	3870
2020	241	123	3236	2463

Для расчета численности и биомассы гидробионтов в Полярном филиале используется программный комплекс СУБД «Biofox», который выполняет расчеты методом площадей, как исходя из пространственного распределения объекта, так и с учетом его распределения по глубинам. Система стратификации основана на площадях стандартных квадратов Всемирной Метеорологической Организации (WMO) размером 1° широты на 2° долготы, с известной площадью, разделенной по 100-метровым диапазонам глубин.

При выполнении траловой съемки часто возникают ситуации, когда траления не охватывают все диапазоны глубин в пределах заданной страты. Поскольку в программе расчета используются малоплощадные квадраты WMO, был разработан алгоритм поиска и заполнения «пустот», возникающих в случае отсутствия данных. Для этого был создан справочник-список для каждого квадрата, в котором ведется поиск данных для заполнения недостающих полей. Радиус поиска выбран в пределах одного граничного квадрата WMO. Таким образом, используются данные по плотностям скоплений в заданном диапазоне глубин, которые усредняются и формируются в таблицу, заполняя пропущенные поля. Усреднение производится только на основании фактических данных. Рассчитанные данные, помещенные в таблицу значений плотности, далее не используются для расчета последующих «пустот». Данный алгоритм позволяет исключить необходимость определения границ съемки ручным методом, а также задавать область интерполяции и экстраполяции.

Поскольку вся акватория Баренцева моря и прилегающие участки Норвежского и Карского морей были стратифицированы, то определение границ съемки выполняется поиском позиций первого квадрата WMO от периферии к центру, в котором имеются фактические данные для расчетов.

Сбор и обработку биологического материала в съемке выполняли в

соответствии с методиками, принятыми в Полярном филиале (Изучение ..., 2004). Биологический анализ краба-стригуна включал в себя промеры ширины карапакса (в самой широкой части с точностью до 1 мм) и высоты клешни (с шипами) с точностью до 0,1 мм, взвешивание (с точностью до 1 г), а также определение пола, межлиночной категории, стадий зрелости самок и состояния покровов. Промысловыми особями принимались «широкопалые» самцы с шириной карапакса (ШК) 100 мм и более. Для анализа пополнения промыслового запаса, непромысловых «узкопалых» самцов краба-стригуна опилио разделяли на следующие категории: молодь (самцы с ШК менее 70 мм), пререкруты II (самцы с ШК 70-85), пререкруты I (самцы с ШК 86-99). Разделение на категории проводили на основании методики анализа данных группового роста краба, выполненного дальневосточными исследователями (Михайлов и др., 2003).

Анализ индексов плотности и биомассы краба-стригуна опилио и других крупных бентосных организмов в экосистемных съемках показал, что «вспышки» численности краба, а также «провалы» в динамике индексов совпадают с тенденциями изменений численности основных бентосных видов по данным съемки. Учитывая, что синхронность в популяционной динамике нескольких различных видов бентоса маловероятна, возможной причиной таких изменений являлась ежегодно меняющаяся уловистость трала по отношению к донным организмам. Для устранения влияния изменчивости уловистости трала на индекс численности краба-стригуна опилио (табл.3) была учтена динамика приловов массовых видов макробентоса (*Buccinum hydrophanum*, *Chlamys islandica*, *Ciliatocardium ciliatum*, *Colus sabini*, *Crossaster papposus*, *Ctenodiscus crispatus*, *Hyas araneus*, *Icasterias panopla*, *Pagurus pubescens*, *Sclerocrangon ferox*, *Strongylocentrotus pallidus*, *Urasterias linckii*).

Таблица 3

Индексы пререкрутов и промыслового запаса краба-стригуна опилио с учетом стандартизации площади и коэффициента уловистости трала по данным экосистемных съемок в 2009-2020 гг.

Категории / годы	Пререкруты II, тыс. т	Пререкруты I, тыс. т	Промысловый запас, тыс. т	Промысловый запас; корректив по уловистости, тыс. т
2009	7	7	24	193
2010	4	3	26	106
2011	73	56	55	249
2012	564	160	182	77
2013	453	132	177	357
2014	278	105	147	275
2015	71	52	119	636
2016	60	57	19	436
2017	736	243	364	489
2018	543	295	414	601
2019	149	71	129	516
2020	110	57	115	480

Во все годы промысла на промысловых судах работали наблюдатели ПИПРО (табл. 4). Материалы от наблюдателей были использованы как для оценки биологических параметров запаса, так и для верификации уловов на усилии, поступающих по отраслевой системе мониторинга «Рыболовство».

Таблица 4

Характеристика первичного материала по крабу-стригуну опилио, собранного наблюдателями в ходе российского промысла в 2013-2020 гг.

Год	Время проведения работ	Тип ловушек	Кол-во ловушечных станций	Кол-во проанализированных крабов, экз.
2013	25.11-16.12	Прямоугольные	385	5733
2014	21.04-25.07	Трапецевидные	638	13964
2015	04.08-29.09	Конусные	1073	6019
2016	28.04-28.06	Трапецевидные	420	11841
2017	17.06-18.07	Трапецевидные	218	5293
2018	12.04-09.07	Трапецевидные	112	3392
		Конусные	364	11282
2019	29.03-15.07	Конусные	309	14878
2020	19.09-08.11	Конусные	299	5441

Категория информационной обеспеченности отнесена ко II уровню, так как в комплексе использованной информации отсутствует многолетняя статистика промысла, что исключает использование структурированных моделей эксплуатируемого запаса. Доступная информация позволяет дать научно обоснованную оценку состояния запаса краба-стригуна опилио в Баренцевом море и его ОДУ в 2022 г.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Инвазивная природа возникновения популяции с весьма вариативной динамикой численности (во времени и пространстве) значительно увеличивают неопределенность при моделировании и прогнозировании запаса. Оценка запаса краба-стригуна опилио в Баренцевом море в настоящее время сопряжена с рядом трудностей. Высокая межгодовая изменчивость коэффициента уловистости трала в экосистемных съемках и межгодовые особенности проведения съемок позволяют применять только комплексный подход при расчетах индексов биомассы, сочетающий в себе метод площадей, учет коэффициента уловистости трала, корректировку площадей съемки с восстановлением биомассы на акваториях, не покрытых съемкой.

Состояние запаса, особенности биологии и промысла краба-стригуна опилио, а также требования к управлению его запасом в Баренцевом море возможно сравнить с компонентами системы «запас-промысел» северной креветки Баренцева моря и сопредельных вод. Достаточно большой запас северной креветки, распределяющийся на обширной акватории, имеет весьма низкий уровень эксплуатации. По существу, рекомендации по эксплуатации запаса северной креветки вырабатываются не на основе промыслово-биологических данных и строгих аналитических процедур, а в рамках его

адаптивного управления на основе наших допущений о величинах приемной емкости среды и максимального устойчивого вылова.

В случае с запасом краба-стригуна опилио Баренцева моря, где в качестве входных данных для аналитической оценки возможно использовать 15-летний ряд наблюдений весьма изменчивых индексов биомассы, а также короткий ряд уловов на усилие и годового вылова, целесообразно использовать подход, разработанный и применяемый ICES для баренцевоморского запаса северной креветки.

Таким образом, текущая оценка запаса краба-стригуна опилио выполнена с помощью стохастической версии продукционной модели, в которой параметры оцениваются не только на основе фактических входных данных, но и на основе предположений об их возможных величинах (байесовский подход).

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. На основании материалов съемок и результатов оценки по продукционной модели, динамику запаса краба-стригуна опилио в ИЭЗ России можно разделить на 2 периода: низкой численности в 2005-2008 гг. и ее активного увеличения в 2009-2019 гг. В 2019 г. промысловая биомасса опилио на акватории Баренцева моря (совокупно районы ОЧБМ и ИЭЗ России) оценивается на уровне 350-650 тыс. т с медианой 483 тыс. т (рис. 2). На начало 2021 г. промысловая биомасса оценивается на медианном уровне 430 тыс. т.

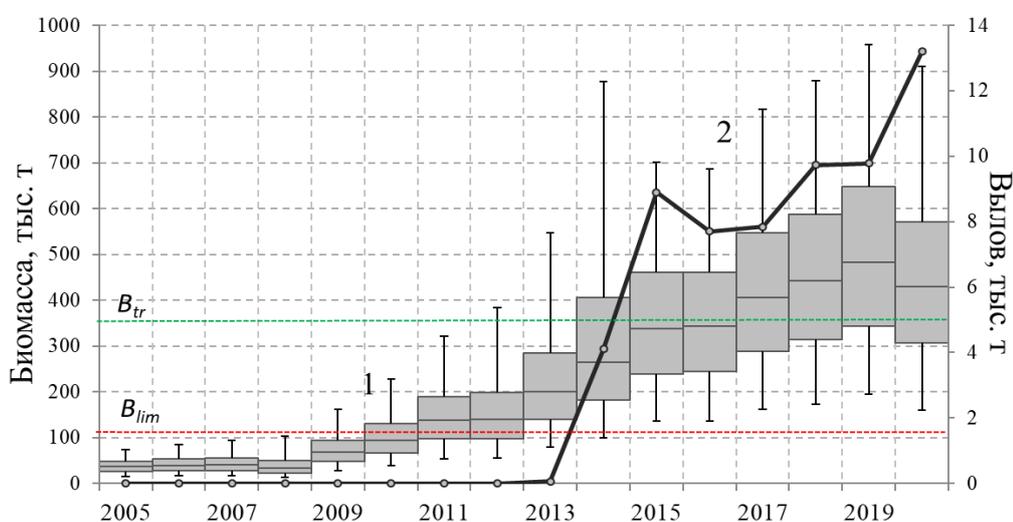


Рис. 2. Динамика биомассы промыслового запаса (1 – диапазон квартилей с медианой; планки погрешностей – 95 %-ный доверительный интервал) и вылов (2) краба-стригуна опилио в ОЧБМ и ИЭЗ России Баренцева моря в 2005-2020 гг.

В популяции баренцевоморского краба-стригуна опилио регулярно наблюдается хорошее пополнение, влияющие на величину промыслового запаса (рис. 3).

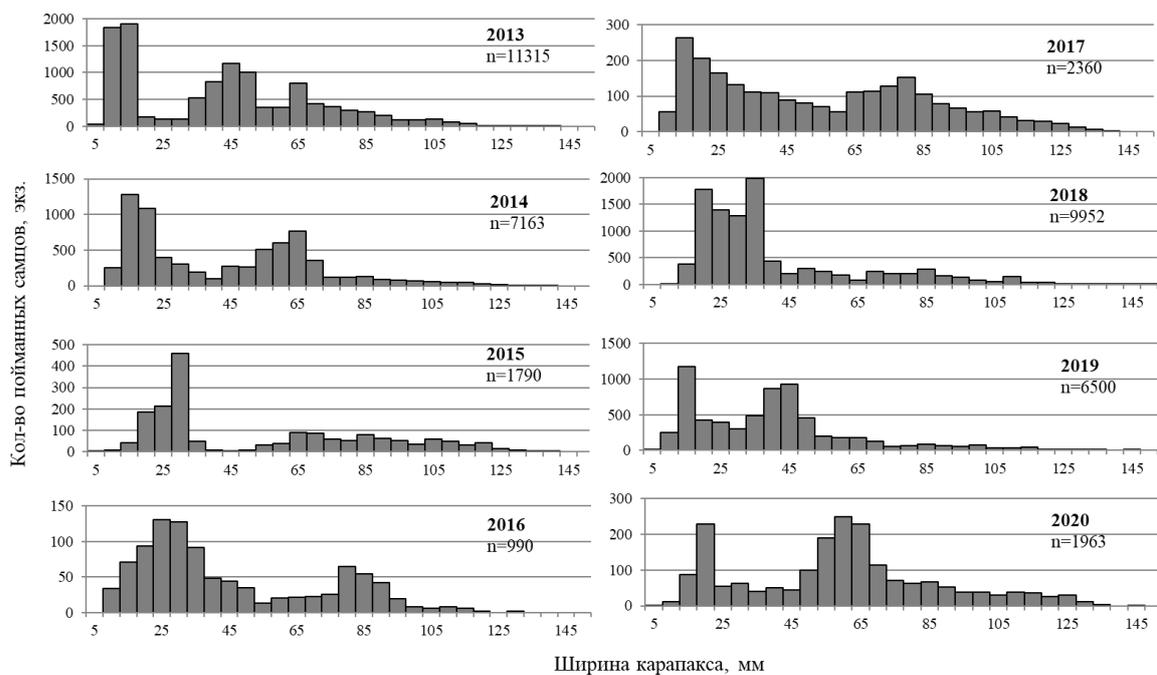


Рис. 3. Размерный состав самцов краба-стригуна опилию в Баренцевом море из уловов экосистемных съемок в 2013-2020 гг.

В последние годы отмечены урожайные поколения 2017-2018 гг. с ШК 30-40 мм в 2020 г., которые должны достичь промысловых размеров в 2024-2025 гг.

Данные экосистемных съемок показывают, что популяция краба-стригуна опилию в настоящее время находится в стадии становления (*рис. 4*). С 2004 г. наблюдается увеличение количества районов распределения краба, а в последующие годы - значительное расширение площади и плотности его распределения на акватории экосистемной съемки.

По результатам экосистемной съемки 2020 г. соотношение самцов к самкам составило 1,5:1. Средняя ШК всех самцов определена в 46,8 мм, а средний размер промысловых крабов 112,4 мм. Доля промысловых самцов от всех самцов составила 5,8 %.

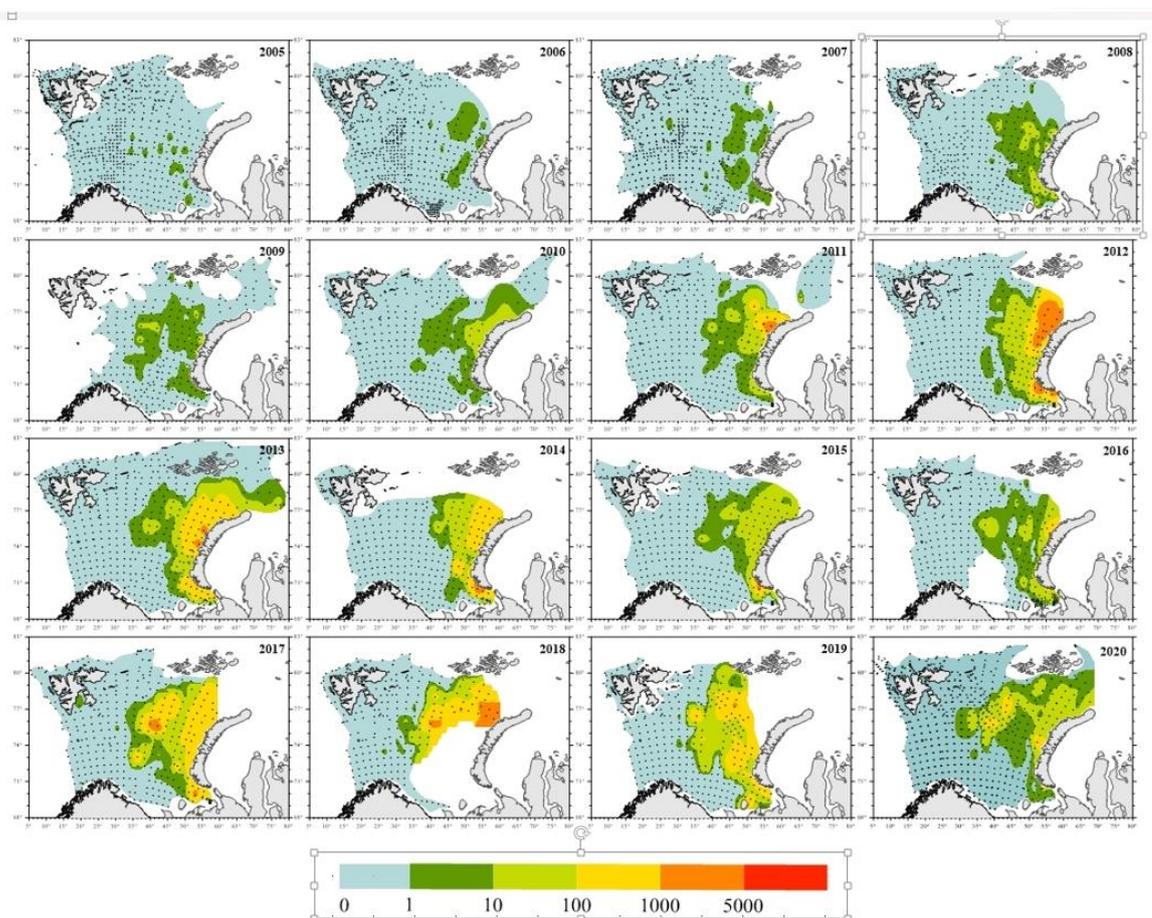


Рис. 4. Распределение краба-стригуна опилию в Баренцевом море и сопредельных водах в 2005-2020 гг. по данным экосистемных съемок (экз./15 мин траления)

Среди самцов в уловах 2020 г. преобладали особи с покровами 3 ранней (53,0 %), 3 (31,0 %) и 3 поздней (10,5 %) межлиночных категорий (табл. 5).

Таблица 5

Состояние покровов самцов краба-стригуна опилию в Баренцевом море в 2014-2020 гг. по данным экосистемных съемок

Год	Межлиночная категория (%)						
	1	2	3-	3	3+	4-	4+
2014	-	2,2	40,2	28,3	9,8	5,4	14,1
2015	0,9	4,6	19,4	54,3	18,5	1,4	0,9
2016	-	-	10,7	46,4	42,9	-	-
2017	-	-	12,0	76,4	11,2	-	0,4
2018	-	26,1	33,1	38,0	2,8	-	-
2019	0,6	1,4	24,0	48,5	24,6	0,6	0,3
2020	-	4,1	53,0	31,0	10,5	0,7	0,7

В 2018 г. частота встречаемости панцирной болезни у краба-стригуна опилию в среднем составила 6,1 %, в 2020 г. - 4,4 %. Из них 68 % особей имели признаки I стадии (начальной) болезни. Встречаемость краба-стригуна с признаками панцирной болезни колебалась от 1,1 - 1,9 % в восточных и

центральных районах до 3,4 - 7,5 % в северо-западных и северо-восточных промысловых районах Баренцева моря.

Полученные данные характеризуют эпизоотическую ситуацию по панцирной болезни у краба-стригуна опилю как удовлетворительную и не оказывающую существенного влияния на промысловый запас.

Российский промысел этого вида в ОЧБМ начался в декабре 2013 г. и продолжался вплоть до 2016 г. В 2017-2020 гг., в связи с изменением регулирования промысла на континентальном шельфе в ОЧБМ, добыча краба-стригуна опилю в этом районе не осуществлялась.

В апреле 2016 г. был начат промысел краба-стригуна опилю в ИЭЗ России Баренцева моря. Добычу краба в российских водах вели с рекордной производительностью, позволившей освоить ОДУ (1,6 тыс. т) в течение 2 мес. В добыче краба участвовало 5 судов со среднесуточной производительностью 7,5 т. Итоги промысла показали, что плотность таких скоплений позволяет устойчиво вести эксплуатацию на уровне производительности, соответствующем уровню в тихоокеанском регионе.

В 2020 г. отечественный промысел краба-стригуна опилю в ИЭЗ России был начат в феврале и велся 17 судами, которые использовали только конусные ловушки. В 2020 г. производительность лова была на 15 % ниже предыдущего года (см. табл. 1). Районы промысла сместились восточнее вплоть до прибрежных районов арх. Новая земля (см. рис. 1).

В период промысла в 2020 г. исследования велись на борту судна ВК-0823 «Спарта» с наблюдателем Полярного филиала (см. рис. 1). Величина промысловых уловов в основном зависела от плотности скоплений краба и количества используемых орудий лова. В целом, промысловая обстановка в период с сентября по конец октября 2020 г. позволяла успешно работать на протяжении всего рейса в восточной части Возвышенности Персея и в западной части Новоземельской банки.

Распределение скоплений краба традиционно носило неравномерный мозаичный характер, с достаточно большим содержанием в уловах молоди и самцов менее промысловой меры (в среднем 20,3 %). Прилов некондиционного краба составил около 5 %. По результатам наблюдений состояние сырьевой базы можно оценить как удовлетворительное.

ШК самцов варьировала от 49 до 149 мм с преобладанием размеров 104-113 мм (33,2 %) при средней ШК 109,0 мм. Доля промысловых особей от общего улова самцов находилась на уровне 79,8 %, их средняя ШК составила 114,8 мм.

В уловах доминировали самцы с покровами 3-ей межлиночной категории (82,2 %), крабы с покровами 3-ей поздней и 3-ей ранней межлиночных категорий составили 9,1 и 8,6 %, соответственно, 4-ой поздней – 0,1 %. Крабов с покровами 2-ой межлиночной категории в ловушках не отмечено.

Общая доля травм особей в период исследований составила 54,6 % самцов промысловой меры, из них доля самцов со старыми травмами (с

потерей конечностей до поднятия на борт судна) достигала 85,2 %, крабы с новыми ранами – 5,7 % и самцы с регенерирующими конечностями – 0,8 %. Встречаемость особей с язвами на разных частях экзоскелета (в основном на конечностях) отмечена на уровне 8,3 %.

На экзоскелетах крабов часто отмечались эпибионты, среди которых преобладали мшанки, спирорбисы и, реже, гидроиды. Значительное количество обрастателей (несколько десятков) было встречено у 2,0 % проанализированных промысловых самцов.

Доля самок от общего количества проанализированных крабов составила всего 0,4 %. Их ШК колебалась от 70 до 85 мм, все самки были половозрелыми, повторно-нерестующими. Они имели экзоскелет 3-ей и 4-ой поздней категории линьки. У всех самок имелась новая икра оранжевого цвета.

Определение биологических ориентиров. Определение биологических ориентиров выполнено в рамках оценки динамики запаса стохастической версией продукционной модели в 2018 г. Для оценки параметров использовался байесовский подход, при этом допускалось, что в настоящее время промысловый запас краба-стригуна опилио в Баренцевом море находится выше уровня  $B_{MSY}$ , но ниже емкости среды  $K$ .

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

Обоснование Правила регулирования промысла. В 2018 г. на основе ретроспективных данных с использованием стохастических версий продукционной модели было протестировано трехзональное Правило регулирования промысла, которое для практического применения 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 целевого ориентира по биомассе ( $B_{tr} = 356$  тыс. т);

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

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

Предельные уровни изменения ОДУ определяются в соответствии с методическими рекомендациями «Правила регулирования промысла приоритетных видов крабов и крабоидов». При статусе запаса «стабильный», «неопределенный», «снижающийся» предельный уровень изменения ОДУ составляет  $\pm 20$  % от предыдущего года. При статусе запаса «растущий», «восстанавливающийся», «вводимый в промысел» предельный уровень изменения ОДУ составляет +42 % от предыдущего года.

Прогнозирование состояния запаса. В настоящее время, учитывая стабильное состояние запаса и отсутствие четких предикторов, для прогнозирования динамики запаса краба-стригуна опилио наиболее разумным

подходом будет использование результатов оценки динамики запаса в прогностические годы продукционной моделью.

Вылов на 2021 г. принимался равным ОДУ на 2020 г. (13,25 тыс. т), при этом прогнозируемая величина запаса на конец 2021 г. составит 467 тыс. т (табл. 6).

Таблица 6

Прогнозируемая биомасса промыслового запаса баренцевоморского краба-стригуна опилио (медианная оценка с 50- и 95 %-ными доверительными границами) на конец 2020-2021 гг., тыс.т

Уровень эксплуатации	Вылов, тыс. т	Год	Промысловый запас, тыс. т				
			2,5 %	25,0 %	Медиана	75,0 %	97,5 %
ОДУ <sub>2020</sub>	13,25	2020	142	302	430	603	925
ОДУ <sub>2021</sub>	13,25	2021	153	334	467	653	1018

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. По результатам траловых съемок 2009-2020 гг. наблюдается стабилизация промыслового запаса, в соответствии с этим статус запаса целесообразно рассматривать как «стабильный». Кроме того, величина промыслового запаса 430 тыс. т, оцененная на конец 2020 г., находится выше как граничного (107 тыс. т), так и целевого (356 тыс. т) ориентиров управления по биомассе. При этом уровень эксплуатации в последние три года не превышает 3%, т.е. существенно ниже целевого ориентира по эксплуатации (15%).

Прогнозируемая величина промыслового запаса на конец 2021 г. составляет 467 тыс. т, при этом ОДУ при целевом уровне изъятия в 15 % мог бы составить 70 тыс. т. Однако такой уровень изъятия существенно превышает рекомендованный ОДУ предыдущего года (13,25 тыс. т). С учетом предельного уровня межгодового изменения ОДУ, который при статусе запаса «стабильный» не должен превышать 20%, ОДУ краба-стригуна опилио в Баренцевом море в 2022 г. рекомендуется установить в 15,9 тыс. т.

Таким образом, рекомендуется установить ОДУ краба-стригуна опилио в ИЭЗ России в Баренцевом море на 2022 г. в 15,9 тыс. т.

Анализ и диагностика полученных результатов. Результаты расчетов показали, что продукционная модель удовлетворительно описывает исходные данные, однако неспособна фиксировать краткосрочные изменения в пополнении запаса. Оцениваемая биомасса находится значительно выше уровня  $B_{tr}$  с 2017 г. Современная промысловая смертность краба-стригуна опилио оценивается существенно ниже уровня  $E_{tr}$ .

Риск-анализ превышения ориентиров управления при различной эксплуатации запаса краба-стригуна опилио в Баренцевом море на конец 2022 г. представлен в таблице 7. Риск уменьшения биомассы запаса ниже уровня  $B_{lim}$  невелик даже при возможном годовом вылове на уровне  $E_{tr}$  (табл. 7).

Таблица 7

Риск-анализ превышения ориентиров управления при различной эксплуатации запаса краба-стригуна опилио Баренцева моря на конец 2022 г.

Уровень эксплуатации	ОДУ 2021	ОДУ2021+20%	$E_{tr}$
Вылов, тыс. т	13,25	15,9	70
Параметр риск-анализа	Величина риска (%)		
Уменьшение ниже $B_{lim} (0,3B_{MSY})$ , %	0,7	0,9	3,1
Уменьшение ниже $B_{tr} (B_{MSY})$ , %	21,8	23,5	30,2
Превышение $E_{tr}$	4,7	5,2	59,8

Оценка воздействия промысла на окружающую среду. Добыча краба-стригуна опилио в Баренцевом море ведется исключительно крабовыми ловушками, собранными в порядки. При подъеме порядка ловушек они поднимаются от дна на протяжении 30-120 минут. За это время большинство мелких гидробионтов успевают покинуть ловушку. По этой причине при ловушечном лове значимого ущерба донным биоценозам не наблюдается.

Приловы донных рыб при ловушечном промысле краба-стригуна опилио в 2016-2020 гг. по данным наблюдателей оцениваются как незначительные, они колебались в пределах от 0,003 до 0,024 экз./ловушку. Ловушечный промысел краба-стригуна опилио не наносит ощутимого ущерба запасам прилавливаемых донных рыб.

Крабовые ловушки относятся к пассивным орудиям лова и при соблюдении действующих Правил рыболовства (наличие разрушающихся вставок) при постановке и подъеме не наносят окружающей среде существенного урона. Вместе с тем, данные о влиянии на донные сообщества утерянных порядков ловушек отсутствуют.

Считаем, что вылов краба-стригуна опилио в 2022 г. в объеме, не превышающем ОДУ, при соблюдении Правил рыболовства, не нанесет существенный ущерб его популяции, а также популяциям прочих прилавливаемых гидробионтов и не нанесет значительного вреда окружающей среде.

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

### зона Карское море

Исполнители: С.В. Баканев, В.А. Павлов  
(Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО»)

Куратор: Д.О. Сологуб (ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения. В настоящее время регулярных исследований запаса краба-стригуна опилио в Карском море не проводится. Промысел этого вида в данном регионе отсутствует и до 2020 г. включительно не осуществлялся. Основная информация о распределении и биологии данного вида в Карском море была получена в ходе комплексной съемки на НИС «Профессор Леванидов» в сентябре 2019 г. В этом рейсе был проанализирован улов 55 учетных траловых станций, биологическому анализу подвергнуто 3141 экз. краба-стригуна опилио (табл. 1). В качестве учетного орудия лова в съемке использовался донный трал ДТ-27.1/24.4 с горизонтальным раскрытием 17 м, вертикальным – 3 м, вставкой с ячеей 10 мм, оснащенный мягким грунтопом. Продолжительность учетных тралений составляла 15-30 мин, скорость – 3,0-3,5 узла. Траления велись на участках с глубинами от 20 м до 450 м.

Таблица 1

Характеристика первичного материала по крабу-стригуну опилио, собранного в ходе съемки в Карском море в 2019 г.

Год	Район работ	Судно, бортовой номер	Донный трал	Кол-во донных тралений	Кол-во тралов с крабом	Кол-во всех пойманных крабов, экз.	Кол-во самцов промыслового размера, экз.
2019	Карское море	Профессор Леванидов, МК-1902	ДТ-27.1/24.4	55	49	3141	69

Сбор и обработку биологического материала в съемке выполняли в соответствии с методиками, принятыми в Полярном филиале (Изучение ..., 2004). Биологический анализ краба-стригуна включал в себя промеры ширины карапакса (в самой широкой части с точностью до 1 мм) и высоты клешни (с шипами) с точностью до 0,1 мм, взвешивание (с точностью до 1 г), определение пола, межлиночной категории, стадий зрелости самок, состояния конечностей. Промысловыми особями в Карском море принималась «широкопалые» самцы с шириной карапакса (ШК) 100 мм и более, как это установлено Правилами рыболовства для Баренцева моря. Для анализа пополнения промыслового запаса, непромысловых «узкопалых» самцов краба-стригуна опилио разделяли на следующие категории: молодь (самцы с ШК менее 70 мм), пререкруты II (самцы с ШК 70-85), пререкруты I (самцы с ШК 86-99). Разделение на категории проводили на основании анализа

данных группового роста краба, выполненного дальневосточными исследователями (Михайлов и др., 2003).

В настоящее время уровень информационной обеспеченности характеризуется как низкий (третий уровень), когда недостаточная полнота и/или качество доступной информации исключают использование моделей эксплуатируемого запаса. Доступная информация позволяет дать экспертную оценку состояния запаса краба-стригуна опилио в Карском море в 2020 г. и его ОДУ на 2022 г.

Обоснование выбора методов оценки запаса. Отсутствие временных рядов данных по исследовательским съемкам и промысловой статистики не позволяют использовать аналитические подходы к оценке запаса и ОДУ. Наличие единственной съемки в 2019 г. позволяет выполнить расчет индекса запаса и, используя коэффициент уловистости трала, оцененный по литературным данным, вычислить величину промыслового запаса.

Индекс биомассы промыслового запаса вычисляли в ГИС «Картмастер 4.1» (Бизиков, Гончаров, Поляков, 2007). Расчеты выполняли методом 2D-сплайна (без учета глубины) с дополнительным анализом методом Bootstrap с определением минимального, среднего и максимального индексов промыслового запаса. Использовался коэффициент уловистости 0,6, принятый специалистами на Дальнем Востоке при съемках крабов-стригунов для трала ДТ-27.1/24.4. Поскольку величина коэффициента уловистости для трала с мягким грунтропом в условиях грунтов Карского не изучена, полученные индексы численности крабов обладают большой степенью неопределённости.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. В Карском море краб-стригун опилио образует разреженные скопления. Популяционная структура краба-стригуна опилио Баренцева и Карского морей до настоящего времени остается неясной. Вероятнее всего, что особи этого вида, встречающиеся в Карском море, принадлежат к единой популяции, ядро которой находится в Баренцевом море. Косвенно на это указывают повышенная плотность скоплений краба-стригуна опилио в Карском море вблизи пролива Карские ворота, а также у северной оконечности арх. Новая Земля, где отмечено наибольшее количество самцов промыслового размера. В сентябре 2019 г. опилио регистрировался почти во всех траловых уловах в этом море (рис. 1).

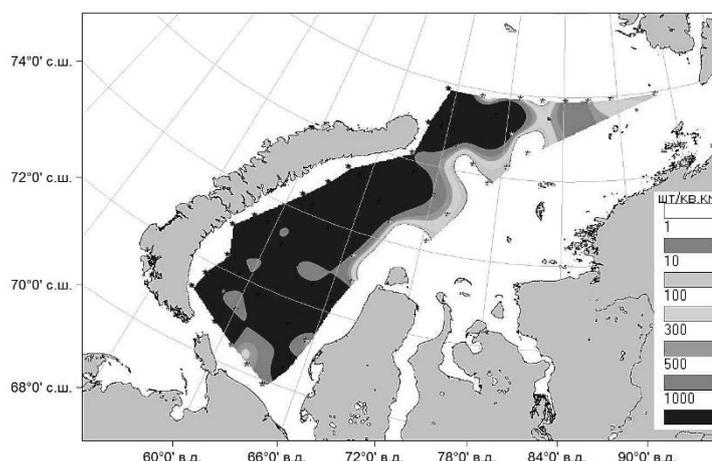


Рис. 1. Распределение краба-стригуна опилио всех категорий в Карском море в сентябре 2019 г. по данным траловой съемки НИС «Профессор Леванидов» (экз./кв. км)

В съемке 2019 г. в траловых уловах были зарегистрированы самцы размером от 12 до 129 мм и самки от 8 до 90 мм по ШК. Средняя ШК самцов составила 67 мм, самок – 52 мм. Самцы промысловых размеров (по промысловой мере, установленной в Баренцевом море – 100 мм по ШК) составляли 2,1 % от всех самцов (рис. 2).

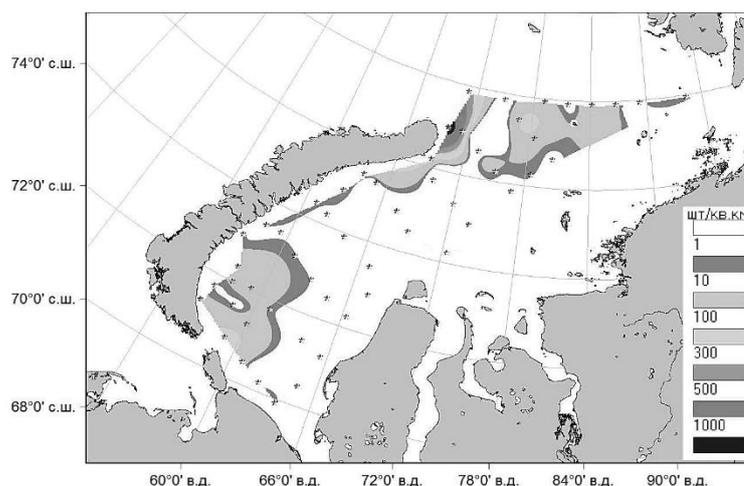


Рис. 2. Распределение промысловых самцов краба-стригуна опилио в Карском море в сентябре 2019 г. по данным траловой съемки НИС «Профессор Леванидов» (экз./кв. км)

Размерный состав уловов краба-стригуна опилио в Карском море имел бимодальное распределение с пиками на 20 и 45-55 мм по ШК (рис. 3), что указывает на существование двух многочисленных поколений этого вида. Наличие высокоурожайных поколений в популяции краба-стригуна опилио в Карском море позволяет ожидать дальнейшего увеличения численности промысловых самцов в этом регионе. Поколение, имевшее размеры 40-60 мм по ШК в 2019 г., с учетом темпов роста, характерных для баренцевоморской и нативных популяций, может достигнуть промысловых размеров в 2022-2023 гг. Второе высокоурожайное поколение, имевшие в 2019 г. размеры 15-25 мм по ШК, пополнит промысловый запас ориентировочно в 2026-2028 гг.

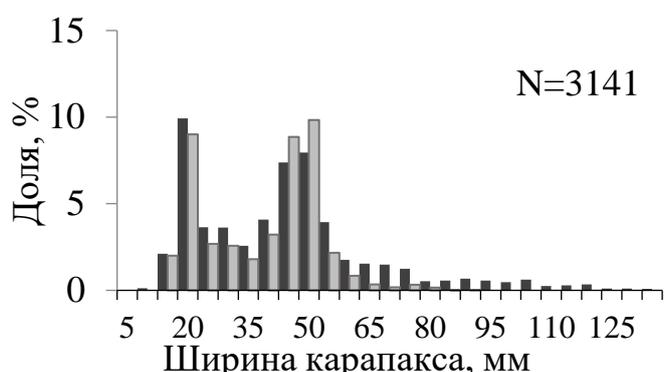


Рис. 3. Размерно-половой состав краба-стригуна опилио в Карском море в 2019 г. (темные столбики – самцы; светлые – самки) по данным траловой съемки НИС «Профессор Леванидов»

Оценка индекса численности самцов краба в Карском море также позволяет рассчитывать на позитивную динамику промыслового запаса в ближайшей перспективе (табл. 2). С учетом того, что краб распределяется в основном в северных и южных прибрежных районах арх. Новая Земля, оценка численности выполнялась отдельно в «южном» (южнее 74° с.ш.) и «северном» (севернее 74 ° с.ш.) районах.

Таблица 2

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

Категории/Район	Северный	Южный	Всего
Промысловые	8	2	10
Пререкруты I	20	12	32
Пререкруты II	44	53	97
Молодь	97	82	179

Численность промысловых самцов и пререкрутов I в северном районе значительно превышает таковую по сравнению с южными акваториями. В то же время численность молоди и пререкрутов II на северных и южных участках имеют сравнимые величины, что говорит о наличии благоприятных перспектив в ближайшие 3-5 лет для промысла краба-стригуна опилио в южных районах, где климатические условия наиболее благоприятны для эксплуатации запаса (отсутствие льда в летний сезон с июля по октябрь).

В 2019 г. численность промыслового запаса оценивалась на уровне  $9,85 \pm 3,7$  млн. экз. Соответственно, исходя из размерного состава уловов и доли в них промысловых самцов, биомасса таких самцов может составлять 5,91 тыс. т. При расчетах индекса промыслового запаса методом площадей по результатам съемок обычно принимается во внимание селективность трала и учитывается его коэффициент уловистости. При использовании коэффициента уловистости 0,6, биомасса промыслового запаса краба-стригуна опилио в Карском море в 2019 г. при среднем индивидуальном весе 0,6 кг могла составлять  $9,85 \pm 3,7$  тыс. т.

Определение биологических ориентиров. Отсутствие временных рядов наблюдений не позволяет оценить ориентиры.

Обоснование правила регулирования промысла. Формализованного правила управления запасом краба-стригуна опилио Карского моря в настоящее время не существует.

Прогнозирование состояния запаса. Отсутствие аналитических моделей не позволяет количественно выполнить прогноз состояния запаса краба-стригуна опилио в Карском море. Расширение акватории распределения краба в Карском море, обнаружение в уловах икраных самок и молоди обоих полов краба-стригуна опилио свидетельствует о том, что этот вид успешно адаптировался в новых районах. При наличии достаточной кормовой базы высока вероятность дальнейшего роста общей численности популяции и биомассы промыслового запаса.

В настоящее время, учитывая неопределенный статус запаса и отсутствие четких предикторов, для прогнозирования динамики запаса краба-стригуна опилио предлагается использовать метод инерционного прогнозирования, когда принимается, что величина промыслового запаса в 2022 г. сохранится на уровне 2019-2020 гг.

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. По данным траловой съемки в Карском море на НИС «Профессор Леванидов» в 2019 г. была определена величина промыслового запаса (самцы не менее 100 мм по ШК) краба-стригуна опилио в 9,85 тыс. т. Учитывая практику промысла краба-стригуна опилио в Баренцевом море и на Дальнем Востоке, существенную неопределенность в оценке его запаса в Карском море, а также отсутствие истории его промышленного лова в этих водах и, как следствие, информации по возможной реакции запаса на тот или иной уровень промысловой смертности, исходя из предосторожного подхода (Бабаян, 2000), изъятие краба-стригуна опилио в Карском море на 2022 г. рекомендуется сохранить на уровне установленного на 2021 г., - не более 10 %, что соответствует изъятию 0,985 тыс. т краба. По опыту управления запасами краба-стригуна опилио в Баренцевом море и в дальневосточных морях, уровень изъятия в 10 % можно считать щадящим для запаса. Трудности для организации промысла может создавать неблагоприятная ледовая обстановка. В соответствии современными данными о ледовом режиме в районах распределения краба-стригуна в Карском море, промысел краба может осуществляться, ориентировочно, с августа по октябрь включительно. Промысел краба-стригуна в 2022 г. целесообразно вести в северо-западной части Карского моря.

Исследования краба-стригуна опилио Баренцева и Карского морей, нацеленные на оценку промысловых запасов, исходя из предположения о единстве популяции этого вида в этих морях, необходимо вести на всем ареале краба-стригуна опилио с учетом ожидаемой динамики его пространственного распределения. Для изучения вопросов особенностей распределения,

воспроизводства и других биологических характеристик баренцевоморской популяции стригуна необходимо продолжить сбор информации.

Анализ и диагностика полученных результатов. Исходя из отсутствия до настоящего времени надежной оценки промысловой части запаса краба-стригуна опилио, распределяющегося в Карском море, анализ и диагностика результатов не выполнялись.

Оценка воздействия промысла на окружающую среду. Крабовые ловушки относятся к пассивным орудиям лова и при соблюдении действующих Правил рыболовства при постановке и подъеме не наносят окружающей среде существенного урона. Вместе с тем, данные о влиянии на донные сообщества утерянных порядков ловушек отсутствуют.

Вылов краба-стригуна опилио в 2022 г. в объеме, не превышающем ОДУ, при соблюдении Правил рыболовства, не нанесет существенного ущерба его популяции, а также популяциям прочих прилавливаемых гидробионтов и не нанесет значительного вреда окружающей среде.

## Гребешок морской (*Chlamys islandica*)

### 27.01 – зона Баренцево море

Исполнитель: И.Е. Манушин (Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО»).

Анализ доступного информационного обеспечения. В основу материалов положены данные: специализированных съемок в 2003-2017 гг.; промысловой деятельности российских судов, передаваемые по системе «Рыболовство» отраслевой системы мониторинга в 2004-2017 гг.; наблюдателей «ПИНРО» им. Н.М. Книповича на промысле в 2013-2017 гг.

Для оценки состояния запаса использованы результаты исследований, выполненных инструментальным методом, в Баренцевом море на двух промысловых поселениях – Святоносском и Прибрежном.

В последний раз съемку проводили в октябре 2017 г. севернее м. Святой Нос и в прибрежной части Кольского п-ова на участке от архипелага Семь Островов до Святоносского залива на глубинах 34-132 м (*рис. 1*). Выполнено 124 лова тралом Сигсби с размером ячеи 1 см.

Существенная вариабельность данных съемки, которая определяется высокой мозаичностью распределения промысловых скоплений гребешка и недостаточным количеством станций, а также отсутствие исследований в 2018-2020 гг. не позволяют на данном этапе использовать аналитические оценки для прогностических целей. В 2018-2020 гг. промысел не проводился, архивные данные о производительности промысла не отражают динамику запаса. Высокая производительность промысла гребешка обеспечивается эксплуатацией немногочисленных агрегированных скоплений – переходя от одного к другому по мере их истощения, судно может показывать высокую производительность при общем сокращении запаса. В 2002 – 2017 гг. производительность промысла зависела также от технического состояния единственного добывающего судна.

Категория информационной обеспеченности отнесена к III уровню, позволяющему дать экспертную оценку ОДУ морского гребешка на 2022 г.

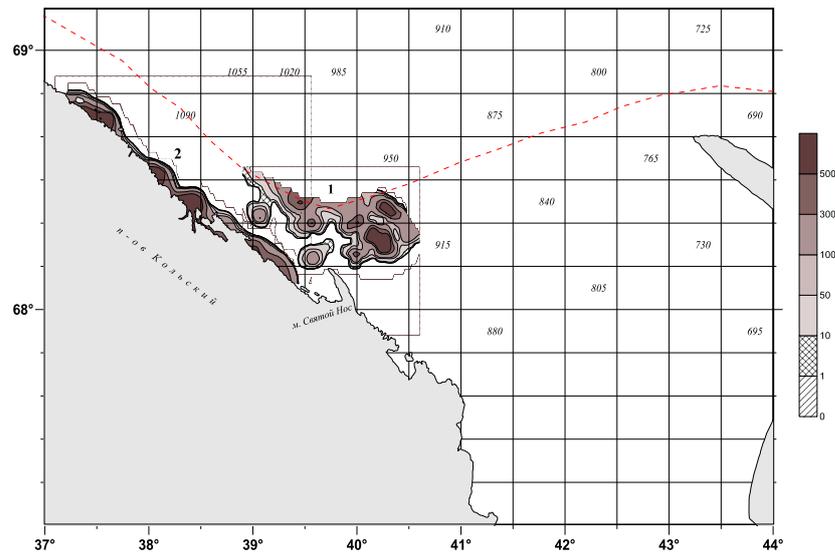


Рис. 1. Распределение биомассы гребешка морского промыслового размера в Баренцевом море в октябре 2017 г., г/м<sup>2</sup>: 1 – Святоносское поселение; 2 – Прибрежное поселение. Пунктирная линия – граница территориального моря России

Обоснование выбора метода оценки запаса. Морской гребешок – малоподвижный объект, образующий поселения со стабильными пространственными границами, поэтому драговая съемка, осуществляемая ежегодно по стандартной сетке станций, на современном уровне наших знаний представляет единственный инструмент, позволяющий судить о динамике промыслового запаса.

Исследования запаса гребешка на Святоносском поселении регулярно проводили с 1994 г., на Прибрежном – с 2009 г. Расчет промыслового запаса выполняли отдельно для каждого поселения по данным учетных съемок методом площадей с учетом коэффициента уловистости орудий лова (0,2).

Использование данного метода оценки запаса объясняется тем, что моделирование динамики запаса гребешка не позволяет дать оценку устойчивой продукции для управленческих целей. Запас оценивается с использованием инерционного подхода, т.е. величина запаса в прогнозируемый год принимается равной таковой в год проведения последней учетной съемки.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла. С 1997 по 2017 г. наблюдалась тенденция уменьшения промыслового запаса гребешка на Святоносском поселении. При этом наибольшее снижение запаса отмечалось на участке, расположенном в ИЭЗ России. Вероятными причинами являлись негативное влияние драгового промысла гребешка и донного тралового промысла рыб, а также отсутствие достаточного пополнения промыслового запаса. В 2010-2017 гг. промысловые скопления гребешка сохранились только в территориальных водах России и лишь на той части акватории, где наблюдалось достаточное пополнение промыслового запаса (в основном в промысловом квадрате 952 и на смежных участках).

Средняя биомасса гребешка промыслового размера на Святоносском поселении в территориальных водах России в 2017 г. составила  $174 \pm 75$  г/м<sup>2</sup>,

при площади поселения 829 км<sup>2</sup> промысловый запас оценивался от 82 до 206 тыс. т, в среднем – 144 тыс. т (табл. 1). С 2011 г. (после возобновления промысла) величина промыслового запаса в территориальных водах постепенно снижалась, его оценки по съемкам характеризовались нисходящим линейным трендом.

Таблица 1

Биомасса промыслового запаса гребешка морского на Святоносском и Прибрежном поселениях в Баренцевом море в 2008-2020 гг., тыс. т

Год	Святоносское поселение			Прибрежное поселение
	ИЭЗ РФ	территориальные воды	в целом	
2008 <sup>1</sup>	Нет данных	138	Нет данных	Нет данных
2009	72	113	185	30
2010	83	146	229	62
2011	84	147	231	60
2012	104	213	317	52
2013	95	146	241	25
2014	70	87	157	84
2015	81	166	247	87
2016	27	92	119	43
2017 <sup>1</sup>	Нет данных	144	Нет данных	80
2018	То же	Нет данных	То же	Нет данных
2019	-«-	То же	-«-	То же
2020	-«-	-«-	-«-	-«-

*\*Святоносское поселение обследовано только на части акватории.*

Максимальные уловы гребешка в Баренцевом море наблюдались в 1997-1999 гг. (до 14 тыс. т в год). За последние 10 лет промысла вылов значительно снизился и не превышал 1,5 тыс. т. Основным фактором, определяющим уменьшение вылова, было сокращение площади промысловых участков с высокой плотностью гребешка, что привело, в свою очередь, к уменьшению промысловых усилий и количества судов на промысле (с 5 до 1). В соответствии с рекомендациями «ПИНРО» им. Н.М. Книповича, в 2009-2010 гг. промысел гребешка не проводился, с 2011 г. добыча возобновилась, но ежегодный вылов, как правило, не превышал 0,5 тыс. т (табл. 2), лишь с 2014 г. приблизился к величине ОДУ (1,1 тыс. т). В 2017 г. было выловлено 952 т гребешка, в 2018-2020 гг. промысел, согласно рекомендациям, не проводился.

Таблица 2

Промысловый запас, ОДУ, вылов, промысловые усилия и производительность промысла гребешка морского на Святоносском поселении Баренцева моря в 2008-2020 гг.

Год	Промысловый запас (по данным съемок), тыс. т	ОДУ, т	Вылов, т	Промысловые усилия, судо-суток	Производительность промысла, т/судо-сутки лова
2008	138 <sup>1</sup>	3400	1400	52	27,1
2009	185	100	0	0	–
2010	229	100	0	0	–
2011	231	1100	533	26	20,0
2012	317	1100	440	38	11,6
2013	241	1100	362	16	22,6
2014	157	1100	818	42	19,5
2015	247	1100	953	35	27,4
2016	119	1100	951	36	26,4
2017	144 <sup>1</sup>	1100	952	39	24,5
2018	Не оценивался	25 <sup>2</sup>	0,015	0	0
2019	То же	5 <sup>2</sup>	0,007	0	0
2020	-«-	5 <sup>2</sup>		0	0

<sup>1</sup> - Поселение обследовано только на части акватории.

<sup>2</sup> - Только в научных целях.

В 2015 г. средняя производительность промысла достигла своего максимального значения с возобновления промысла в 2011 г. Этому способствовали ремонт единственного промыслового судна, в том числе его промыслового вооружения. С 2015 г. производительность промысла постепенно снижается, вероятно, из-за уменьшения запаса. В 2017 г. средняя производительность промысла составила 24,5 т на судо-сутки (см. табл. 2).

Определение биологических ориентиров. Биологические ориентиры в отношении биомассы промыслового или нерестового запасов морского гребешка Баренцева моря в настоящее время формально не установлены. Сотрудники «ПИНРО» им. Н. М. Книповича в 2017 г. попытались применить аналитическую модель для оценки запасов моллюска, расчета и прогнозирования ОДУ. Было показано, что с середины 1990-х годов величина промыслового запаса на Святоносском поселении находится ниже расчетного значения  $B_{MSY}$  (746 тыс. т), а продолжающаяся эксплуатация привела к деградации запаса. Одним из факторов, негативно повлиявшим на запас гребешка, явилась переоценка продукционных возможностей поселения, и, как следствие, завышенная доля промыслового изъятия. Сделан вывод, что восстановление промыслового запаса морского гребешка на Святоносском поселении займет не менее 15 лет даже при полном отсутствии промысла. Моделирование показало, что граничным ориентиром по биомассе является  $B_{lim} = 224$  тыс. т.

Обоснование Правила регулирования промысла. Формального ПРП морского гребешка Баренцева моря не существует.

На основе ретроспективных данных с использованием стохастических версий продукционной модели были выполнены расчёты ориентиров

управления и сформулировано предварительное правило регулирования промысла (ПРП). С учётом весьма низкого уровня целевого ориентира управления по эксплуатации ( $F_{tr} = 0,002$ ) и высокой неопределённости оценки  $BMSY$  (531-901 тыс. т), а также депрессивного состояния запаса был предложен однозональный упрощённый подход. Правило может быть сформулировано в следующем виде.

1) Уровень эксплуатации (доля изъятия  $F_t$ ) устанавливается не выше целевого уровня эксплуатации ( $F_{tr} = 0,002$ ) при промысловом запасе выше граничного ориентира по биомассе ( $B_{lim} = 224$  тыс. т);

2) При промысловом запасе ниже граничного ориентира уровень эксплуатации  $F_t = 0$  (возможен только вылов в научных целях).

Прогнозирование состояния запаса. Применен метод инерционного прогнозирования, когда величина запаса в прогнозируемый год принимается равной таковой в год проведения последней учетной съемки. В соответствии с этим методом промысловый запас гребешка в 2022 г. в Баренцевом море ожидается на уровне 2017 г., в том числе на Святоносском поселении в территориальных водах – 144 тыс. т, Прибрежном – 80 тыс. т.

Результаты прогнозирования медианных значений промыслового запаса до 2030 г. с помощью продукционной модели показали, что при отсутствии промысла на протяжении прогнозного периода величина запаса не превысит 200 тыс. т, т.е. будет ниже уровня  $B_{lim}$ .

Анализ размерно-частотного распределения гребешка Святоносского поселения показывает, что промысловый запас не будет пополняться урожайными поколениями еще 2-4 года (рис. 2). При продолжении промысла высока вероятность дальнейшего снижения промыслового запаса, в то же время при его отсутствии численность может стабилизироваться, так как гребешок является долгоживущим моллюском без высокой естественной смертности.

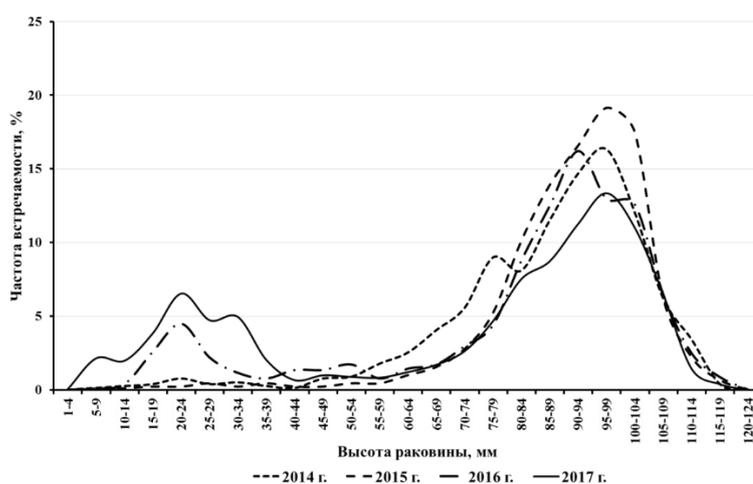


Рис. 2. Размерно-частотное распределение гребешка морского на Святоносском поселении (за исключением промыслового квадрата 952) в 2014-2017 гг. (по данным уловов тралом Сигсби)

Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. В 2017 г. величина промыслового запаса морского гребешка на Святоносском поселении оставалась ниже расчетных величин  $B_{lim}$  и  $B_{MSY}$ . Исходя из данных съемок моллюска и результатов использования продукционной модели, в настоящее время нет биологических оснований для возобновления промысла морского гребешка на Святоносском поселении Баренцева моря в 2022 г.

Для проведения исследований и рыбохозяйственного мониторинга рекомендуется установить изъятие в размере не более 5 т гребешка в научно-исследовательских и контрольных целях.

Анализ и диагностика полученных результатов. В 2017 г. не было отмечено достоверных признаков восстановления промыслового запаса морского гребешка на Святоносском поселении, в 2018-2020 гг. съемка не проводилась. В связи с наблюдаемым в последние годы депрессивным состоянием запаса гребешка на Святоносском поселении и оценкой его запаса ниже биологических ориентиров, представляется обоснованным рекомендовать продолжение временного запрета его промысла в 2022 г.

Результаты имитационного моделирования показали, что ПРП исландского гребешка на Святоносском поселении в Баренцевом море соответствует предосторожному подходу. Модельный анализ целесообразности использования различных элементов ПРП показал, что при целевом уровне изъятия до величины 0,002 приемлем однозональный принцип регулирования, когда рекомендуемое промысловое изъятие не зависит от состояния запаса (если запас выше граничного ориентира), а фиксируется на одном из заданных уровней. Вместе с тем, необходимо подчеркнуть, что дополнительные элементы ПРП (целевой ориентир управления по биомассе, граничный ориентир по эксплуатации и др.) могут быть введены в правило в последующие годы при выходе запаса из депрессивного состояния.

Оценка воздействия промысла на окружающую среду. Влияние драгового промысла гребешка весьма негативно сказывается на бентосном сообществе, однако оно ограничивается небольшой локальной акваторией. Мониторинг длительно эксплуатируемого запаса гребешка на Святоносском поселении показал, что, помимо прямого ущерба гребешку, наносится ущерб и биоценозу в целом. В нем увеличивается доля видов – конкурентов гребешка за ресурсы (сестонофагов эпифауны), что может негативно повлиять на восстановление запаса гребешка.