

Промысловые виды и их биология

УДК 574.587, 574.625

Динамика численности и размерного состава камчатского краба в Баренцевом море в период 2003–2016 гг.

В.А. Бизиков, Л.К. Сидоров, Д.О. Алексеев, А.И. Буяновский

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва

E-mail: bizikov@vniro.ru

В статье представлены данные по уловам и размерному составу камчатского краба, собранные с 2003 по 2016 гг. в Баренцевом море. Все данные были стандартизированы и занесены в базу данных ВНИРО. Рассчитаны промысловые усилия и построены размерные ряды для самцов и самок по каждому году и району. Проанализированы изменения географии промысла и выделены два основных промысловых района. Показано, что каждому из районов соответствует свой центр воспроизводства краба. По результатам обработки данных показано периодическое появление многочисленных поколений, отмечены урожайные поколения в западном и восточном районах, прослежено их развитие и освоение промыслом. Оценён кумулятивный вклад каждого из поколений в суммарный вылов камчатского краба в Баренцевом море. Показано влияние легального и нелегального промысла на численность и продолжительность существования разных поколений. Отмечены циклы появления урожайных поколений в зависимости от условий окружающей среды и кормовой базы. Замечено, что вначале регистрируется урожайное поколение камчатского краба в западном районе, а затем отмечается появление его в восточном районе.

Ключевые слова: камчатский краб *Paralithodes camtschaticus*, пространственное распределение, скопления, размерный состав, урожайное поколение, промысел, Баренцево море, ОДУ.

ВВЕДЕНИЕ

Разработанная и внедрённая в ФГБНУ «ВНИРО» База данных (БД) «Биоресурс» [Поляков и др., 2016] является основным инструментом накопления первичной информации о состоянии водных биоресурсов, собираемой в научно-исследовательских рейсах и в процессе научного мониторинга на промысловых судах [Бизиков и др., 2015]. Единый стандарт ввода первичных данных даёт

возможность быстро получить необходимые сведения за любой период наблюдений и обеспечивает прозрачность и воспроизводимость расчётов, осуществляемых с использованием этой базы [Буяновский и др., 2015]. Одним из объектов промысла, входящих в базу данных (БД), является камчатский краб Баренцева моря, информация по которому накапливается с 2003 г. по настоящее время, охватывая весь период промыслового освоения этого вида

в Баренцевом море. Значительная часть собранной информации в ФГБНУ «ВНИРО» после её обработки была представлена в ряде публикаций [Моисеев, 2003; Моисеев и др., 2005; Буяновский и др., 2012; Горянина, 2015; Лебедев, Горянина, 2016], но в совокупности весь объём собранной информации до сих пор не анализировался.

Камчатский краб в Баренцевом море изучается два десятилетия, в течение которых накоплен достаточно большой объём информации о его акклиматизации, расселении и биологии в Баренцевом море [Кузьмин, Гудимова, 2002; Беренбойм, 2003; Павлов, 2003]. В ряде работ подробно исследованы динамика численности и распределение краба в прибрежной зоне Кольского п-ова [Переладов, 2003; Соколов, Милютин, 2007; Переладов и др., 2013; Сенников, Матюшкин, 2013 а, б; Сенников, Матюшкин, 2015; Дворецкий, 2013; Дворецкий, Дворецкий, 2014; Стесько, 2015 а], описано появление молоди камчатского краба в Воронке и Горле Белого моря [Золотарев, 2010; Стесько, Манушин, 2017]. Было также выполнено описание динамики численности, становления и развития промысла камчатского краба в Баренцевом море [Баканёв, 2009 а, б].

Изучение камчатского краба выполнялось специалистами разных организаций с использованием разных методических подходов, что во многих случаях приводило к противоречиям между результатами, полученными разными авторами, как в оценке биологии вида, так и в оценке процессов становления баренцево-морской популяции камчатского краба, динамики его численности и расселения в Баренцевом море.

Высказывалась версия о том, что центры воспроизводства находятся в западном районе Кольского п-ова, откуда происходит экспансия краба на восток [Буяновский, Сидоров, 2012]. В рамках такого подхода предполагалось, что появление плотных скоплений крупных крабов в юго-восточных районах моря происходит не за счёт пополнения подрастающими крабами непосредственно в этих районах, а за счёт активной миграции крупных особей из западных районов Баренцева моря [Соколов, Милютин, 2008].

Альтернативная гипотеза предполагает наличие нескольких относительно изолирован-

ных группировок камчатского краба с собственными центрами воспроизводства [Моисеев, 2006; Переладов и др., 2013; Стесько, 2015 а]. Такое предположение основано на сравнении размерного состава краба на разных участках Мурманского побережья в 2002—2003 гг., а также на повторных поимках помеченных крабов в непосредственной близости от района мечения через год [Моисеев и др., 2005; Тальберг, 2005].

Накопленные с 2003 по 2016 гг. данные по составу уловов камчатского краба, обработанные по единой методике, позволяют уточнить пространственную и функциональную структуру его популяции в Баренцевом море. Анализ происходивших за этот период изменений в размерно-половом составе, биологическом состоянии, численности в целом и отдельно по функциональным группам даёт возможность выявить общие закономерности динамики популяции в условиях продолжающегося расселения и развивающегося промысла камчатского краба в Баренцевом море.

Целью данной работы является исследование закономерностей расселения, динамики численности и размерно-полового состава уловов камчатского краба и влияния промысла на его популяцию в Баренцевом море за период с 2003 по 2016 гг.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом послужили данные, собранные в 2003—2016 гг. в ходе научно-исследовательских рейсов и мониторинга промысла камчатского краба в Баренцевом море (табл. 1). Район сбора проб охватывал практически весь ареал камчатского краба в российской части Баренцева моря (рис. 1). Для анализа и сопоставления данных акватория была подразделена на два района (рис. 1): западный (к западу от 36° в. д., основное место сбора — Варангер-фьорд и прилегающие акватории); и восточный (к востоку от 36° в. д., основное место сбора — Мурманское мелководье). Такое подразделение было принято рядом исследователей в первые годы изучения камчатского краба в Баренцевом море [Соколов, Милютин, 2008; Pinchukov, Karsakov, 2008; Карсаков, Пинчуков, 2009] и в целом соответствовало нашим данным, в частности, распределению

Таблица 1. Объём материала по камчатскому крабу в Баренцевом море за период с 2003 по 2016 гг., использованный в статье (из базы данных «Биоресурс»)

Название судна / наблюдатели	Дата начала рейса	Дата окончания рейса	Количество станций в течение рейса, шт.	Биологические анализы, экз.
«Конаково» / Сидоров Л.К., Тальберг Н.Б.	08.11.2003	30.12.2003	83	3641
«МРС-058» / Вагин А.В.	15.09.2003	14.11.2003	34	2413
	27.10.2004	29.12.2004	44	3034
«Полярный исследователь» / Горянина С.В.	10.10.2003	07.12.2003	64	3767
	05.02.2006	14.02.2006	49	938
	07.10.2006	11.11.2006	47	701
	16.01.2007	26.01.2007	9	1444
	20.10.2007	29.12.2007	253	9043
	08.10.2008	26.11.2008	43	1534
	30.08.2009	17.12.2009	162	6917
	14.08.2010	29.10.2010	63	2786
	16.08.2011	05.10.2011	426	9611
	16.08.2012	18.10.2012	146	7402
	16.08.2013	04.10.2013	127	6715
	07.09.2014	24.10.2014	58	6532
	28.08.2015	08.10.2015	78	10 266
06.08.2016	01.11.2016	120	11159	
«МРС-315» / Полонский В.Е.	27.10.2004	29.12.2004	43	4598
	24.12.2004	14.01.2005	20	1863
«Нортерн Энтерпрайс» / Горянина С.В.	15.10.2005	10.12.2005	16	1146
	30.09.2007	12.10.2007	103	4062
Маломерное судно / Вагин А.В.	31.08.2005	29.12.2005	150	4738
	18.02.2006	22.02.2006	50	641
«Пегас» / Тальберг Н.Б., Горянина С.В., Сологуб Д.О.	13.11.2006	29.11.2006	18	1988
	20.09.2008	29.09.2008	124	2994
«Глейшер Энтерпрайз» / Горянина С.В.	23.09.2006	28.09.2006	71	1678
«Сандафель» / Ткаченко В.П.	04.11.2006	31.12.2006	58	4882
«Александр Машаков» / Загорский И.А., Горянина С.В., Ботнев Д.А.	28.08.2008	21.10.2008	147	1162
	20.10.2012	27.10.2012	11	147
	21.10.2013	05.11.2013	217	5080
«Капитан Рогозин» / Сологуб Д.О., Горянина С.В.	06.08.2009	11.08.2009	31	438
	06.08.2010	11.08.2010	97	873
	22.07.2009	06.08.2009	43	2058
	03.07.2010	25.07.2010	71	3077
	16.07.2011	07.08.2011	77	3438
«Профессор Бойко» / Сентябов Е.В., Фирсов Ю.Л., Русяев С.М., Буяновский А.И., Огурцов А.Ю., Лабутин А.В., Стесько А.В.	01.07.2012	17.07.2012	61	829
	07.07.2013	27.07.2013	71	2099
	11.07.2014	31.07.2014	85	2040
	08.07.2015	02.08.2015	95	2593

Название судна / наблюдатели	Дата начала рейса	Дата окончания рейса	Количество станций в течение рейса, шт.	Биологические анализы, экз.
«Новоильинск» / Мулин Ю.Н.	23.07.2009	16.08.2009	98	893
«Петр Анохин» / Стесько А.В., Тальберг Н.Б.	06.08.2009	12.08.2009	109	522
«Калмыково» / Вагин А.В.	07.08.2009	12.08.2009	89	180
«Нептун» / Горянина С.В.	06.08.2010	12.08.2010	61	184
«Салацгрива» / Гончар А.Л.	05.08.2010	12.08.2010	52	727
«Морской бриз» / Горянина С.В.	29.11.2017	22.11.2016	28	3441
ИТОГО			3902	146 274

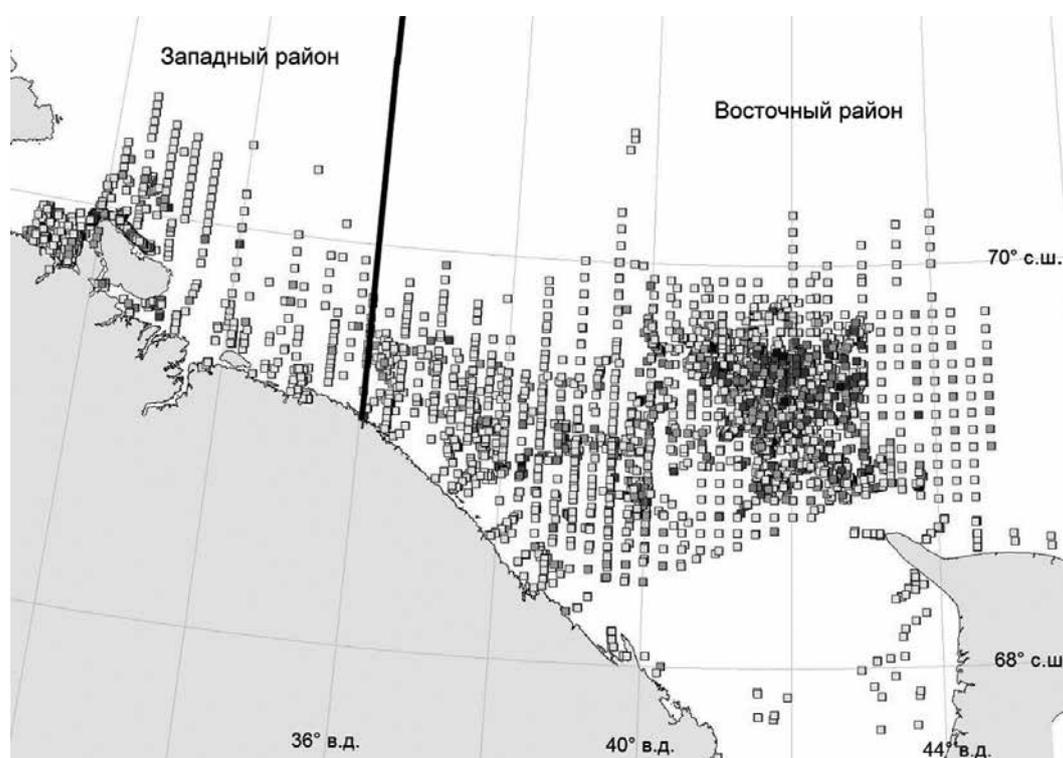


Рис. 1. Распределение точек сбора проб (уловов ловушечных порядков) камчатского краба в российской части Баренцева моря в период с 2003 по 2016 гг., имеющих в БД «Биоресурс» ФГБНУ «ВНИРО». Сплошной линией по меридиану 36° в. д. указана граница между западным и восточным районами исследований

по долготе средних уловов краба на усилие (рис. 2): в западном районе (31° в. д.— 33° в. д.) и в восточном районе (37° в. д.— 44° в. д.) средние за весь период уловы краба на усилие образуют максимумы до 25 экз/лов и до 35 экз/лов, соответственно. В пограничных районах (34° в. д.— 36° в. д.) уловы во все годы наблюдений были минимальными — менее 10 экз/лов. Биологическое объяснение подразделения ареала камчатского краба по 36°

в. д. будет дано в разделе «Обсуждение». Характеризуя имеющийся в нашем распоряжении материал, необходимо отметить, что из Воронки Белого моря имеются только ограниченные данные, собранные в ходе научных съёмок.

В ходе научного мониторинга на промысловых судах в качестве орудий лова использовались специализированные краболовные ловушки трёх типов: конические японского типа и два типа «американских» ловушек —

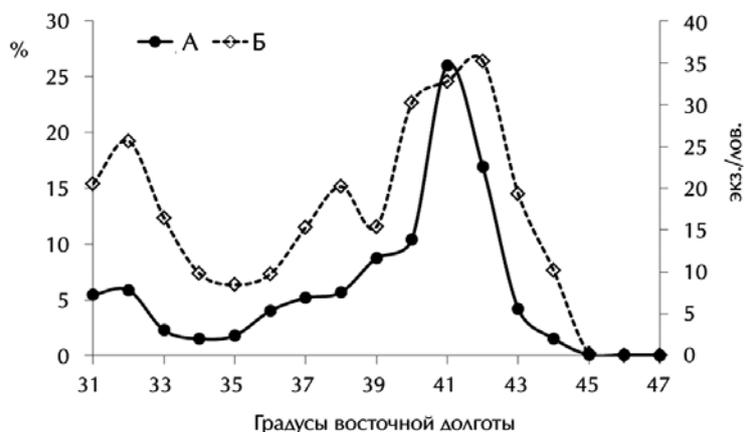


Рис. 2. Процентное распределение точек сбора проб камчатского краба (А) и изменение средних уловов на усилии камчатского краба (экз./лов) (Б) по долготе с 2003 по 2016 гг.

пирамидальные (трапециевидные) и прямоугольные [Моисеев, 2003]. В соответствии с рекомендованными требованиями по ведению БД «Биоресурс» [Бизиков и др., 2015] для каждой станции фиксировали: координаты начала и конца порядка; глубину начала и конца порядка; даты и время постановки и выборки порядка; количество фактически проанализированных ловушек, данные биологического анализа крабов из проанализированных ловушек, в т. ч.: пол, ширину карапакса (ШК); стадию линьки у самцов; стадию зрелости икры у самок.

Последовательность обработки данных включала следующие этапы. Через ГИС «КартМастер» выполняли запросы данных по камчатскому крабу (за период 2003–2016 гг.) из БД «Биоресурс». При выполнении запросов включали режим «мультисъёмка», который позволяет стандартизировать (по отношению к назначаемой базовой съёмке) данные отдельных рейсов с учётом поправочных коэффициентов для разных типов ловушек [Буяновский и др., 2015]. Согласно исследованиям, проведённым для камчатского краба в Баренцевом море [Моисеев, 2003], зона эффективного действия пирамидальной (трапециевидной) ловушки приблизительно равна таковой прямоугольной ловушки «американского» типа и составляет $16\,100\text{ м}^2$, для японской конической ловушки она оценивается в $3\,300\text{ м}^2$. Поскольку более 90% данных было собрано пирамидальными или прямоугольными ловушками, то

их уловистость была принята за единицу. Поправочный коэффициент для японской конической ловушки (рассчитанный по соотношению зон эффективного действия) составил 0,205. Таким образом, данные об уловах во всех рейсах (занесённых в БД «Биоресурс») были стандартизированы и приведены к величине улова на одну пирамидальную ловушку. При стандартизации специальную поправку на время застоя не вводили, но использовали только те данные, где оно не превышало 7 суток.

Уловы на ловушку рассчитывали отдельно для функциональных групп: для непромысловых самцов (ШК менее 150 мм), для промысловых самцов (ШК от 150 мм) и для самок. Для этого в ГИС «КартМастер» в режиме «Фильтрация и расчёт промыслового усилия» [Буяновский и др., 2015] выбирали интересующую группу, расчёт улова на промысловое усилие для которой выполнялся автоматически: количество отфильтрованных экземпляров группы из биологического анализа станции делилось на количество взятых для исследования ловушек. Расчёты уловов на усилие проводили поквартально, отдельно для западного и восточного районов. Для каждого района анализировали динамику размерного состава краба в уловах, рассчитывали средние размеры самцов и самок. Для большей достоверности при сравнении данных за ряд лет выбирался наиболее длительный непрерывный ряд данных в одном из кварталов. Непрерывный ряд данных для восточного района имеется по чет-

вёртому кварталу (с 2003 по 2016 гг.), для западного района — по третьему (с 2009 по 2015 гг.) и четвёртому (с 2003 по 2008 гг.) кварталам (табл. 2, 3; рис. 4, 5). Всего обработано 3902 станций; биологический анализ выполнен у 146 274 особей камчатского краба.

Для оценки межгодовых изменений модальных размеров и численности урожайных поколений использовали «метод отклонений» [Skuladottir, 1979]. Для его применения требуется длительный, сравнимый с продолжительностью жизни генерации, ряд наблюдений за размерным составом популяции. В связи с этим для каждого года и района выполнялось нормирование размерных рядов самцов и самок, для чего рассчитывали процентные частоты размерных классов крабов с шагом 1 мм ШК. Далее, в пределах одного района рассчитывали среднескользящую частоту встречаемости каждого размерного класса за весь период наблюдений. Затем для каждого года строили трансформированный размерный ряд, где для каждого размерного класса рассчитывали разность между его фактической частотой встречаемости в данном году и среднескользящей частотой. Таким образом получали размерные ряды разных лет, где пики положительных отклонений частот встречаемости соответствовали высокоурожайным поколениям. Для нейтрализации случайных колебаний размерные ряды были ещё раз трансформированы путём сглаживания методом 16-членной скользящей средней [Буяновский, 2004].

РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Уловы на усилии

1.1. Западный район

Данные по средним уловам и размерному составу камчатского краба в западном районе Баренцева моря по кварталам с 2003 по 2015 гг. представлены в табл. 2. В период наблюдений мониторинг промысла в западном районе осуществлялся в III и IV кварталах; в 2006 г. — в I и IV кварталах. Достоверных различий средних уловов между III и IV кварталами отмечено не было.

Средние за промысловый сезон уловы самцов (экз/лов) в западном районе варьирова-

ли от 5,3 экз/лов (в 2006 г.) до 36,3 экз/лов (в 2007 г.); средний улов самцов за весь период наблюдений составил 14,7 экз/лов, в т. ч. промысловых самцов — 5,1 экз/лов, непромысловых самцов — 9,6 экз/лов. В начале наблюдений (2003 г.) уловы промысловых самцов (более 150 мм ШК) почти в 2 раза превышали уловы непромысловых самцов: 7,3 экз/лов и 3,7 экз/лов, соответственно (рис. 3А). В 2004 г. уловы промысловых самцов (6,7 экз/лов) и непромысловых самцов (5,7 экз/лов) практически сравнялись. Все остальные годы наблюдений уловы непромысловых самцов были примерно вдвое выше, чем промысловых: в среднем 10,5 экз/лов и 4,7 экз/лов, соответственно. В 2007 г. (год максимальных уловов) средние уловы непромысловых самцов составляли 22,2 экз/лов; промысловых самцов — 14,1 экз/лов. Средний улов за весь период наблюдений в западном районе для промысловых самцов составил 5,9 экз/лов; для непромысловых самцов — 9,5 экз/лов.

Уловы самок в западном районе в целом соответствовали уловам непромысловых самцов. Средние за промысловый сезон уловы самок варьировали от 2,9 экз/лов (2006 г.) до 19,0 экз/лов (2005 г.); средний улов самок за весь период наблюдений составил 10,0 экз/лов.

В целом за период наблюдений уловы самцов и самок в западном районе оставались стабильными. Незначительное увеличение уловов отмечено в 2005 г. (самки и непромысловые самцы) и в 2007 г. (непромысловые и промысловые самцы).

1.2. Восточный район

Данные по средним уловам и размерному составу камчатского краба в восточном районе Баренцева моря по кварталам с 2003 по 2016 гг. представлены в табл. 3. В эти годы мониторинг промысла в восточном районе осуществлялся в основном в III и IV кварталах; в 2006—2007 гг. — также и в I квартале. Достоверных различий в средних уловах по кварталам отмечено не было.

Средние за промысловый сезон уловы самцов в восточном районе варьировали от 13,4 экз/лов (в 2004 г.) до 93,8 экз/лов (в 2015 г.); средне-многолетний улов самцов за период наблюдений составил 44,4 экз/лов.

Таблица 2. Уловы и средние значения ширины карапакса (мм) камчатского краба по кварталам в западном районе Баренцева моря с 2003 по 2015 гг.

Квартал	Улов шт./лов			Ширина карапакса, мм	
	Самцы ШК<150 мм	Самцы ШК>150 мм	Самки	Самцы	Самки
	мин. — макс. (средн.)				
2003 г. (самцы n = 1715 шт., самки n = 698 шт.) станций 34					
III	0,5–9,0 (3,5)	3,5–24,0 (8,0)	0,3–68,0 (30,2)	78–210(166,3)	92–173 (133,7)
IV	0,2–33,5 (3,7)	1,5–24,7 (7,3)	0,3–19,3 (4,2)	72–298 (164,4)	84–178 (129,9)
2004 г. (самцы n = 5721 шт., самки n = 1911 шт.) станций 87					
IV	0,5–50,0 (5,7)	1,0–51,0 (6,7)	0,1–85,0 (9,0)	72–228 (158,8)	58–199 (127,3)
2005 г. (самцы n = 2136 шт., самки n = 2602 шт.) станций 150					
III	1,0–53,0 (10,6)	1,0–14,0 (5,0)	1,0–78,0 (14,9)	59–223 (133,4)	59–198 (115,4)
IV	1,0–45,0 (10,9)	1,0–15,0 (4,3)	1,0–56,0 (19,0)	51–222 (128,4)	58–198 (113,5)
2006 г. (самцы n = 918 шт., самки n = 549 шт.) станций 56					
I	1,0–5,0 (1,6)	1,0–43,0 (8,7)	1,0–46,0 (7,8)	120–235 (182,5)	117–177 (141,1)
IV	0,6–19,0 (3,7)	0,2–8,8 (1,7)	0,4–12,0 (2,9)	97–219 (140,1)	93–160 (125,0)
2007 г. (самцы n = 581 шт., самки n = 104 шт.) станций 16					
IV	1,0–178,0 (22,2)	3,0–67,0 (14,1)	1,0–34,0 (9,5)	101–227 (146,2)	94–163 (129,1)
2009 г. (самцы n = 1539 шт.; самки n = 661 шт.) станций 50					
III	0,7–63,3 (13,3)	0,3–40,0 (7,1)	0,3–55,0 (9,8)	75–227 (132,4)	71–160 (108,5)
2010 г. (самцы n = 1851 шт., самки n = 1233 шт.) станций 91					
III	0,3–57,7 (12,6)	0,3–21,0 (3,7)	0,3–66,3 (10,0)	68–210 (122,5)	72–172 (107,0)
2011 г. (самцы n = 1731 шт., самки n = 992 шт.) станций 39					
III	0,3–45,0 (13,7)	0,3–6,3 (2,6)	0,3–46,0 (9,5)	63–202 (124,9)	64–176 (109,3)
2012 г. (самцы n = 104 шт., самки n = 77 шт.) станций 11					
III	0,3–14,7 (5,9)	0,3–2,7 (0,9)	0,3–16,3 (4,3)	86–195 (132,2)	97–164 (123,5)
2013 г. (самцы n = 1625 шт., самки n = 744 шт.) станций 93					
III	0,3–47,0 (8,4)	0,3–19,0 (4,4)	0,3–41,0 (9,5)	65–200 (138,4)	67–167 (120,4)
IV	1,0–49,0 (8,6)	1,0–108,0 (16,1)	1,0–26,0 (11,2)	109–207 (162,4)	107–165 (135,1)
2014 г. (самцы n = 945 шт., самки n = 512 шт.) станций 36					
III	0,3–41,3 (8,7)	0,3–20,7 (4,8)	0,3–59,0 (10,6)	82–223 (139,0)	78–161 (119,2)
2015 г. (самцы n = 952 шт., самки n = 630 шт.) станций 40					
III	0,3–38,3 (6,2)	0,3–16,0 (3,6)	0,3–49,0 (7,4)	76–206 (139,9)	78,0–171,0 (125,2)

Уловы промысловых самцов в начале наблюдений (в 2003 и 2005 гг.) были весьма высоки: 42,9 экз/лов и 59,5 экз/лов, соответственно (рис. 3 Б). В 2006–2009 гг. они

снизились до уровня 11,6–13,9 экз/лов. Начиная с 2010 г. уловы промысловых самцов вновь стали расти и в 2015 г. достигли максимума: 77,7 экз/лов. Средний улов промысло-

Таблица 3. Уловы и средние значения ширины карапакса (ШК) камчатского краба по кварталам в восточном районе Баренцева моря с 2003 по 2016 гг.

Квартал	Улов шт./лов			Ширина карапакса, мм	
	Самцы ШК<150мм	Самцы ШК>150мм	Самки	Самцы	Самки
	мин. — макс. (средн.)				
2003 г. (самцы n = 7060 шт., самки n = 348 шт.) станций 147					
III	1,0–91,0 (7,2)	4,0–132,0 (45,7)	1,0–19,0 (2,9)	87–240 (173,9)	92–156 (125,1)
IV	1,0–24,0 (4,4)	1,0–116,0 (42,9)	1,0–74,00 (11,7)	74–242 (174,3)	113–158 (135,1)
2004 г. (самцы n = 1536 шт., самки n = 327 шт.) станций 20					
IV	0,1–3,8 (0,7)	1,8–32,7 (12,6)	0,4–15,8 (3,4)	88–250 (187,8)	78–184 (140,0)
2005 (самцы n = 960 шт., самки n = 186 шт.) станций 16					
IV	1,0–50,0 (9,7)	18,0–101,0 (59,5)	1,0–64,0 (15,5)	97–243 (192,8)	94–204 (144,8)
2006 г. (самцы n = 6441 шт., самки n = 2912 шт.) станций 237					
I	0,1–1,0 (0,1)	1,0–42,0 (11,0)	1,0–36,0 (13,3)	138–235 (190,9)	114–184 (148,9)
III	1,0–63,0 (11,9)	1,0–122,0 (20,7)	1,0–48,0 (10,5)	99–237 (176,8)	93–167 (125,1)
IV	0,1–20,0 (2,9)	0,1–74,2 (12,7)	0,2–101,3 (8,1)	84–245 (174,6)	83–205 (143,2)
2007 г. (самцы n = 10655 шт, самки n = 3209 шт.) станций 349					
I	0,1–0,3(0,1)	3,3–17,2(8,2)	0,2–19,0(6,9)	119–248(199,9)	115–188 (157,0)
IV	1,0–164,0 (11,0)	1,0–94,0 (21,6)	1,0–137,0 (10,9)	68–267 (175,1)	73–208 (152,9)
2008 г. (самцы n = 5227 шт., самки n = 463 шт.) станций 314					
III	1,0–60,0 (5,9)	1,0–113,0 (18,2)	1,0–6,0 (2,0)	76–244 (166,0)	76–178 (121,3)
IV	1,0–54,0 (5,5)	1,0–103,0(13,6)	1,0–61,0 (6,93)	88–266 (166,0)	80–190 (144,5)
2009 г. (самцы n = 6154 шт., самки n = 2654 шт.) станций 482					
III	0,3–55,0 (7,4)	0,3–68,0 (9,2)	0,3–54,0 (5,5)	51–254 (161,8)	57–194 (123,0)
IV	1,0–109,0 (17,5)	1,0–73,0 (13,9)	1,0–134,0 (20,0)	70–250 (148,3)	56–201 (136,2)
2010 г. (самцы n = 3327 шт., самки n = 1236 шт.) станций 253					
III	0,3–96,0 (12,3)	0,3–54,0 (9,9)	0,3–54,0 (8,3)	55–244 (145,4)	58–194 (126,5)
IV	1,0–143,0 (18,0)	5,0–54,0 (16,8)	1,0–58,0 (13,0)	73–257 (149,7)	78–194 (131,1)
2011 г. (самцы n = 9328 шт., самки n = 998 шт.) станций 464					
III	0,3–147,0 (16,1)	0,3–144,0 (30,1)	0,2–37,5 (5,1)	52–255 (156,9)	58–197 (124,9)
2012 г. (самцы n = 6445 шт., самки n = 1752 шт.) станций 207					
III	0,3–91,0 (9,4)	0,3–131,0 (27,4)	0,3–76,0 (8,9)	65–243 (165,4)	71–199 (138,3)
IV	1,0–154,0 (15,4)	2,0–104,0 (28,2)	1,0–64,0 (18,7)	58–233 (164,1)	65–203 (140,2)
2013 г. (самцы n = 9068 шт., самки n = 2457 шт.) станций 322					
III	0,3–144,0 (12,2)	0,3–139,0 (38,7)	0,3–77,0 (7,8)	48–257 (169,0)	75–192 (131,8)
IV	1,0–56,0 (7,7)	1,0–71,0 (18,6)	1,0–151,0 (15,6)	65–220 (167,2)	71–200 (137,2)
2014 г. (самцы n = 6468 шт., самки n = 646 шт.) станций 111					
III	0,3–63,0 (5,9)	0,3–169,0 (41,1)	0,3–14,7 (4,3)	91–233 (177,7)	75–184 (134,2)
IV	1,0–44,0 (12,0)	13,0–184,0 (89,8)	1,0–85,0 (8,9)	60–230 (177,4)	67–177 (132,0)
2015 г. (самцы n = 10 226 шт.; самки n = 1051 шт.) станций 133					
III	0,3–116,0 (16,1)	0,3–216,0 (63,7)	0,3–49,0 (8,9)	74–239 (175,9)	59–179 (129,6)
IV	1,0–43,0 (16,1)	17,0–187,0 (91,6)	1,0–24,0 (5,7)	75–241 (180,8)	80–153 (114,4)

Квартал	Улов шт./лов			Ширина карапакса, мм	
	Самцы ШК<150мм	Самцы ШК>150мм	Самки	Самцы	Самки
	мин. — макс. (средн.)				
2016 г. (самцы n = 11690 шт., самки n = 2910 шт.) станций 148					
III	1,0–150,0 (15,6)	9,0–176,0 (84,5)	1,0–64,0 (13,5)	60–245 (181,9)	58–175 (116,4)
IV	0,2–184,0 (7,7)	1,0–161,0 (47,9)	0,5–117,0 (10,2)	73–251 (181,2)	– 190 (138,0)

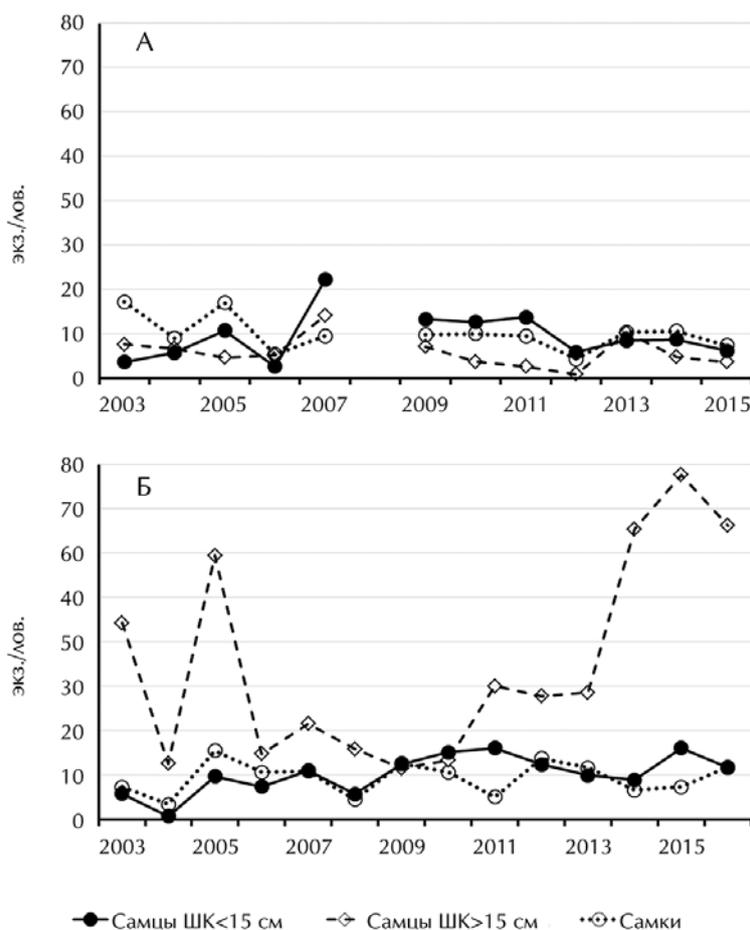


Рис. 3. Изменение средних уловов на усилие камчатского краба в Баренцевом море с 2003 по 2016 гг.: А — в западном районе; Б — в восточном районе

вых самцов за весь период наблюдений составил 35,0 экз./лов.

Уловы непромысловых самцов в восточном районе варьировали от 0,7 экз./лов (2004 г.) до 16,1 экз./лов (2011 г.); средний улов за период наблюдений составил 10,2 экз./лов. В начале наблюдений (2003–2008 гг.) уловы непромысловых самцов были низкими: 0,7–11,0 экз./лов. В 2009–2010 гг. они выросли до

максимальных значений (18,0–17,5 экз./лов), а затем снизились до 7,7 экз./лов в 2013 г. В 2015 г. уловы непромысловых самцов снова выросли до 16,1 экз./лов.

В целом за период наблюдений уловы промысловых самцов в восточном районе были в 4–5 раз выше уловов непромысловых самцов. Лишь в 2009–2010 гг., когда численность промысловых самцов была низкой, а непромы-

словых, наоборот, достигла максимума, уловы непромысловых самцов (17,5 экз/лов и 18,0 экз/лов, соответственно) немного превысили уловы промысловых самцов: 13,9 экз/лов и 16,7 экз/лов, соответственно.

Уловы самок, как и в западном районе, в целом соответствовали уловам непромысловых самцов. Средние за промысловый сезон уловы самок варьировали от 3,4 экз/лов (в 2004 г.) до 20,0 экз/лов (в 2009 г.), средний улов самок за весь период наблюдений составил 10,8 экз/лов, т. е. достоверно не отличался от среднего улова самок в западном районе.

Сравнивая между собой уловы крабов в западном и восточном районах Баренцева моря в период 2003—2016 гг., следует отметить, с одной стороны, отсутствие достоверных различий в средних уловах самок и непромысловых самцов, а с другой стороны, шестикратное превосходство средних уловов промысловых самцов в восточном районе над таковыми в западном (35,9 экз/лов и 5,9 экз/лов, соответственно). Уловы непромысловых самцов и самок как в западном, так и в восточном районах варьировали в пределах от 9,4 до 10,2 экз/лов. Уловы промысловых самцов в западном районе были ниже, чем уловы непромысловых самцов и самок, а в восточном районе — в среднем в три раза выше их. В межгодовом аспекте уловы промысловых самцов в западном районе в исследованный период были относительно стабильны, а в восточном районе имели два выраженных максимума: в начале наблюдений (2003—2005 гг.) и в последние три года (2014—2016 гг.).

2. Размерный состав уловов и его пространственно-временная динамика

Размерный состав уловов самцов и самок камчатского краба в западном и восточном районах отдельно по годам с 2003 по 2016 гг. представлен на рис. 4, 5. В целом за этот период в уловах встречались крабы в широком диапазоне размеров: от 48 до 298 мм ШК; крабы размерами от 80 до 220 мм ШК присутствовали в размерных рядах всех лет. Частота встречаемости разных размерных групп крабов в уловах варьировала в широких пределах: обычно в размерном ряду отдельно взя-

того года прослеживались один-два, реже — три пика многочисленных размерных групп; ширина каждого пика составляла 3,0—3,5 мм ШК у самцов и 2,5—3,0 мм ШК у самок. При сравнении размерных рядов самцов и самок в последовательном ряду лет видно, что модальные размеры этих многочисленных пиков постепенно увеличиваются год от года. Гistogramмы последовательного ряда лет позволяют проследить, как эти пики вначале появляются среди самых мелких размерных классов, постепенно возрастают в размерах, проходя через весь размерный ряд, и исчезают среди самых крупных размерных классов.

Ранее было показано [Виноградов, 1969; Родин, 1985; Соколов, Милютин, 2007; Дворецкий, 2011], что пики в размерных рядах камчатского краба образованы особями многочисленных урожайных поколений (когорт), а изменение их модальных размеров отражает средний групповой прирост когорты за год. Величина годового прироста, наблюдаемая нами в период с 2003 по 2016 гг., соответствует ранее полученным оценкам группового годового прироста камчатского краба в Баренцевом море [Баканёв, 2009 а; Дворецкий, 2011]. Имеющийся в нашем распоряжении массовый репрезентативный материал по размерному составу уловов краба на протяжении 14 лет позволяет исследовать частоту появления многочисленных поколений в популяции камчатского краба в Баренцевом море, его групповой рост и продолжительность жизни одного поколения.

2.1.1. Западный район, размерный состав самцов

В период с 2003 по 2015 гг. в ловушечных уловах в западном районе встречались самцы размерами от 51 до 298 мм ШК. Средний размер самцов за весь период наблюдений составил 143 мм ШК; наибольшие среднегодовые размеры зафиксированы в 2003 г. (163,7 мм ШК); наименьшие — в 2010 г. (122,5 мм ШК). За период наблюдений (с 2003 по 2015 гг.) в размерных рядах самцов камчатского краба в западном районе прослеживается прохождение пяти многочисленных поколений.

Первое многочисленное поколение, условно назовём его поколением № 1, в начале на-

блюдений (2003 г.) составляло основу промысловых уловов в западном районе. Модальные размеры этого поколения в 2003 г. составляли 185 мм ШК; доля в уловах — около 35% от всех самцов. В 2004 г. модальные размеры этой группы самцов остались прежними,

а доля в уловах увеличилась до 44%. Отсутствие прироста модальных размеров в 2004 г. связано с тем, что в этот год поколение № 1 слилось со следующим, более мелким поколением самцов в общем распределении, близком к нормальному (см. ниже). В 2005 г. доля

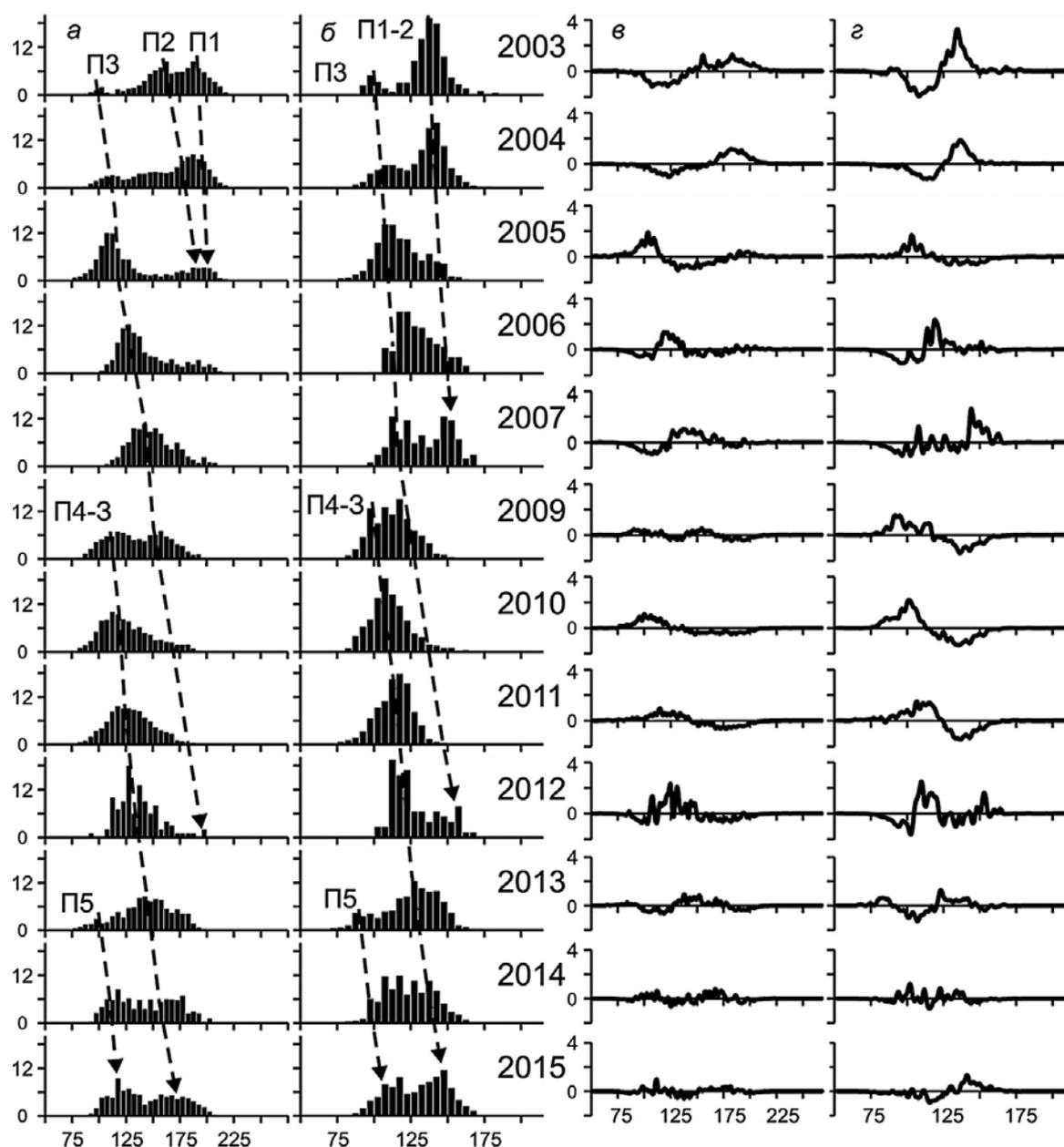


Рис. 4. Размерный состав самцов (а) и самок (б) камчатского краба; графики отклонений от среднемноголетней частоты встречаемости самцов (в) и самок (г) в уловах в западном районе Баренцева моря в период с 2003 по 2015 гг.

По оси абсцисс: ширина карапакса (мм); по оси ординат: для гистограмм размерного состава — частота встречаемости (%); для графиков отклонений — разность (%) между фактической и среднемноголетней частотой встречаемости данного размерного класса. Условные обозначения: П1 — поколение № 1; П2 — поколение № 2; П3 — поколение № 3; П4-З — поколение № 4 — запад; П5 — поколение № 5 (пояснения в тексте)

самцов поколения № 1 в уловах снизилась до 16%, а модальные размеры выросли до 190–195 мм ШК. Последний раз самцы поколения № 1 в западном районе отмечены в 2006 г., когда они образовывали едва заметный пик 200 мм ШК с частотой встречаемости около 6%. Таким образом, самцы поколения № 1 в западном районе присутствовали в течение 4-х лет наблюдений (с 2003 по 2006 гг.), из них два года (2003–2004 гг.) они составляли основу запаса.

Второе многочисленное поколение (далее — поколение № 2), на момент начала наблюдений (2003 г.) было представлено самцами с модальными размерами 160 мм ШК и образовывало отдельный хорошо выраженный пик, составлявший около 33% всех самцов. Начиная с 2004 г. это поколение слилось с поколением № 1 в общем распределении, близком к нормальному. В последний раз самцы, которые могли принадлежать к этому поколению, были отмечены в уловах в западном районе в 2007 г. в виде немногочисленной (около 9%) группы со средними размерами 195 мм ШК.

Третье многочисленное поколение (далее — поколение № 3) в 2003 г. было представлено немногочисленной (менее 5%) молодью модальных размеров 95–100 мм ШК. Наибольшей частоты встречаемости (около 55%) самцы этого поколения достигли в 2006 и 2007 гг. при модальных размерах 125 мм ШК и 140 мм ШК, соответственно. Промысловый запас (более 150 мм ШК) самцы поколения № 3 стали пополнять в 2007 г., а основная их масса вступила в промысловый запас в 2008 г., когда исследования краба в западном районе не проводились. Однако в 2009 г., когда модальные размеры самцов поколения № 3 составляли 155 мм ШК, их доля в уловах снизилась до 38%. В следующем 2010 г. доля самцов поколения № 3 в уловах упала до 14%, и они уже не образовывали отдельного пика в размерном ряду. В дальнейшем их численность продолжала снижаться; в последний раз самцы поколения № 3 были отмечены в уловах в западном районе в 2012 г.

Четвёртое многочисленное поколение самцов (далее — поколение № 4) впервые было отмечено в уловах в 2009 г. в виде молодё

с модальными размерами 110–115 мм ШК и частотой встречаемости около 36%. Относительно крупные модальные размеры и высокая численность этого поколения в 2009 г. указывают на то, что впервые в ловушечных уловах оно должно было появиться в 2008 г., когда исследования в западном районе не проводились. Наибольшую частоту встречаемости (около 56–60%) самцы этого поколения имели в 2010–2012 гг. при модальных размерах 115 мм ШК, 120 мм ШК и 125 мм ШК, соответственно. В промысловый запас поколение № 4 вступило в 2014 г., составляя при этом около 1/3 уловов самцов. В 2015 г. (в последний год наблюдений в западном районе) самцы поколения № 4 имели модальные размеры 155 мм ШК и составляли в уловах около 30%.

Наконец, пятое многочисленное поколение самцов (далее — поколение № 5) появилось в уловах в 2013 г. и было представлено молодью с модальными размерами 95 мм ШК и долей в уловах около 10%. В последующие годы частота встречаемости самцов этого поколения росла, размеры увеличивались, и в 2015 г. самцы поколения № 5 имели модальные размеры 115 мм ШК, составляя около 40% в уловах.

Использование метода отклонений подтвердило выделение 5 вышеописанных многочисленных поколений. Некоторый «сбой» в росте самцов поколения № 3, наблюдавшийся в 2009 г. и выразившийся в низком приросте модальных размеров (на 15 мм ШК с 2007 по 2009 гг.), по-видимому, был связан со сменной районой сбора проб — в 2005–2007 гг. пробы собирали преимущественно на шельфе, за территориальными водами. В 2009 г. значительная часть материала была взята из территориальных вод — Варангер-фьорда и зал. Мотовский. Возможно, что здесь, в силу более высокой плотности темпы роста были несколько ниже, что и сказалось на размерах краба. Поколение № 4 на кривых отклонений также впервые появляется в 2009 г. и прослеживается в течение всех последующих лет наблюдений в данном районе.

2.1.2. Западный район, размерный состав самок

В период с 2003 по 2015 гг. в уловах в западном районе встречались самки в диапазоне

размеров от 58 до 198 мм ШК. Средний размер самок за весь период наблюдений составил 117,6 мм ШК. Как и у самцов, наибольшие среднегодовые размеры самок отмечены в 2003 г. (129,7 мм ШК); наименьшие — в 2010 г. (107,0 мм ШК).

В размерных рядах самок в западном районе прослеживаются те же многочисленные поколения, что и у самцов: соответствие наблюдается по времени первого появления поколения, времени достижения им максимальной частоты встречаемости в уловах и времени исчезновения из уловов.

Поколения № 1 и 2 у самок в западном районе уже в 2003 г. слиты в общий модальный пик 135–140 мм ШК, составляющий в уловах свыше 80%. В последующие годы численность этой группы постепенно снижается, а модальные размеры растут. Последний раз эта группа самок образует в размерном ряду отчётливый пик в 2007 г., когда их модальные размеры составляют 150 мм ШК, а частота встречаемости — около 33%.

Поколение № 3 в размерных рядах самок появилось в 2003 г., в тот же год, что и у самцов, и было представлено молодью модальных размеров 95 мм ШК, составлявшей около 10% всех самок. В следующем 2004 г. частота встречаемости самок этого поколения достигла 25%, а модальные размеры увеличились до 105 мм ШК. В 2005–2006 гг. самки поколения № 3 составляли около половины от всех самок, а их модальные размеры увеличивались на 5 мм в год: до 115 мм ШК в 2005 г. и до 120 мм ШК в 2006 г. Начиная с 2007 г. самки поколения № 3 убывали в численности и увеличивались в размерах, присутствуя в уловах в 2010–2011 г., но уже не образуя модальных пиков в размерных рядах. В последний раз самки поколения № 3 были отмечены в уловах в западном районе в 2013 г.

Самки поколения № 4 впервые были отмечены в уловах в 2009 г. в виде довольно многочисленной (около 25% всех самок) группы молоди с модальными размерами 95 мм ШК. В 2010 г. их доля в уловах увеличилась до 60%, а модальные размеры выросли до 105 мм ШК. В 2011 г. они достигли максимальной частоты встречаемости (свыше 80%) при модальных размерах 115 мм ШК. В последую-

щие годы самки этого поколения постепенно убывали в численности, увеличиваясь в размерах. В последний год наблюдений (2015 г.) самки поколения № 4 имели модальные размеры 140 мм ШК и составляли около 40% в уловах.

Самки поколения № 5 появились в уловах в западном районе в 2013 г., когда они имели модальные размеры 85–90 мм ШК и составляли около 10% уловов. В 2014 г. их модальные размеры выросли до 95 мм ШК, а в 2015 г. — до 105 мм ШК. Частота их встречаемости к 2015 г. выросла до 20%.

Таким образом, в западном районе самки многочисленных поколений № 3, 4 и 5 появлялись в уловах одновременно с самцами: в 2003, 2009 и 2013 гг., соответственно. В год первого появления каждого многочисленного поколения модальные размеры самок и самцов в нём совпадают, составляя 90–95 мм ШК. Однако в последующие годы самки растут заметно медленнее самцов и в зрелом состоянии достигают средних размеров 145–160 мм ШК против 175–180 мм ШК у самцов. Замедленный рост самок камчатского краба объясняется их более высокими генеративными тратами, по сравнению с самцами [Дворецкий, Дворецкий, 2014].

2.2.1. Восточный район, размерный состав самцов

В период с 2003 по 2016 гг. в ловушечных уловах в восточном районе встречались самцы размерами от 48 мм до 267 мм ШК; средний размер за период наблюдений составил 171,4 мм ШК. Наибольшие среднегодовые размеры отмечены в 2007 г. (175,1 мм ШК); наименьшие — в 2010 г. (149,7 мм ШК). В течение всего периода наблюдений самцы в восточном районе были заметно крупнее чем в западном как по средним, так и по максимальным размерам. За период наблюдений в размерных рядах самцов камчатского краба в восточном районе прослеживается прохождение четырёх многочисленных мод.

Поколения № 1 и 2 у самцов в восточном районе в течение всего периода их встречаемости в уловах (2003–2009 гг.) образовывали общий модальный пик, в котором невозможно было определить долю каждого поколения. В начале наблюдений (2003 г.) эта группа

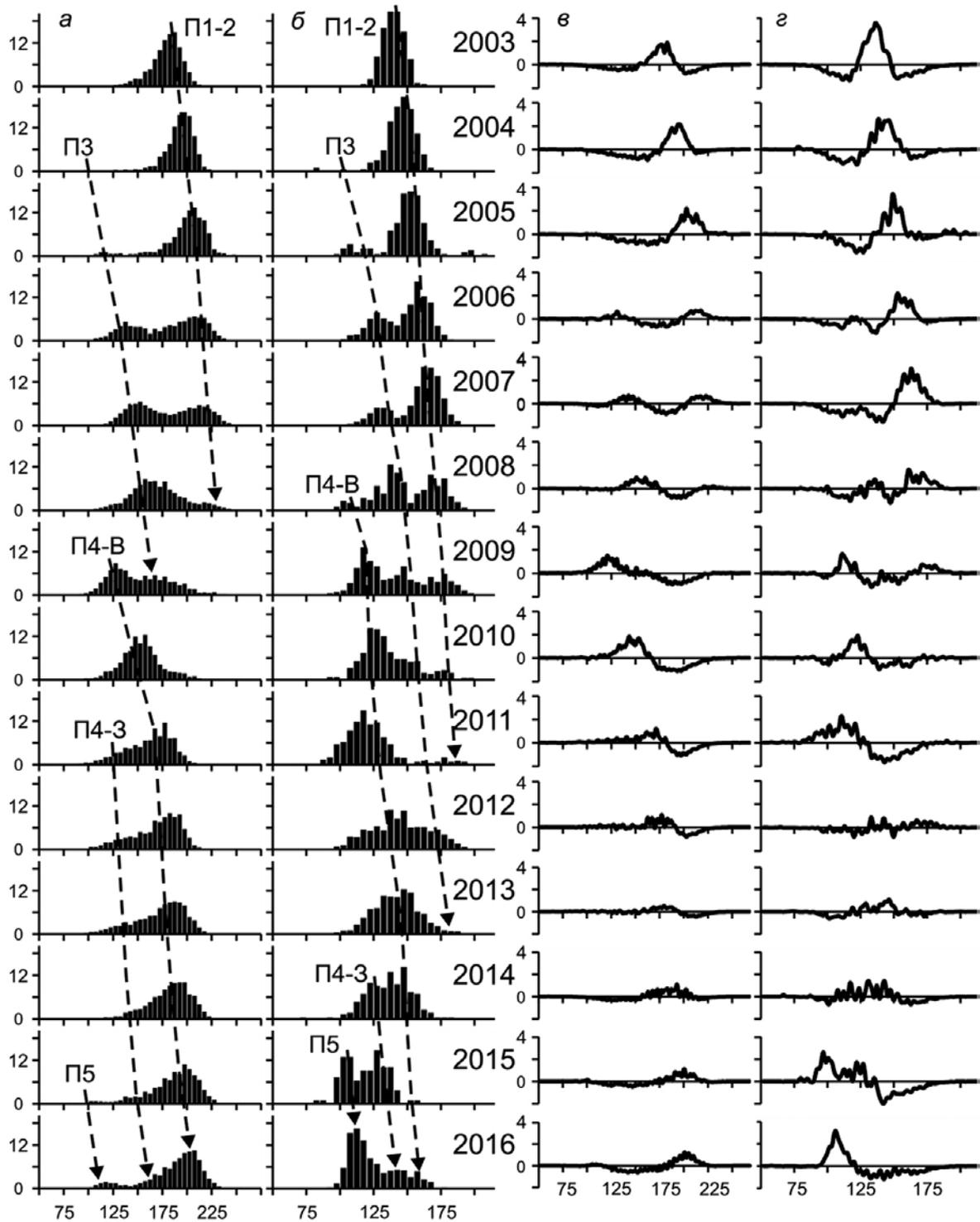


Рис. 5. Размерный состав самцов (а) и самок (б) камчатского краба; графики отклонений от среднееголетней частоты встречаемости самцов (в) и самок (г) в уловах в восточном районе Баренцева моря в период с 2003 по 2016 гг.

Значение осей — как на рис. 4. Условные обозначения: П1 — поколение № 1; П2 — поколение № 2; П3 — поколение № 3; П4-З — поколение № 4—Запад; П4-В — поколение № 4-Восток; П5 — поколение № 5 (пояснения в тексте)

имела модальные размеры 180–185 мм ШК и составляла около $2/3$ уловов всех самцов. Наибольшей частоты встречаемости (75–80%) самцы этой группы достигли в 2004–2005 гг. при модальных размерах 190 мм ШК и 200 мм ШК, соответственно. В 2006 г. доля в уловах этой группы самцов снизилась до 40%, а модальные размеры выросли до 205 мм ШК. В последующие годы самцы этой группы продолжали убывать в численности, увеличиваясь в размерах, вплоть до 2009 г., когда их последние представители образовывали в размерном ряду едва заметный (менее 4% от всех самцов) пик с модальными размерами 225 мм ШК. Таким образом, самцы поколений № 1 и 2 присутствовали в промысловом запасе в восточном районе в течение 7 лет (с 2003 по 2009 гг.), из них 5 лет (с 2003 по 2007 гг.) они составляли основу промыслового запаса. В западном районе самцы этой группы исчезли из уловов раньше, чем в восточном районе.

Следующее многочисленное поколение самцов в восточном районе появилось в 2004 г. в виде молоди модальных размеров 95–100 мм ШК, составлявшей в уловах менее 5%. По модальным размерам оно соответствовало поколению № 3, впервые отмеченному в западном районе годом ранее. В последующие годы модальные размеры и частота встречаемости самцов поколения № 3 в уловах в восточном районе устойчиво росли: в 2006 г. они достигли 125 мм ШК (25% в уловах); в 2007 г. — 140 мм ШК (35% в уловах). В 2008 г. самцы поколения № 3 в восточном районе пополнили промысловый запас, достигнув модальных размеров 155 мм ШК; их доля в уловах составила около 50%. Однако уже в следующем 2009 г., когда модальные размеры самцов поколения № 3 увеличились до 165 мм ШК, доля этого поколения в уловах упала до 28%, и оно уже не образовывало отдельного пика в размерном ряду. В следующем 2010 г. доля самцов поколения № 3 ещё более снизилась, а в 2011 г. это поколение практически исчезло из уловов в восточном районе.

Сравнение между западным и восточным районами показывает, что самцы поколения № 3 в период их встречаемости (2003–2012 гг.) в обоих районах имели одинаковые модальные размеры. В западном районе они

появились в 2003 г., на год раньше, чем в восточном, и раньше достигли максимума встречаемости — 55% в 2006–2007 гг. Однако после 2008 г., когда самцы поколения № 3 достигли промысловых размеров, их доля в размерных рядах как в западном, так и в восточном районах стала резко снижаться, и в течение четырёх лет (к 2011–2012 гг.) они практически исчезли из уловов в обоих районах.

Следующее многочисленное поколение самцов в восточном районе было отмечено в уловах в 2008 г. в виде молоди модальных размеров 115–120 мм ШК с частотой встречаемости около 6%. В 2009 г. это поколение достигло модальных размеров 125–130 мм ШК, а его доля в уловах выросла до 33%. По модальным размерам в 2009 г. данное поколение самцов в восточном районе примерно на 15–20 мм превосходило самцов поколения № 4 из западного района, что даёт основание предположить, что оно было старше поколения № 4 западного района на 2 года. В дальнейшем для удобства различения мы будем говорить о поколении № 4 западного района (поколение № 4-Запад) и поколении № 4 восточного района (поколение № 4-Восток), соответственно. В промысловый запас самцы поколения № 4-Восток вступили в 2010–2011 гг., составляя в эти годы около 50% уловов. В последующие годы, вплоть до последнего года наблюдений (2016 г.), самцы поколения № 4-Восток продолжали доминировать в уловах в восточном районе. Пик их численности был достигнут в 2013–2014 гг., когда они составляли около $2/3$ уловов при модальных размерах 185–190 мм ШК. К 2016 г. доля самцов поколения № 4-Восток в уловах составляла около 50%, а модальные размеры увеличились до 205 мм ШК. В настоящее время многочисленное поколение № 4-Восток, на протяжении 6 лет (2011–2016 гг.) составлявшее основу промыслового запаса камчатского краба в восточном районе Баренцева моря, постепенно уходит из уловов из-за естественной смертности и изъятия промыслом.

Самцы, соответствовавшие модальным размерам самцов поколения № 4-Запад, встречались в уловах и в восточном районе в годы, когда это поколение доминировало в уловах в западном районе: с 2011 по 2016 гг. В этот

период в восточном районе доля самцов поколения № 4-Запад оставалась стабильной и весьма низкой: 7–8%; отдельного модального пика в размерном ряду оно не образовывало. Наличие самцов поколения № 4-Запад в уловах в восточном районе свидетельствует об активной миграции взрослых самцов из западного района в восточный.

Самцы поколения № 5 впервые появились в уловах в восточном районе в 2015 г. и были представлены немногочисленной (менее 3%) молодью с модальными размерами 105 мм ШК. В 2016 г. их доля в уловах увеличилась до 8%, а модальные размеры — до 115 мм ШК. По сравнению с западным районом самцы поколения № 5 появились в восточном районе на 3 года позже. Однако, учитывая численность этого поколения в западном районе в 2014–2015 гг., можно ожидать, что поколение № 5 составит основу промыслового запаса камчатского краба в восточном районе в ближайшие годы.

Использование метода отклонений подтвердило выделение вышеописанных многочисленных поколений. Наиболее чётко на графиках отклонений прослеживается смещение модальных пиков самцов поколений № 1, 3, 4-Восток и 5.

2.2.2. Восточный район, размерный состав самок

В период наблюдений (2003–2016 гг.) в уловах в восточном районе встречались самки в диапазоне размеров от 56 до 208 мм ШК. Средний размер самок за весь период наблюдений составил 139,6 мм ШК; наибольшие среднегодовые размеры отмечены в 2007 г. (152,9 мм ШК); наименьшие — в 2015 г. (114,4 мм ШК). За период наблюдений в размерных рядах самок в восточном районе прослеживается прохождение четырёх многочисленных мод.

На момент начала наблюдений (2003 г.) самки поколений № 1 и 2 в восточном районе образовывали общий модальный пик 135–140 мм ШК с частотой встречаемости более 80%. Следующие 4 года (2004–2007 гг.) эта группа доминировала среди самок, постепенно увеличиваясь в размерах и снижаясь в численности: 140–145 мм ШК (79%)

в 2004 г.; 145–150 мм ШК (70%) в 2005 г.; 155 мм ШК (56%) в 2006 г. и 160–165 мм ШК (66%) в 2007 г. В 2008 г. доля в уловах самок этой группы упала до 39% и продолжала убывать вплоть до 2011 г., когда самки этой группы в последний раз были отмечены в уловах. По сравнению с западным районом самки поколений № 1 и 2 в восточном районе были более многочисленны и на два года дольше присутствовали в уловах (на западе — до 2009 г.; на востоке — до 2011 г.). По-видимому, самки поколений № 1 и 2 в восточном районе пережили своих самцов: они присутствовали в уловах до 2011 г., тогда как самцы последний раз были отмечены в 2009 г.

Поколение № 3 в размерных рядах самок в восточном районе появилось в 2004 г. одновременно с самцами в этом районе и на год позже, чем в западном районе. В год появления оно было представлено молодью модальных размеров 95–100 мм ШК, составлявшей в уловах самок менее 3%. В последующие 4 года размеры самок поколения № 3 росли, частота их встречаемости в уловах увеличивалась, и в 2008 г. они достигли модальных размеров 135–140 мм ШК, составляя около 40% всех самок в уловах. Начиная с 2009 г. поколение самок № 3 убывало в численности и увеличивалось в размерах, присутствуя в уловах вплоть до 2013 г., когда последние его представители образовывали в размерном ряду малочисленную (менее 3%) группу 180 мм ШК. Таким образом, самки и самцы поколения № 3 одновременно появились в уловах в восточном районе в 2004 г., также одновременно (в 2008 г.) достигли наибольшей встречаемости в уловах, а затем самцы, достигшие промысловых размеров, исчезли из уловов в течение 3 лет (к 2011 г.), а самки встречались в уловах вплоть до 2013 г.

Самки поколения № 4-Восток впервые были отмечены в 2008 г. (одновременно с самцами) в виде немногочисленной (менее 10%) молодежи размерных групп 100–105 мм ШК (на 15 мм меньше модальных размеров самцов-однолеток в 2008 г.). В следующие 3 года размеры самок этого поколения росли, частота встречаемости увеличивалась, и в 2011 г. самки поколения № 4-Восток достигли модальных размеров 115–120 мм ШК, составляя около

2/3 самок в уловах. В 2012–2014 гг. самки поколения № 4 доминировали в уловах, постепенно убывая в численности и увеличиваясь в размерах, а в 2015 г. частота их встречаемости в восточном районе упала до 33% и в 2016 г. они составляли менее 10%, имея модальные размеры 155–160 мм ШК.

Самки поколения № 5 впервые отмечены в уловах в восточном районе в 2015 г. одновременно с самцами и были представлены молодью модальных размеров 100–105 мм ШК. В 2016 г. эти самки подросли в среднем до 105–110 мм ШК и составляли уже половину уловов.

1.1. Групповой рост камчатского краба

Изменения модальных размеров многочисленных поколений камчатского краба в период с 2003 по 2016 гг., описанные в предыдущем разделе, позволяют проследить групповой рост самцов и самок этих поколений по величине их межгодового прироста. Поскольку изменения, наблюдаемые нами в размерном составе уловов крабов, связаны не только с ростом крабов, но и рядом других факторов — миграциями, естественной и промысловой смертностью, изменением районов и сроков сбора материала

и даже с величиной анализируемых размерных классов (в нашем случае — 5 мм) — межгодовые приросты модальных размеров дают нам весьма огрублённую картину группового роста крабов, но зато позволяют проследить рост каждого многочисленного поколения на протяжении ряда лет.

На рис. 6 и 7 представлены графики межгодовых изменений модальных размеров многочисленных поколений самцов и самок камчатского краба в западном и восточном районах. При построении этих графиков данные многочисленных поколений № 1 и 2 не учитывались, поскольку в обоих районах размерные ряды самцов и самок этих поколений были слиты в единую модальную группу, в которой невозможно было определить долю и размеры каждого поколения.

Как видно из графиков, у самцов и самок поколений № 3 и 5 кривые изменения модальных размеров в западном и восточном районах практически совпадают. Очевидно, в этих случаях одно и то же многочисленное поколение присутствовало в обоих исследованных районах. Напротив, модальные размеры поколений № 4-Запад и № 4-Восток заметно различаются во все годы наблюдений, особенно у сам-

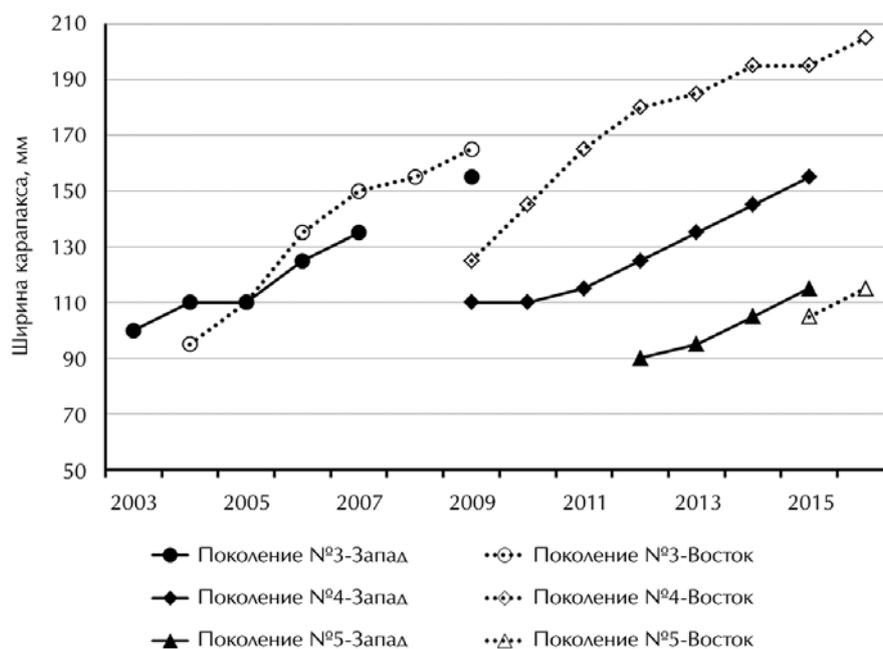


Рис. 6. Межгодовые изменения модальных размеров самцов многочисленных поколений камчатского краба в Баренцевом море в период с 2003 по 2016 гг.

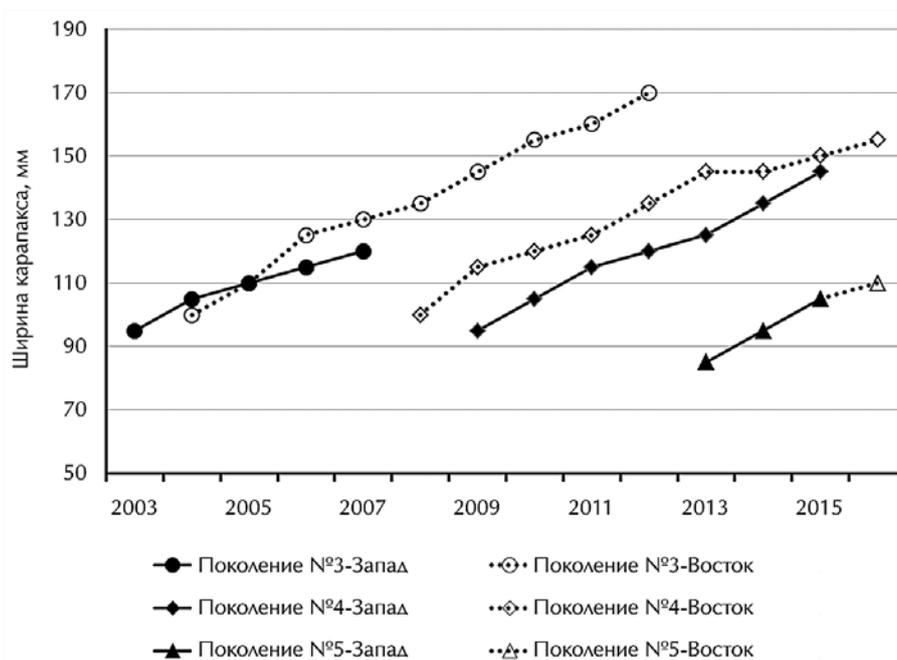


Рис. 7. Межгодовые изменения модальных размеров многочисленных поколений самок камчатского краба в Баренцевом море в период с 2003 по 2016 гг.

цов, свидетельствуя о том, что это два разных поколения и, судя по размерам крабов, поколение № 4-Восток старше (по-видимому, на 2 года) поколения № 4-Запад.

1.1.1. Рост самцов

Самцы поколения № 3 образовывали модальные пики в уловах в западном районе в течение 7 лет (с 2003 по 2009 гг.), а в восточном районе — 6 лет (с 2004 по 2009 гг.). Их модальные размеры за этот период выросли от 95–100 мм ШК до 155–165 мм ШК; средний годовой прирост составил: в западном районе — 9,0 мм ШК; в восточном районе — 14,0 мм ШК.

Самцы поколения № 4-Запад прослеживались в уловах в западном районе 6 лет (с 2010 по 2015 гг.). Их модальные размеры за этот период выросли от 110 мм ШК до 155 мм ШК; средний годовой прирост составил 9,0 мм ШК.

Самцы поколения № 4-Восток прослеживались в уловах в восточном районе 8 лет (с 2009 по 2016 гг.). Их модальные размеры за этот период выросли от 125 мм ШК до 205 мм ШК; средний годовой прирост составил 11,4 мм ШК.

Самцы поколения № 5 прослеживались в уловах в западном районе 4 последних года (с 2012 по 2015 гг.), а в восточном районе — 2 года (2015–2016 гг.). Их модальные размеры за этот период выросли от 95 мм ШК до 115 мм ШК; средний годовой прирост в обоих районах составил 10,0 мм ШК.

Кривые роста модальных размеров самцов всех многочисленных поколений близки к линейному виду; средний годовой прирост самцов по всем прослеженным поколениям составил 10,6 мм ШК.

1.1.2. Рост самок

Самки поколения № 3 образовывали модальные пики в уловах в западном районе 5 лет (с 2003 по 2007 гг.), а в восточном районе — 9 лет (с 2004 по 2012 гг.). Их модальные размеры за этот период выросли от 95–100 мм ШК до 170 мм ШК; средний годовой прирост составил: в западном районе — 6,25 мм ШК; в восточном районе — 8,75 мм ШК.

Самки поколения № 4-Запад прослеживались в уловах в западном районе 7 лет (с 2009 по 2015 гг.). Их модальные размеры за этот период выросли от 95 мм ШК до 145 мм ШК; средний годовой прирост составил 8,3 мм ШК.

Самки поколения № 4-Восток прослеживались в уловах в восточном районе 9 лет (с 2008 по 2016 гг.). Их модальные размеры за этот период выросли от 100 мм ШК до 155 мм ШК; средний годовой прирост составил 6,9 мм ШК.

Самки поколения № 5 прослеживались в уловах в западном районе 3 последних года (с 2013 по 2015 гг.), а в восточном районе — 2 года (с 2015 по 2016 гг.). Их модальные размеры за этот период выросли в западном районе от 85 мм ШК до 105 мм ШК, в восточном районе — от 105 мм ШК до 110 мм ШК. Средний годовой прирост по обоим районам составил 8,3 мм ШК.

Так же как и у самцов, кривые роста модальных размеров самок всех многочисленных поколений близки к линейному виду; средний годовой прирост самок по всем прослеженным поколениям составил 7,5 мм ШК.

ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Уловы на усилии

Сравнивая между собой уловы на усилии в западном и восточном районах Баренцева моря в период 2003–2016 гг., следует отметить отсутствие достоверных различий в величине средних уловов самок и непромысловых самцов и шестикратное превосходство средних уловов промысловых самцов в восточном рай-

оне над таковыми в западном (35,9 экз/лов и 5,9 экз/лов, соответственно). Уловы непромысловых самцов и самок как в западном, так и в восточном районах варьировали в пределах от 9,4 до 10,2 экз/лов. Уловы промысловых самцов в западном районе были в среднем вдвое ниже, чем уловы непромысловых самцов и самок, а в восточном районе — в среднем в три раза выше их (рис. 3). В межгодовом аспекте уловы промысловых самцов в западном районе в исследованный период были относительно стабильны, а в восточном районе имели два выраженных максимума: в начале наблюдений (2003–2005 гг.) и в последние три года (2014–2016 гг.).

В динамике уловов на усилии промысловых и непромысловых самцов в западном районе прослеживается единственный максимум в 2007 г., когда в уловах в этом районе доминировали крабы поколения № 3 (рис. А). В восточном районе (рис. 3 Б) в уловах на усилии промысловых самцов прослеживается два чётких максимума: в 2003–2005 гг. (поколения № 1 и 2) и в 2013–2016 гг. (поколение № 4-Восток).

Интересно отметить, что те же максимумы прослеживаются и на графике изменения среднегодовых уловов на усилии (тонны на судо-сутки) российского промыслового флота за период с 2003 по 2016 гг. (рис. 8), построенном по данным ФГБУ «Центр системы

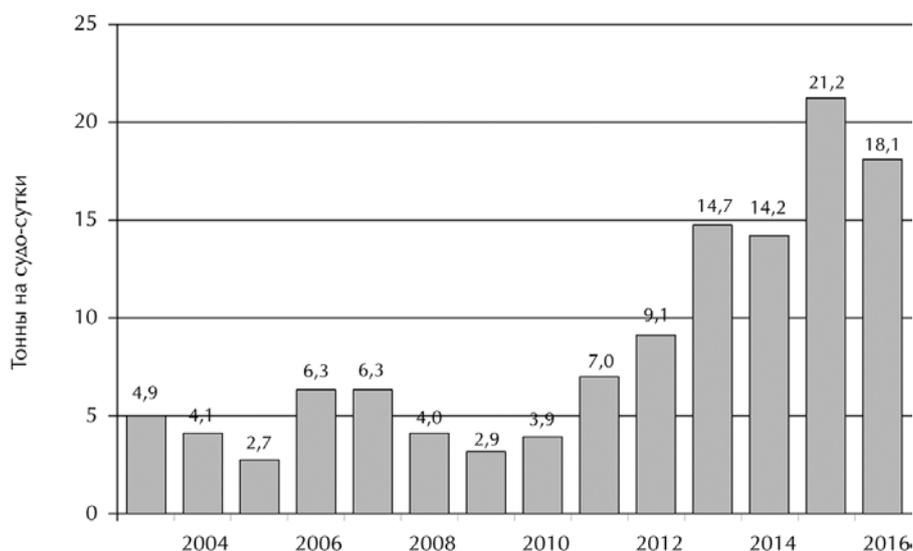


Рис. 8. Среднегодовые уловы на усилии (тонны на судо-сутки) камчатского краба в Баренцевом море в период с 2003 по 2016 гг. (по данным системы ЦСМС Росрыболовства)

мониторинга судов и связи» Росрыболовства (ЦСМС). Как видно из рис. 8, за последние 14 лет максимумы уловов на усилии на промысле камчатского краба в Баренцевом море совпадали с вступлением в промысловый запас самцов урожайных поколений: максимум 2003 г. (4,9 тонны на судо-сутки) был обеспечен урожайными поколениями № 1 и 2; максимум 2006–2007 гг. (6,3 тонны на судо-сутки) — поколением № 3; максимум 2015 г. (21,2 тонны на судо-сутки) — поколениями № 4-Восток и № 4-Запад.

3.2. Смена поколений в популяции камчатского краба и динамика его промыслового запаса в Баренцевом море с 2003 по 2016 гг.

Специализированный промысел камчатского краба в Баренцевом море ведётся с 2004 г. Материал, изложенный в данной работе, позволяет проследить смену поколений в баренцевоморской популяции камчатского краба со времени, предшествовавшего началу его промысла, вплоть до последних лет. В 2003 г., накануне открытия промысла, половозрелую часть популяции составляли крупные старые крабы многочисленных поколений № 1 и 2, в западном районе различимые в виде отдельных модальных групп, а в восточном районе

сливавшиеся в общий модальный пик. Самцы этих поколений в 2004 г. имели модальные размеры 185–195 мм ШК и составляли повсеместно свыше 80% промысловых уловов. Общий допустимый улов (ОДУ) краба на 2004 г. был оценен в объёме 2,100 тыс. тонн (табл. 4). Перед открытием промысла были установлены меры его ограничения, аналогичные действующим в Дальневосточном бассейне: запрещалось промысловое изъятие самцов размерами менее 150 мм ШК и самок; промысел был запрещён на период размножения и линьки краба: с 1 марта по 31 августа.

Промысел в российских водах Баренцева моря начался в 2004 г. на Рыбачьей и Кильдинской банках и в Западном Прибрежном районе. По данным ЦСМС Росрыболовства, в первый год на промысле участвовало 14 судов. В последующие годы промысел постепенно распространялся на восток, охватывая Мурманское мелководье и Восточный Прибрежный район. Вылов камчатского краба в Баренцевом море в первый год промысла составил 1,281 тыс. тонн или 61% установленного ОДУ [Статистические сведения ..., 2005]. В последующие два года ОДУ камчатского краба стремительно увеличивался (табл. 4): до 6,020 тыс. тонн в 2005 г. (на 186% больше, чем в 2004 г.)

Таблица 4. Промысловые усилия, общие допустимые уловы (ОДУ) и вылов камчатского краба в Баренцевом море в период с 2004 по 2017 гг.

Годы	Количество судов на промысле по данным ЦСМС	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение ОДУ, %
2004	14	2,100	1,281	61,0
2005	21	6,020	4,041	67,1
2006	29	14,600	12,639	86,6
2007	30	12,720	10,934	86,0
2008	26	12,480	9,291	74,4
2009	23	10,400	6,309	60,7
2010	18	4,000	3,94	98,5
2011	17	4,000	3,702	92,6
2012	17	5,500	5,209	94,7
2013	13	6,000	5,531	92,2
2014	13	6,500	5,995	92,2
2015	12	6,500	6,381	98,2
2016	11	8,510	7,959	93,5
2017	12	9,940	9,285	93,4

и до 14,600 тыс. тонн в 2006 г. (на 142% больше, чем в 2005 г.) [Статистические сведения ..., 2007]. Пропорционально ОДУ росло количество судов на промысле и вылов краба: в 2005 г. — 21 судно (вылов 4,041 тыс. тонн); в 2006 г. — 29 судов (вылов 12,639 тыс. тонн). Освоение ОДУ в первые два года промысла составляло 61–67%, а в 2006–2007 гг. повысилось до 86% (табл. 4). Таким образом, в течение первых трёх лет промышленного рыболовства камчатского краба в Баренцевом море его ОДУ вырос в 6,9 раз, а официальный вылов — в 9,8 раз.

После первого года промысла доля промысловых самцов в уловах в западном районе упала в 2,7 раза, в 2006 г. она снизилась ещё больше, а на четвёртый год промысла (2007 г.), самцы поколений № 1 и 2 практически исчезли из уловов в западном районе. В восточном районе, куда промысел пришёл позже, самцы поколений № 1 и 2 в 2007 г. всё ещё составляли основу промыслового запаса и прослеживались в размерных рядах как убывающая мода вплоть до 2009 г. Самки урожайных поколений № 1 и 2 в западном районе исчезли из уловов почти одновременно с самцами (после 2007 г.), а в восточном районе они присутствовали в уловах до 2011 г., на два года пережив самцов своего поколения. Суммарный вылов камчатского краба за первые четыре года промысла (2004–2007 гг.), когда основу промысловых уловов составляли самцы урожайных поколений № 1 и 2, составил 28,895 тыс. тонн [Статистические сведения ..., 2005; 2007; 2008].

Очевидно, что промысел был основной причиной резкого снижения численности самцов урожайных поколений № 1 и 2 в 2004–2007 гг. Об этом свидетельствует более быстрое убывание доли промысловых самцов в уловах в западном районе, по сравнению с восточным, и более раннее исчезновение из уловов самцов, по сравнению с самками. Тот факт, что в западном районе самки поколений № 1 и 2 исчезли из уловов после 2007 г., а в восточном районе они присутствовали в уловах до 2011 г., свидетельствует о том, что в первые годы промысла самки изымались наряду с самцами, и эти нарушения правил рыболовства носили массовый характер.

В 2007–2008 гг. в промысловый запас как в западном, так и в восточном районах вступило новое многочисленное поколение (поколение № 3), впервые отмеченное в уловах на стадии молоди 95–100 мм ШК в 2003 г. В первые годы численность этого поколения была достаточно велика: в 2005–2006 гг. оно составляло по численности свыше 50% уловов в западном районе; самцы имели модалные размеры 115 мм и 125 мм ШК; самки — 110 мм и 115 мм ШК, соответственно. Однако ко времени достижения промысловых размеров самцы поколения № 3 уже заметно уступали по численности самцам поколений № 1 и 2. К сожалению, смена поколений в промысловом запасе не была учтена при прогнозе вылова: на 2007 г., когда поколения № 1 и 2 ещё присутствовали в промысловом запасе, ОДУ был установлен в объёме 12,720 тыс. тонн, а на следующий 2008 г., когда в промысловый запас вступило новое урожайное поколение № 3, имевшее меньшую численность, чем поколения № 1 и 2, ОДУ остался практически на прежнем уровне (12,480 тыс. тонн), а количество судов на промысле составило 26 единиц. По видимому, оценка ОДУ была сильно завышенной, так как улов при примерно одинаковых промысловых усилиях снизился в 2008 г. по сравнению с 2007 г. на 1,6 тыс. тонн, а освоение ОДУ составило 74,4% (на 12% меньше, чем в 2007 г.).

На 2009 г. ОДУ был снижен на 2,0 тыс. тонн (до 10,400 тыс. тонн), но этого снижения оказалось явно недостаточно. В промысловый сезон 2009 г. доля самцов поколения № 3 снизилась до 38% в западном районе и до 28% — в восточном. Одновременно упали средние промысловые уловы на усилие: в западном районе с 14,1 экз/лов до 7,1 экз/лов; в восточном районе — с 15,9 экз/лов до 11,6 экз/лов (рис. 3). Количество судов на промысле в 2009 г. снизилось до 23. По итогам промысла 2009 г. освоение ОДУ составило лишь 60,7%.

С учётом очевидного сокращения запаса ОДУ краба на 2010 и 2011 гг. было снижено до 4,000 тыс. тонн. Официальный вылов в эти годы стабилизировался на уровне 3,702–3,940 тыс. тонн (92–98% ОДУ) [Статистические сведения ..., 2010; 2012], а коли-

чество судов на промысле составляло 17–18 единиц. Тем не менее, в 2010 г. доля самцов поколения № 3 в уловах в обоих районах ещё более снизилась (до 10–14%), а в 2011 г. это поколение самцов практически исчезло из уловов. Последний раз самцы и самки поколения № 3 в западном районе встречались в уловах в 2012 г. В восточном районе самцы поколения № 3 прослеживались в уловах до 2009 г.; самки — вплоть до 2013 г. Суммарный вылов камчатского краба за период с 2000 по 2010 гг., когда основу промысловых уловов составляли самцы поколения № 3, составил 19,540 тыс. тонн.

Влияние промысла на судьбу крабов урожайного поколения № 3 проявилось ещё в большей степени, чем в случае с поколениями № 1 и 2. Резкое снижение численности самцов на стадии пререкрутов указывает на то, что это поколение самцов стало облавливаться ещё до достижения промыслового размера, а после вступления в промысловый запас в 2008 г. оно было полностью изъято в обоих районах в течение двух лет. Исчезновение самок одновременно с самцами в западном районе свидетельствует о том, что промысел в этом районе вёлся без разделения полов, т. е. браконьерство носило массовый характер. В восточном районе, прилегающем к безлюдному п-ову Канин, прибрежное браконьерство, по-видимому, отсутствовало, и в этом районе самки поколения № 3 встречались в уловах до 2013 г., в среднем на 2 года пережив самцов своего поколения. Определяющая роль браконьерства в резком снижении запаса камчатского краба в 2005–2007 гг. отмечена в ряде публикаций [Соколов, Милютин, 2007; Лебедев, Горягина, 2016].

Сокращение запаса и вылова камчатского краба в 2008–2010 гг. побудило рыбохозяйственную науку внести изменения в меры регулирования его промысла в Баренцевом море. Совместными усилиями специалистов ФГБНУ «ВНИРО» и ФГБНУ «ПИРО» были подготовлены научные обоснования комплекса мер по защите и восстановлению запаса краба. Во-первых, были сокращены сроки промысла. В 2007 г. Правилами рыболовства для Северного рыбохозяйственного бассейна запрет на промысел краба был установлен с 15 февраля

по 31 августа; в 2009 г. дата начала запрета была перенесена с 15 февраля на 31 декабря. Эта мера была рекомендована в связи с уточнением сезона размножения и линьки, но главным образом — с целью снижения побочной смертности краба на промысле: январь и февраль являются наиболее холодными месяцами года. В этот период средняя температура воздуха над акваторией Баренцева моря становится устойчиво отрицательной, что приводит к массовой гибели от обморожения всего поднимаемого на борт краба, включая самок и молодь. По тем же причинам в 2011 г. сроки промысла были ещё раз скорректированы, и был установлен запрет на период с 16 декабря по 15 августа, действующий до настоящего времени.

Во-вторых, с 2010 г. был введён полный запрет промысла камчатского краба на его нерестилищах, где концентрируются самки и молодь: в территориальном море и внутренних морских водах, а также на участке шельфа, ограниченного с севера широтой 68°40' с. ш., с юга, запада и востока — внешней границей территориального моря Российской Федерации.

С 2009 до 2015 гг. ограничение сроков промысла и запрет промысла на нерестилищах ежегодно устанавливались в соответствии со ст. 26 Федерального закона от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов». С 2015 г. оба ограничения были введены на постоянной основе в Правила рыболовства Северного рыбохозяйственного бассейна (ст. 16.1; ст. 17.2).

Дополнительно к двум упомянутым мерам с целью борьбы с ННН-промыслом в 2014 г. в Правила рыболовства Северного рыбохозяйственного бассейна были внесены ограничения на нормы выхода сыро-мороженных конечностей (рассольного замораживания) камчатского краба (п. 14.3). В совокупности принятые меры оказались эффективными, они обеспечили стабилизацию запаса и его последующее восстановление.

Следующее многочисленное поколение краба появилось в уловах в 2009 г. Однако в отличие от предыдущих лет, в этот раз в западном и в восточном районах урожайные поколения были разными. В западном районе модальные

размеры крабов нового урожайного поколения (№ 4-Запад) составляли 115 мм ШК у самцов и 95 мм ШК у самок; в восточном районе (поколение № 4-Восток) — 125 мм ШК и 115 мм ШК, соответственно.

Самцы поколения № 4-Запад вступили в промысловый запас в 2014 г., когда их доля в уловах составляла около 30%. В 2015 г. (в последний год наблюдений в западном районе) поколение № 4-Запад имело модалные размеры 155 мм ШК и составляло 30% в ловах. Вступление поколения № 4-Запад в промысловый запас не привело к росту уловов на усилии в западном районе, и в 2014–2015 гг. они оставались на низком уровне: 4,8–3,6 экз/лов (рис. 3 А).

Поколение № 4-Восток вступило в промысловый запас в 2010–2011 гг., когда самцы этого поколения составляли около 50% промысловых уловов. Промысловые уловы в восточном районе в этот период выросли почти втрое: с 11,6 экз/лов в 2009 г. до 30,1 экз/лов в 2011 г. (рис. 3 Б). Все последующие годы наблюдений (с 2012 по 2016 гг.) самцы поколения № 4-Восток доминировали в промысловых уловах, достигнув максимальной доли встречаемости в 2014 г. — 66% от всех самцов. Уловы на усилии в эти годы также устойчиво росли и в 2015 г. достигли максимума: 77,7 экз/лов (рис. 3 Б). Следует отметить, что самцы поколения № 4-Запад в небольшом количестве (7–8% от всех самцов) встречались в уловах и в восточном районе, в то время как самцы поколения № 4-Восток в западном районе практически отсутствовали.

В 2010–2011 гг., когда в промысловый запас вступило поколение № 4-восток, ОДУ камчатского краба в Баренцевом море находился на уровне 4,000 тыс. тонн — минимальном с 2005 г. Промысел к этому времени сконцентрировался в восточном районе и осуществлялся в основном на урожайном поколении № 4-Восток. В последующие годы ОДУ камчатского краба устойчиво рос в среднем на 17% в год и в 2016 г. (в последний год наблюдений) составил уже 9,94 тыс. тонн. Рост ОДУ сопровождался пропорциональным ростом вылова, с 3,702 тыс. тонн в 2011 г. до 7,59 тыс. тонн в 2016 г. [Статистические сведения ..., 2014; 2016]. В 2017 г. вылов про-

должал расти и составил 9,285 тыс. тонн. Освоение ОДУ в период после 2011 г. устойчиво держалось на уровне 92,2%–98,2%; в промысле ежегодно участвовали 11–13 судов. Суммарный вылов камчатского краба за период с 2011 по 2017 гг., когда основу промысловых уловов составляли самцы поколения № 4-Восток (с 2015 г. — также и самцы поколения № 4-Запад), составил рекордные за всю историю промысла 44,062 тыс. тонн.

Успех урожайного поколения № 4-Восток и одновременно низкие показатели поколения № 4-Запад заслуживают внимательного анализа. Сам факт появления многочисленного поколения № 4-Восток указывает на то, что в восточном районе к середине 2000-х гг. сформировался новый центр воспроизводства камчатского краба, более мощный, чем в западном районе. Вначале высокие приловы молоди (ШК 90–110 мм) были отмечены при выполнении траловых съёмок ПИНРО в Восточном Прибрежном районе в 2001–2002 гг. Возможно именно это поколение стало основой рекордных промысловых уловов 2006–2008 гг. в районах к востоку от 38° в. д. Затем в ходе совместных съёмок ВНИРО и ПИНРО в прибрежной зоне в 2010–2015 гг. был обнаружен центр воспроизводства в Воронке Белого моря, между мысами Святой Нос и Канин Нос [Стесько, 2015 а]. Южнее, в Горле Белого моря, краб также обнаружен, но самки с икрой пока не найдены [Стесько, Манушин, 2017].

Комплекс мер ограничения районов и сроков промысла краба, наряду с усилением мер контроля способствовал снижению браконьерства и сохранению урожайного поколения № 4-Восток для последующего промысла. Другим условием успеха стало постепенное, а не резкое, увеличение ОДУ по мере вступления самцов поколения № 4-Восток в промысловый запас. Постепенный рост ОДУ привел к тому, что основная масса самцов урожайного поколения № 4-Восток была изъята промыслом не в первые 2 года вступления в промысловый запас при размерах 150–165 мм ШК, как это случилось с предыдущим поколением № 3, а на третий-шестой годы после достижения промысловых размеров (2013–2016 гг.), когда самцы имели модалные размеры 185–

200 мм ШК и относились к элитной коммерческой группе промысловых крабов. Вклад поколения № 4-Восток в достижение высоких показателей на промысле камчатского краба в 2013–2015 гг. отмечен в ряде публикаций [Горянина, 2015; Лебедев, Горянина, 2016].

Интересные результаты даёт сравнение наших данных с ранее опубликованными исследованиями распределения и численности камчатского краба в прибрежной зоне Баренцева моря в 2003–2007 гг. [Соколов, Милютин, 2007]. Авторы этой работы на протяжении пяти лет, с 2003 г. по 2007 г., в летний период выполняли водолазные съёмки камчатского краба на глубинах до 45 м в прибрежных районах Кольского п-ова, от Варангер-фьорда до губы Ивановская Дроздовка (38°58 в. д.), т. е. как в западном, так и в восточном районах по нашей классификации. В ходе съёмок на каждой водолазной трансекте фиксировали плотность распределения визуально различимых крабов на разных глубинах и выполняли полный учёт крабов на случайно выбранных площадках размерами 1 м². По результатам водолазных учётов ежегодно строились размерные ряды самцов и самок краба свыше 5 мм ШК [Соколов, Милютин, 2007; рис. 2, 3]. Эти ряды хорошо соответствуют размерным рядам краба из ловушечных уловов, описанным в нашей работе. На них чётко прослеживаются модальная группа крупных крабов урожайных поколений № 1 и 2, постепенно снижающиеся в численности с 2003 по 2007 гг. Видно, как растёт многочисленное поколение № 3, достигающее в 2006 г. модальных размеров 125 мм ШК (самцы) и 115 мм ШК (самки), а затем в 2007 г. резко снижающееся в численности. Помимо этого, прослеживается рост ещё двух многочисленных поколений: одно из них, следующее за поколением № 3, к 2006 г. достигает размеров 80 мм ШК, а затем в 2007 г. как и поколение № 3, почти исчезает из уловов; другое поколение впервые появляется в 2004 г. в виде многочисленного пика молоди 10–15 мм ШК, а к 2007 г. вырастает до 45–50 мм ШК, сохраняя высокую численность. Резкое снижение численности поколения № 3 Соколов В.И. и Милютин Д.М. [2007] объясняют следующим образом: «Отмеченная в 2006 г. в водолазных пробах группа самок

с ШК 115 мм в 2007 г. практически не встречалась в прибрежной зоне. Данная группа была наиболее сильно выражена в районе губы Териберская, где, по наблюдениям, наиболее велик нелегальный лов тралами, снуроводами и сетями. Возможно, этот фактор обусловил практическое исчезновение **этого и последующего поколения** (выделение наше) в этом районе (браконьеры берут в переработку особей обоего пола с размером панциря более 10–11 см) в 2007 г.».

Итак, водолазные съёмки подтверждают, что браконьерство было основной причиной снижения воспроизводства краба в прибрежной зоне Кольского п-ова и малочисленности урожайного поколения № 3. Но о каком последующем исчезнувшем поколении в бухте Териберская говорят Соколов В.И. и Милютин Д.М. [2007], и что собой представляет описанное ими многочисленное поколение, достигшее в 2007 г. модальных размеров 45–50 мм ШК? Последующее исчезнувшее (скорее всего — уничтоженное) поколение, по данным Соколова В.И. и Милютина Д.М. [2007], в 2007 г. должно было иметь модальные размеры около 90 мм ШК (самки) и 100 мм ШК (самцы). Учитывая темпы группового роста камчатского краба, оценённые в нашей работе, это «исчезнувшее» поколение точно соответствует поколению № 4-Восток, самки которого впервые были отмечены нами в уловах в восточном районе в 2008 г. при модальных размерах 100 мм ШК, а самцы — в 2009 г. (модальные размеры 125 мм ШК). Следующее за «исчезнувшим» многочисленное поколение в прибрежной зоне, достигшее в 2007 г. модальных размеров 45–50 мм ШК, по-видимому соответствует поколению № 4-Запад, модальные размеры которого, по нашим данным, в 2010 г. составили 100 мм ШК (самки) и 110 мм ШК (самцы) (рис. 4, 5).

Помимо работы Соколова В.И. и Милютина Д.М. [2007], массовое появление в 2003 г. молоди камчатского краба модальных размеров 30 мм ШК, что соответствует поколению № 4-Восток, было отмечено в ходе водолазных исследований в прибрежной зоне губы Дальнезеленецкая [Дворецкий, Дворецкий, 2010; Дворецкий, 2013], а в 2010–2013 гг.

вступление этого поколения в промысловый запас и дальнейший рост зрелых самцов зафиксирован в районе Восточного Мурмана [Стесько, 2015 а, б].

Таким образом, данные водолазных съёмов в прибрежной зоне Кольского п-ова существенно дополняют картину чередования многочисленных поколений камчатского краба в Баренцевом море в 2000-е гг. Эти данные показывают, что многочисленное поколение № 4-Восток первоначально присутствовало и в западном районе, но по-видимому было истреблено браконьерским промыслом в прибрежной зоне, также как и поколение № 3. Появление многочисленного поколения № 4-Запад в прибрежной зоне Кольского п-ова при отсутствии его в большом количестве в ловушечных уловах в восточном районе указывает на то, что с середины 2000-х гг. в функционировании восточного и западного центров естественного воспроизводства камчатского краба появилась асинхронность.

Вернёмся, однако, к анализу смены поколений в ловушечных уловах. Последнее за исследованный период урожайное поколение (поколение № 5) было отмечено нами в уловах в западном районе в 2013 г. на стадии молоди с модальными размерами 85 мм ШК (самки) и 95 м ШК (самцы). В 2015 г. это поколение появилось и в уловах в восточном районе. К этому времени модальные размеры самцов в обоих районах составляли 105–115 мм ШК; самок — 100–105 мм ШК. Высокая численность поколения № 5 в западном районе (около 30% в 2015 г.) свидетельствует о том, что комплекс мер ограничения промысла камчатского краба, принятый в 2009–2010 гг., оказался эффективным и привёл к восстановлению естественного воспроизводства краба в прибрежной зоне, в т. ч. и в западном районе, наиболее пострадавшем от браконьерства в первые годы промысла. Есть все основания ожидать, что самцы урожайного поколения № 5 пополнят промысловый запас в 2018 г. и при правильном распределении промысловой нагрузки составят основу промыслового запаса камчатского краба в Баренцевом море на следующие 5–6 лет, т. е. до 2023 г.

3.3. Районы воспроизводства камчатского краба в Баренцевом море

Камчатский краб был целенаправленно вселён в Баренцевом море из Дальневосточного бассейна в 1961–1969 гг. Всего за годы интродукции в Баренцево море было выпущено 1,525 млн. личинок, 10,7 тыс. экз. молоди и свыше 5 тыс. взрослых самцов и самок. [Орлов, 1994; Беренбойм, 2003; Карсаков, Пинчуков, 2009; Павлова и др., 2005; Дворецкий, 2012; 2013].

К началу 2000-х гг. в российской зоне Баренцева моря сформировалась многочисленная самовоспроизводящаяся популяция камчатского краба со специфической структурой ареала. Нерест краба происходит ранней весной в узкой прибрежной полосе в заливах и губах Кольского п-ова на глубинах до 50 м: в тёплые годы — в феврале — начале мая; в холодные годы — с марта по июнь [Сенников, Шацкий, 2002]. Непосредственно перед нерестом происходит выклев личинок из наружной икры, инкубируемой самками на плеоподах, после чего самки линяют. Личинки камчатского краба могут находиться в планктоне около трёх месяцев, а затем в июне — августе массово оседают в прибрежной зоне [Матюшкин, 2003; Баканёв, 2003].

Планктонные личинки камчатского краба целиком находятся во власти течений. В прибрежной зоне Кольского п-ова скорости приливных течений, как правило, выше, чем у постоянных течений, поэтому при нештормовых условиях в переносе планктонных личинок краба преобладает приливной компонент [Мартемьянова, 1990]. В заливах и фьордах Кольского п-ова приливные течения формируют более-менее замкнутые циркуляции, что позволяет планктонным личинкам краба удерживаться внутри фьорда, где имеются биотопы и глубины, благоприятные для последующего оседания (заросли ламинариевых на глубинах менее 50 м). Часть личинок, выносимая в мористые районы, оказывается в зоне действия Прибрежной ветви Нордкапского течения и дрейфует вместе с ним в восточном направлении. После оседания личинки линяют, превращаясь в молодь, которая первые 3–4 года держится в прибрежной зоне, а затем постепенно мигрирует вслед за взрослыми крабами на шельф. Взрослые крабы по-

сле нереста уходят от берега и распределяются для нагула по прилегающим участкам континентального шельфа в диапазоне глубин от 100 до 200 м, чтобы следующей весной вновь вернуться в места нереста. Поскольку побережье Кольского полуострова имеет очень крутой свал глубин, сезонные нагульные миграции камчатского краба здесь имеют небольшую протяжённость: от нескольких десятков миль до нескольких сотен метров, в то время как в дальневосточных морях нагульные миграции камчатского краба могут составлять сотни миль [Родин, 1985; Беренбойм, 2003].

Таким образом, заливы и фьорды Кольского п-ова имеют гидрологические и геоморфологические условия, способствующие формированию локальных самовоспроизводящихся группировок камчатского краба. Напротив, прямые неизрезанные участки побережья неблагоприятны для формирования постоянного населения краба, поскольку планктонные личинки, появившиеся на этих участках, безвозвратно уносятся течениями. Эта особенность вскрывает биологическую основу принятого в настоящей работе деления мурманского побережья по 36° в. д. на западный и восточный районы, а также наличия минимума в распределении уловов на усилии на границе этих районов, между 34° в. д. и 36° в. д. (рис. 2). Причина, по-видимому, заключается в том, что на этом участке побережья Кольского п-ова, от губы Териберская до зал. Святоносский, отсутствуют условия, подходящие для формирования постоянных самовоспроизводящихся группировок камчатского краба.

В силу перечисленных причин первые самостоятельные локальные прибрежные группировки камчатского краба в российской зоне Баренцева моря сформировались в заливах и фьордах, прилегающих к местам первоначального выпуска: в Кольском заливе [Соколов, Милютин, 2006 а, б], в губе Дальнезеленецкая [Дворецкий, 2010, 2012], в районе Варангер-фьорда [Моисеев, 2006; Переладов и др., 2013], в губах восточного Мурмана [Соколов, Милютин, 2007; Стесько, 2015 б] и в зал. Святоносский [Золотарев, 2010; Стесько, 2015 а].

Часть планктонных личинок, попадавшая в Прибрежную ветвь Нордкапского течения,

уносилась на восток вдоль Кольского п-ова, где единственным благоприятным местом для её оседания были прибрежные районы м. Канин Нос и мелководье в Воронке Белого моря. Здесь в начале 2000-х гг. сформировался новый, восточный центр воспроизводства камчатского краба [Золотарев, 2010], и именно здесь, по всей видимости, появилось урожайное поколение № 4-Восток, ставшее основой промыслового запаса краба с 2010 по 2016 гг.

3.4. Урожайные поколения камчатского краба в Баренцевом море: периодичность и условия появления, возраст и продолжительность жизни

В исследованный период (2003–2016 гг.) в ловушечных уловах прослежено последовательное прохождение 6 урожайных поколений камчатского краба; из них 4 поколения (№ 1, 2, 3 и 5) были многочисленны в обоих районах, а два поколения (№ 4-Запад и № 4-Восток) доминировали в западном и в восточном районах, соответственно. В целом урожайные поколения краба в российской зоне Баренцева моря появлялись раз в 3 года, а период прослеживаемости одного поколения в уловах составлял около 9 лет.

Наши оценки темпов группового роста камчатского краба, наряду с оценками Дворецкого А.Г. [2011] и данными по межгодовым смещениям модальных групп молоди в прибрежной зоне [Соколов, Милютин, 2007] позволяют в первом приближении оценить возраст и год оседания каждого урожайного поколения, появляющегося в уловах. Так, поколение № 3, впервые отмеченное в уловах в 2004 г. при модальных размерах 95 мм ШК, по-видимому имело возраст 5+, что соответствует сезону выклева/оседания 1999 г. Последний раз самки поколения № 3 были отмечены в уловах в 2013 г., следовательно, их возраст в тот год составлял 14+. Несмотря на различия в модальных размерах в отдельные годы (рис. 6, 7), можно считать, что и темпы роста, и время появления поколения № 3 в западном и в восточном районах были сходными.

Поколение № 4-Восток, появившееся в ловушечных уловах в 2009 г. при модальных размерах 125 мм ШК и прослеживаемое в размерных рядах водолазных съёмок [Соко-

лов, Милютин, 2007] вплоть до 2003 г., когда оно имело модальные размеры 30 мм ШК, по-видимому, соответствует сезону выклева/оседания 2001 г. В последний год наблюдений (2016 г.), когда самцы этого поколения составляли основу промысловых уловов в восточном районе, их возраст составлял 15+. Поколение № 4-Запад, судя по темпам роста самок (рис. 7), могло появиться на год позже, в 2002 г. Однако, разница в сроках появления не может объяснить сильные расхождения в модальных размерах самцов (рис. 6). Различия в темпах индивидуального прироста маловероятны, поскольку рост происходит скачкообразно, и нет никаких оснований считать, что в разных частях одного района прирост за линьку будет различным. Причины различий, скорее всего, лежат в пространственной изменчивости размерно-возрастного состава и факторов, её определяющих: миграции, смертности и вероятности линьки, которая может различаться в зависимости от мест обитания [Буяновский, 2004]. Окончательный ответ на данный вопрос может быть получен только после выяснения размерно-возрастного состава населения краба в различных частях его ареала, по аналогии с работами, ранее выполненными для других видов [Буяновский, Войдаков, 2011; Буяновский, Горянина, 2018]. Этой теме авторы планируют посвятить одну из ближайших публикаций.

Поколение № 5, появившееся в уловах в 2012 г. на стадии молоди 90 мм ШК, имело в тот год возраст 5+ и соответствовало сезону выклева/нереста 2007 г. В 2016 г. оно имело возраст 9+. Время появления этого поколения, так же как и поколения № 3, было одинаковым в западном и восточном районах (рис. 6, 7).

Появление очередного урожайного поколения, по-видимому, обусловлено благоприятными условиями среды в год выклева и оседания планктонных личинок краба. Температура придонного слоя воды является одним из основных факторов, определяющих выживаемость личинок [Виноградов, 1969; Родин, 1985]. В холодные годы самки позже выходят в прибрежную зону, и выклев личинок может происходить в более мористых участках шельфа, где условия не способствуют их выживанию,

приводят к усиленному разносу и массовой гибели. В тёплые годы выклев происходит в прибрежной зоне, где личинки оказываются в благоприятных условиях для выживания и последующего оседания на талломы бурых водорослей *Desmarestia*, причём их плотность на водорослях в отдельные годы может достигать 2000–3000 экз/м² [Переладов, 2003].

В качестве примера, иллюстрирующего вышеописанную зависимость, можно привести историю появления урожайного поколения № 5. 2007 год, когда это поколение появилось на свет, был, по данным Дворецкого А.Г. [2013, 2014], годом с наиболее высокими значениями аномалий фито- и зоопланктона, а также средней температуры воды на разрезе «Кольский меридиан». Интересно, что летом 2007 г. в ходе водолазных исследований в губе Дальнезеленецкая был отмечен всплеск численности недавно осевших личинок, по-видимому, относящихся к поколению № 5 [Павлова, 2011; Дворецкий, 2013].

3.5. Изменение географии промысла камчатского краба в российской зоне Баренцева моря

Промысел камчатского краба в российских водах Баренцева моря ведётся с 1994 г., т. е. уже почти четверть века. Первые 10 лет (до 2003 г. включительно) Россия и Норвегия в пределах зон национальной юрисдикции осуществляли научно-экспериментальный лов краба в рамках национальных квот, согласуемых на ежегодных совещаниях Смешанной Российско-Норвежской комиссии по рыболовству (СРНК). С 2004 г. обе страны ведут промышленное рыболовство камчатского краба в пределах своей экономической зоны и самостоятельно определяют ОДУ и меры регулирования промысла.

География российского промысла камчатского краба за исследованный нами период (2003–2016 гг.) претерпела существенные изменения, в целом отражающие продолжающееся расселение камчатского краба. Для анализа этих изменений были использованы карты пространственного распределения годового вылова камчатского краба в Баренцевом море за 2002–2016 гг., построенные по данным ЦСМС Росрыболовства (рис. 9).

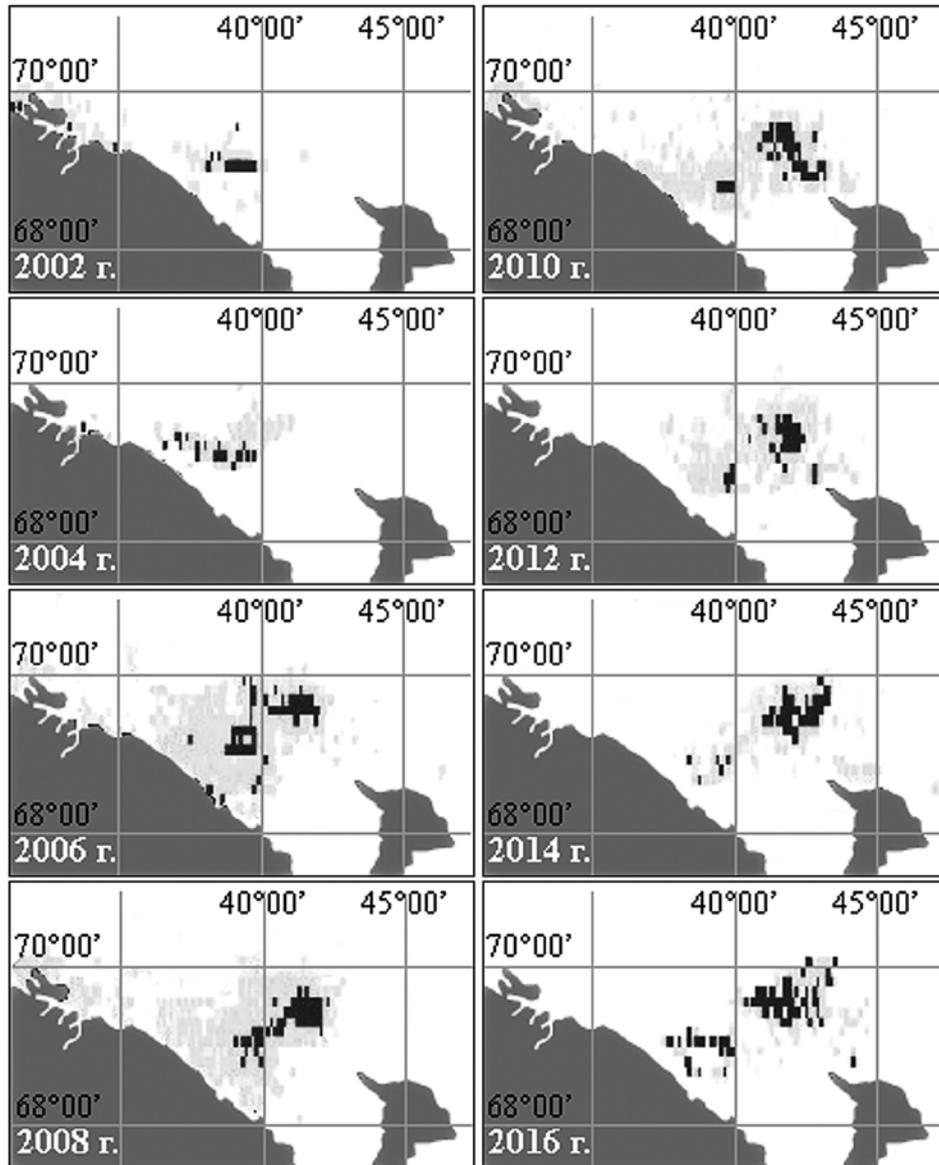


Рис. 9. Карты пространственного распределения годового вылова камчатского краба в Баренцевом море в период с 2002 по 2016 гг. (по данным ЦСМС Росрыболовства)

До 2003 г. российский научно-экспериментальный лов краба осуществлялся на Рыбачьей и Кильдинской банках и в Западном Прибрежном районе, т. е. в районах, прилегающих к местам первоначального выпуска камчатского краба в Баренцевом море. С началом промышленного рыболовства в 2004 г. промысел стал постепенно распространяться на восток, охватывая Мурманское мелководье и Восточный Прибрежный район.

В 2004 г. промысел на Рыбачьей и Кильдинской банках ещё продолжался, но основные

промысловые усилия и уловы переместились в Восточный Прибрежный район от 37°30' в. д. до 40°30' в. д., где скопления промысловых самцов облавливались в диапазоне глубин от 100 до 200 м. В 2006 г. промысел в западном районе практически прекратился, а в восточном районе распространился на Мурманское мелководье, в результате чего появилось два смежных промысловых участка, вносящих основной вклад в российский вылов краба в Баренцевом море: участок в Восточном Прибрежном районе (37°30' в. д.— 40°30' в. д.)

и участок в районе Мурманского мелководья, от 40°30' в. д. до 43°00' в. д., в диапазоне глубин от 60 м до 150 м. В 2006 г. вылов камчатского краба распределялся между этими промысловыми участками примерно поровну. В последующие годы основные уловы краба переместились на участок в районе Мурманского мелководья, при этом промысел продолжал распространяться в восточном направлении. В 2013–2014 гг. он распространился восточнее 43°00' в. д., а в 2016 г. достиг 45°00' в. д. В последние годы основная доля российского вылова камчатского краба в Баренцевом море добывается в северо-восточной части Мурманского мелководья. Промысел в Восточном Прибрежном районе продолжается, но его вклад в общий российский вылов краба в Баренцевом море значительно снизился по сравнению с периодом 2004–2008 гг.

Рядом авторов отмечены различия в размерно-половом составе скоплений краба в Восточном Прибрежном районе и в районе, прилегающем к п-ову Канин, включая и Мурманское мелководье [Золотарев, 2010; Стесько, 2015 а, б]. По нашему мнению, эти различия отражают различное происхождение этих скоплений: основу скоплений в Восточном Прибрежном районе составляют взрослые крабы, нерестящиеся в губах и фьордах Кольского п-ова, а скопление в районе Мурманского мелководья, где в последние годы добывается основная часть российского вылова, образовано крабами, нерестящимися в прибрежных водах п-ва Канин и в воронке Белого моря [Золотарев, 2010].

Выводы

1. В период с 2003 по 2016 гг. многочисленные поколения краба в российской зоне Баренцева моря появлялись раз в 3 года, а период прослеживаемости одного поколения в уловах составлял около 9 лет. Всего за 14-летний период наблюдений было прослежено последовательное прохождение в уловах 6 многочисленных поколений камчатского краба. Из них 4 поколения (№ 1, 2, 3 и 5), последовательно сменяя друг друга, были многочисленны в уловах как в западном, так и в восточном районах, а два поколения (№ 4-Запад и № 4-Восток) преобладали лишь в одном из районов.

2. Промысловый запас в каждый отдельно взятый год состоял из 1–2 многочисленных поколений самцов. Достигая промысловых размеров (150 мм ШК), самцы очередного урожайного поколения доминируют в промысловом запасе в течение следующих 5–7 лет, постепенно уменьшаясь в численности. Суммарный вылов краба одного урожайного поколения варьировал от 19 тыс. т (поколение № 3) до 40 тыс. т (поколение № 4-Восток).

3. Динамика российского промысла камчатского краба в Баренцевом море в период с 2004 по 2016 гг. определялась вступлением в промысловый запас новых урожайных поколений краба. Резкое снижение вылова краба в период с 2008 по 2011 гг. было обусловлено слабым промысловым пополнением при вступлении в запас самцов поколения № 3, сильно пострадавшего от браконьерства. Комплекс мер регулирования промысла камчатского краба, принятых начиная с 2009 г., оказался эффективным и обеспечил восстановление промыслового запаса краба.

4. В настоящее время в российской зоне Баренцева моря существует два основных района естественного воспроизводства камчатского краба: западный (в прибрежных районах Кольского п-ова) и восточный (в районе Воронки Белого моря и у побережья п-ва Канин). Начиная с 2009 г., урожайные поколения, появившиеся в восточном районе, преобладали по численности над пополнением западного района и доминировали в промысловом запасе краба.

5. Кривые группового роста камчатского краба имеют в целом линейный вид как для самцов, так и для самок. Средние годовые приросты модальных размеров самцов в Западном районе составляли 9–10 мм ШК, несколько уступая таковым в Восточном районе: 10–14 мм ШК. Средний годовой прирост модальных размеров самцов по обоим районам за весь период наблюдений составил 10,6 мм ШК.

6. Управление запасом камчатского краба в Баренцевом море целесообразно вести с учётом появления новых урожайных поколений и вступлением их в промысловый запас. В период смены поколений в промысловом запасе краба может быть рекомендовано сниже-

ние ОДУ для сохранения промыслового запаса и увеличения периода промысловой эксплуатации вновь вступившего в запас урожайного поколения.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают глубокую благодарность Горяниной С.В., Огурцову А.И., Тальберг Н.Б., Полонскому В.Е., Вагину А.В., Моисееву С.И., Загорскому И.А., Сологубу Д.О., Ботневу Д.А., Лабутину А.В., Стесько А.В. и сотрудникам ПИНРО, оказавшим помощь в сборе и пополнении базы данных ФГБНУ «ВНИРО», заведующему лабораторией дистанционного мониторинга ФГБНУ «ВНИРО» Г.С. Моисеенко за любезную помощь в подготовке карт пространственного распределения уловов камчатского краба, а также капитанам и всем экипажам краболовных судов за понимание научных задач и содействие в их достижении научными сотрудниками и наблюдателями, за дружную совместную работу.

ЛИТЕРАТУРА

- Баканёв С.В. 2003. Личинки камчатского краба в прибрежных районах и крупных заливах Мурманска // Камчатский краб в Баренцевом море. 2-е изд., перераб. и доп. Мурманск: Изд-во ПИНРО. С. 122–133.
- Баканёв С.В. 2009 а. Динамика популяции камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) в Баренцевом море (опыт моделирования). Дисс. ... канд. биол. наук. Мурманск. 155 с.
- Баканёв С.В. 2009 б. Проблемы оценки запаса и регулирования промысла камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в Баренцевом море // Вопросы рыболовства. Т. 10. № 1 (37). С. 51–63.
- Беренбойм Б.И. 2003. Миграции и расселение камчатского краба в Баренцевом море // Камчатский краб в Баренцевом море. Мурманск: Изд-во ПИНРО. С. 65–70.
- Бизиков В.А., Муры́й Г.П., Сидоров Л.К., Поляков А.В. 2015. Инструкция по использованию программы ловушечной съёмки базы данных «БИОРЕСУРС». М.: Изд-во ВНИРО. 140 с.
- Буяновский А.И. 2004. Пространственно-временная изменчивость размерного состава в популяциях двустворчатых моллюсков, морских ежей и десятиногих ракообразных. М.: Изд-во ВНИРО. 306 с.
- Буяновский А.И. 2012. Прогноз потенциального вылова прибрежных беспозвоночных при затруднении с оценкой запаса. М.: Изд-во ВНИРО. 222 с.
- Буяновский А.И., Войдаков Е.В. 2011. Возрастной состав травяной креветки *Pandalus latirostris* (Decapoda, Pandalidae) у островов Малой Курильской Гряды // Вопросы рыболовства. Т. 12 (2). С. 274–292.
- Буяновский А.И., Сидоров Л.К. 2012. Динамика уловов камчатского краба на Мурманском мелководье — экспертная оценка потенциального вылова // Тез. докл. XI Всерос. конф. по пробл. рыбопромыслового прогнозирования, посвящённой 150-летию со дня рождения Н.М. Книповича. Мурманск: Изд-во ПИНРО. С. 2.
- Буяновский А.И., Моисеев С.И., Горянина С.В. 2012. Зависимость уловов промысловых самцов камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) в Баренцевом море от продолжительности застоя ловушки // Вопросы рыболовства. Т. 13 (1). С. 197–214.
- Буяновский А.И., Бизиков В.А., Сидоров Л.К., Огурцов А.Ю. 2015. Использование интегрированного комплекса ГИС «КартМастер» и БД «Биоресурс» для стандартизации оценки запасов морских донных беспозвоночных // Промысловый беспозвоночные. VIII Всерос. науч. конф. по промысловым беспозвоночным. Мат. докл. Калининград: Изд-во КГТУ. С. 14–16.
- Буяновский А.И., Горянина С.В. 2018. Возрастной состав самцов краба-стригуна опилио в ловушечных уловах в Баренцевом море // Вопросы рыболовства. Т. 19 (3). С. 327–342.
- Виноградов Л.Г. 1969. О механизме воспроизводства запасов камчатского краба (*Paralithodes camtschatica*) в Охотском море у западного побережья Камчатки // Труды ВНИРО. Т. 65. С. 337–344.
- Горянина С.В. 2015. Исследования камчатского краба в Баренцевом море в 2015 г. // Труды ВНИРО. Т. 158. С. 194–197.
- Дворецкий А.Г. 2011. Модель роста молоди камчатского краба в Баренцевом море // Труды ЗИН РАН. Т. 315. № 1. С. 75–84.
- Дворецкий А.Г. 2012. Вселение камчатского краба в Баренцево море и его воздействие на экосистему (обзор). 1. Выедание бентоса // Вопросы рыболовства. Т. 13. № 1 (49). С. 18–34.
- Дворецкий А.Г. 2013. Исследования камчатского краба в прибрежье Баренцева моря // Труды КНЦ РАН. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. № 1 (14). С. 183–207.
- Дворецкий А.Г., Дворецкий В.Г. 2010. Динамика популяционных показателей камчатского краба

- в губе Дальнезельская Баренцева моря в 2002–2008 гг. // Вопросы рыболовства. Т. 11 № 1(41). С. 100–111.
- Дворецкий А.Г., Дворецкий В.Г. 2014. Особенности биологии камчатского краба в прибрежье Баренцева моря в летний период // Вестник Санкт-Петербургского университета. № 1. С. 5–13.
- Золотарев П.Н. 2010. Молодь камчатского краба в воронке Белого моря // Вопросы рыболовства. Т. 11. № 1 (41). С. 60–64.
- Карсаков А.А., Пинчуков М.А. 2009. Расселение и условия обитания камчатского краба в российских водах Баренцева моря // Вопросы промысловой океанологии. Вып. 6. № 1. С. 150–163.
- Кузьмин С.А., Гудимова С.А. 2002. Вселение камчатского краба в Баренцево море. Апатиты: ММБИ КНЦ РАН. 238 с.
- Лебедев В.А., Горянина С.В. 2016. Межгодовая динамика уловов и размерного состава промыслового камчатского краба в Баренцевом море в период 2005–2013 гг. // Труды ВНИРО. Т. 161. С. 5–15.
- Мартемьянова Е.С. 1990. Течения и водообмен // Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. 1. Баренцево море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия / Под ред. Ф.С. Терзиева Б.Х. и др. Л.: Гидрометеоиздат. С. 222–231.
- Матюшкин В.Б. 2003. Ранняя молодь камчатского краба в районах Западного Мурмана // Камчатский краб в Баренцевом море. Мурманск: Изд-во ПИНО. С. 140–151.
- Моисеев С.И. 2003 а. Промыслово-биологические исследования камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) в январе-марте 2002 г. в прибрежной зоне Варангер-фьорда (Баренцево море) // Труды ВНИРО. Т. 142. С. 151–177.
- Моисеев С.И. 2003 б. Изучение производительности крабовых ловушек различного типа в прибрежной зоне Баренцева моря. // Труды ВНИРО. Т. 142. С. 178–191.
- Моисеев С.И. 2006. Некоторые особенности биологии камчатского краба в прибрежной зоне Баренцева моря // Всерос. конф. по промысловым беспозвоночным, VII (Мурманск, 9–13 окт. 2006), памяти Б.Г. Иванова (1937–2006). Тез. докл. М.: Изд-во ВНИРО. С. 101–104.
- Моисеев С.И., Вагин А.В., Полонский В.Е. 2005. Характеристика осенних скоплений камчатского краба в Варангер-фьорде и тактика его промысла на ограниченном полигоне // Труды ВНИРО. Т. 144. С. 194–211.
- Орлов Ю.И. 1994. Аклиматизация промысловых крабов в Северо-Восточной Атлантике: обоснование и первые результаты // Аквакультура: ОИ/ВНИЭРХ. Вып. 1. С. 55.
- Павлов В.Я. 2003. Жизнеописание краба камчатского *Paralithodes camtschaticus* (TILESIIUS, 1885). М.: Изд-во ВНИРО. С. 110.
- Павлова Л.В. 2011. Исследование влияния молоди камчатского краба на донные сообщества Баренцева моря // Комплексные исследования больших морских экосистем России. Апатиты: Изд. КНЦ РАН. С. 234–258.
- Павлова Л.В., Кузьмин С.А., Дворецкий А.Г. 2005. Вселение камчатского краба в Баренцево море: история, итоги, перспективы // Формирование основ современной стратегии природопользования в евро-арктическом регионе. Апатиты: КНЦ РАН. С. 297–304.
- Переладов М.В. 2003. Некоторые особенности распределения камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) на прибрежных мелководьях Баренцева моря // Труды ВНИРО. Т. 142. С. 103–119.
- Переладов М.В., Войдаков Е.В., Лабутин А.В., Моисеев С.И., Тальберг Н.Б. 2013. Динамика численности камчатского краба на акватории российской части Варангер фьорда Баренцева моря в 2001–2012 гг. // Мат. научн. конф. «Морская биология, геология, океанология — междисциплинарные исследования на морских стационарах». М.: ББС МГУ. С. 235–240.
- Поляков А.В., Гончаров С.М., Мурый Г.П., Огурцов А.Ю., Попов С.Б., Сидоров Л.К., Антонов Н.П., Бизиков В.А., Буяновский А.И. 2016. Программа для ЭВМ «Биоресурс» версия 2.0. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 016613600. Заявка № 2016610797 от 03 февраля 2016 г. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 1 апреля 2016 г.
- Родин В.Е. 1985. Пространственная и функциональная структура популяций камчатского краба. // Известия ТИНРО. Т. 110. Стр. 86–97.
- Сенников А.М., Шацкий А.В. 2002. Промыслово-биологическая характеристика урагубской группировки камчатского краба // Биоресурсы и аквакультура в прибрежных районах Баренцева и Белого морей. Мурманск: Изд-во ПИНО. С. 98–109.
- Сенников А.М., Матюшкин В.Б. 2013 а. Состояние группировки камчатского краба губы Ура Баренцева моря в период 2008–2012 гг. // Наука и образование. Мат. Междун. науч. — техн. конф. (Мурманск, 4–11 марта 2013 г.). Мурманск: Изд-во МГТУ. С. 1032–1036.
- Сенников А.М., Матюшкин В.Б. 2013 б. Долгосрочные изменения в составе прибрежных группировок камчатского краба Западного Мурмана // Биоло-

- гические ресурсы промысла у берегов Мурмана / Отв. ред. К.М. Соколов. Мурманск. С. 32–44.
- Сенников А.М., Матюшкин В.Б. 2015. Влияние нелегальной добычи и запрета промысла на камчатского краба губы Ура Баренцева моря в 2001–2004 гг. // Промысловые беспозвоночные. VIII Всерос. науч. конф. по промысловым беспозвоночным (Калининград, 2–5 сент. 2015 г.). Мат. докл. Калининград: АтлантНИРО, КГТУ. С. 93–95.
- Соколов В.И., Милютин Д.М. 2006 а. Распределение, численность и размерный состав камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius) в верхней сублиторали Кольского залива Баренцева моря в летний период // Зоологический журнал. Т. 5. Вып. 2. С. 158–170.
- Соколов В.И., Милютин Д.М. 2006 б. Некоторые особенности поведения камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) в прибрежной зоне Баренцева моря в летний период // Зоологический журнал. Т. 85. № 1. С. 28–37.
- Соколов В.И., Милютин Д.М. 2007. Динамика численности и особенности распределения камчатского краба в прибрежной зоне Баренцева моря // Труды ВНИРО. Т. 147. С. 158–172.
- Соколов В.И., Милютин Д.М. 2008. Современное состояние популяции камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*, Decapoda, Lithodidae) в Баренцевом море // Зоологический журнал. Т. 87. № 2. С. 141–155.
- Статистические сведения по рыбной промышленности России 2003–2004. 2005. М.: Изд-во ВНИРО. 62 с.
- Статистические сведения по рыбной промышленности России 2005–2006. 2007. М.: Изд-во ВНИРО. 69 с.
- Статистические сведения по рыбной промышленности России 2006–2007. 2008. М.: Изд-во ВНИРО. 56 с.
- Статистические сведения по рыбной промышленности России 2008–2009 2010. М.: Изд-во ВНИРО. 65 с.
- Статистические сведения по рыбной промышленности России 2010–2011 2012. М.: Изд-во ВНИРО. 69 с.
- Статистические сведения по рыбной промышленности России 2012–2013 2014. М.: Изд-во ВНИРО. 64 с.
- Статистические сведения по рыбной промышленности России 2014–2015 2016. М.: Изд-во ВНИРО. 64 с.
- Статистические сведения по рыбной промышленности России 2015–2016 2017. М.: Изд-во ВНИРО. 74 с.
- Стесько А.В. 2015 а. Распределение и состояние запаса камчатского краба в территориальных водах России в Баренцевом море // Вопросы рыболовства. 2015. Т. 16 № 2 С. 175–192.
- Стесько А.В. 2015 б. Пространственная изменчивость размерного состава камчатского краба в прибрежье Мурмана в 2008–2014 гг. // Промысловый беспозвоночные. VIII Всерос. науч. конф. по промысловым беспозвоночным. Мат. докл. Калининград: Изд-во КГТУ. С. 103–106.
- Стесько А.В., Манушин И.Е. 2017. О распространении камчатского краба в Горле Белого моря // Российский журнал биологических инвазий. № 1. С. 83–89.
- Тальберг Н.Б. 2005. Сравнительная характеристика особенностей миграций камчатского краба в прибрежных акваториях Баренцева и Охотского морей // Труды ВНИРО. Т. 144. С. 91–101.
- Pinchukov M.A., Karsakov A.L. 2008. Red king crab settling and conditions of habitation in Russian waters of the Barents Sea // Joint report series 3. Institute of Marine Research — IMR and Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography — PINRO. P. 50–55.
- Skuladottir U. 1979. 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., Kodiak, Alaska, Sea Grant Report 81–3, 1981, p. 283–307.

Поступила в редакцию 18.01.2017 г.
Принята после рецензии 04.04.2018 г.

Commercial species and their biology

Changes in abundance and size composition of the Red King Crab in the Barents Sea during the period from 2003 till 2016

V.A. Bizikov, L.K. Sidorov, D.O. Alekseev, A.I. Buyanovsky

Russian Federal Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

Abundance, sex ratio and size composition of the red King crab in pot lines catches on the fishing grounds in Russian waters of the Barents sea have been analyzed during the period from 2003 till 2016. All data have been standardized and stored in the 'Bioresouce' Data Base (VNIRO). CPUE (crabs per pot) and size composition of males and females have been analyzed separately for each year and fishing ground. Two research areas (Western and Eastern area) were defined on the basis of fishing effort distribution. Each area has its own spawning and nursery ground. Long-term analysis revealed periodicity in appearance of abundant crab generations in Western and Eastern areas once in every 4–5 years. The growth, migrations and fishery exploitation of each abundant generation has been analyzed. The cumulative contribution of each abundant crab generation to the total catch of the Red King crab in the Barents Sea was assessed. The impact of legal and IUU fishery on the abundance and life duration of different generations was discussed. Each abundant generation first appear in the Western research area and then emerge in the Eastern research area.

Keywords: Red King crab *Paralithodes camtschaticus*, spatial distribution, size composition, abundant generation, fishery, Barents Sea, total allowable catch (TAC).

REFERENCES

- Bakanev S.V. 2003. Lichinki kamchatskogo kraba v pribrezhnykh rajonakh i krupnykh zalivakh Murmana [Larvae of the Red King crab in coastal areas and fjords of Murman] // Kamchatskij krab v Barentsevom more. 2-e izd., pererab. i dop. Murmansk: Izd-vo PINRO. P. 122–133.
- Bakanev S.V. 2009 a. Dinamika populyatsii kamchatskogo kraba (*Paralithodes camtschaticus*) v Barentsevom more (opyt modelirovaniya) [Population dynamics of the Red King crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the Barents Sea (a case of mathematical modelling)]. Diss. ... kand. biol. nauk. Murmansk. 155 s.
- Bakanev S.V. 2009 b. Problemy otsenki zapasa i regulirovaniya promysla kamchatskogo kraba *Paralithodes camtschaticus* v Barentsevom more [Some aspects of stock assessment and fishery regulation of the Red King crab in the Barents Sea] // Voprosy rybolovstva. Vol. 10. № 1 (37). P. 51–63.
- Berenbojm B.I. 2003. Migratsii i rasselenie kamchatskogo kraba v Barentsevom more [Migrations and spreading of the Red King crab in the Barents Sea] // Kamchatskij krab v Barentsevom more. Murmansk: Izd-vo PINRO. S. 65–70.
- Bizikov V.A., Muryj G.P., Sidorov L.K., Polyakov A.V. 2015. Instruktsiya po ispol'zovaniyu programmy lovushechnoj s'emki bazy dannykh «BIORESURS» [User manual for the «BIORESOURCE» data base — trap longline survey section]. M.: Izd-vo VNIRO. 140 s.
- Buyanovsky A.I. 2004. Prostranstvenno-vremennaya izmenchivost' razmernogo sostava v populyatsiyakh dvustvorchatykh mollyuskov, morskikh ezhej i desyatinogikh rakoobraznykh [Spatial and temporal variability of size composition in populations of bivalve

- mollusks, sea urchins and decapod crustaceans]. M.: Izd-vo VNIRO. 306 s.
- Buyanovsky A.I. 2012. Prognoz potentsial'nogo vylova pribrezhnykh bespozvonochnykh pri zatrudnenii s otsenkoy zapasa [Forecast of potential catch for coastal invertebrates: data-poor cases]. Moscow: Izd-vo VNIRO. 222 s.
- Buyanovsky A.I., Voidakov E.V. 2011. Vozrastnoj sostav travyanoy krevetki *Pandalus latirostris* (Decapoda, Pandalidae) u ostrovov Maloj Kuril'skoj Gryady [Age structure of grass shrimp *Pandalus latirostris* (Decapoda, Pandalidae) in Malaya Kuril Ridge area] // Voprosy rybolovstva. T. 12 (2). S. 274–292.
- Buyanovsky A.I., Sidorov L.K. 2012. Dinamika ulovov kamchatskogo kraba na murmanskome melkovode — ehkspertnaya otsenka potentsial'nogo vylova [The Red King crab catches on Murmansk bank — expert assessment of potential catch] // Tez. dokl. XI Vseros. konf. po probl. rybopromyslovogo prognozirovaniya, posvyashchennoj 150-letiyu so dnya rozhdeniya N.M. Knipovicha. Murmansk: Izd-vo PINRO. S. 2.
- Buyanovskij A.I., Moiseev S.I., Goryanina S.V. 2012. Zavisimost' ulovov promyslovykh samtsov kamchatskogo kraba (*Paralithodes camtschaticus*) v Barentsevom more ot prodolzhitel'nosti zastoya lovushki [On correlation between catches of commercial Red King crab (*Paralithodes camtschaticus*) males and duration of crab pot exposition in the Barents Sea] // Voprosy rybolovstva. T. 13 (1). S. 197–214.
- Buyanovskij A.I., Bizikov V.A., Sidorov L.K., Ogurtsov A. Yu. 2015. Ispol'zovanie integrirovannogo kompleksa GIS «KartMaster» i BD «Bioresurs» dlya standartizatsii otsenki zapasov morskikh donnykh bespozvonochnykh [Implementation of GIS «ChartMaster» and «Bioresource» Data Base for standardization of commercial stocks of marine benthic invertebrates] // Promyslovyy bespozvonochnye. VIII Vseros. nauch. konf. po promyslovym bespozvonochnym. Mat. dokl. Kaliningrad: Izd-vo KGTU. S. 14–16.
- Buyanovskij A.I., Goryanina S.V. 2018. Vozrastnoj sostav samtsov kraba-striguna opilio v lovushechnykh ulovakh v Barentsevom more [Age structure of the snow crab males in trap catches in the Barents Sea] // Voprosy rybolovstva. T. 19 (3). C. 327–342.
- Vinogradov L.G. 1969. O mekhanizme vosproizvodstva zapasov kamchatskogo kraba (*Paralithodes camtschatica*) v Okhotskom more u zapadnogo poberezh'ya Kamchatki [On mechanism of stock reproduction of the Red King crab (*Paralithodes camtschatica*) in the Sea of Okhotsk along the Western Kamchatka coast] // Trudy VNIRO. T. 65. S. 337–344.
- Goryanina S.V. 2015. Issledovaniya kamchatskogo kraba v Barentsevom more v 2015 godu [Studies on the Red King crab in the Barents Sea in 2015] // Trudy VNIRO. T. 158. S. 194–197.
- Dvoretckij A.G. 2011. Model' rosta molodi kamchatskogo kraba v Barentsevom more [Growth model for the Red King crab juveniles in the Barent Sea] // Trudy ZIN RAN. T. 315. № 1. S. 75–84.
- Dvoretckij A.G. 2012. Vselenie kamchatskogo kraba v Barentsevo more i ego vozdejstvie na ehkossistemu (obzor). 1. Vyedanie bentosa [Introduction of the Red King crab in the Barents Sea and its impact on local ecosystems (review). Part 1. Consumption of benthos] // Voprosy rybolovstva. T. 13. № 1 (49). S. 18–34.
- Dvoretckij A.G. 2013. Issledovaniya kamchatskogo kraba v pribrezh'e Barentseva morya [Studies on the Red King crab in coastal areas of the Barents Sea] // Trudy KNTS RAN. Apatity: Izd-vo KNTS RAN. № 1 (14). S. 183–207.
- Dvoretckij A.G., Dvoretckij V.G. 2010. Dinamika populyatsionnykh pokazatelej kamchatskogo kraba v gube Dalnezeletskaya Barentseva morya v 2002–2008 godakh [Changes of population parameters of the Red King crab in the Dalnezelenetskaya Guba fjord (Barents Sea) in 2002–2008] // Voprosy rybolovstva. T. 11 № 1(41). S. 100–111.
- Dvoretckij A.G., Dvoretckij V.G. 2014. Osobennosti biologii kamchatskogo kraba v pribrezh'e Barentseva morya v letnij period [Biological characteristics of the Red King crab in coastal areas of the Barents Sea during the summer] // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. № 1. S. 5–13.
- Zolotarev P.N. 2010. Molod' kamchatskogo kraba v voronke Belogo morya [On juveniles of the Red King crab in the White Sea Voronka area] // Voprosy rybolovstva. T.11. № 1 (41). S. 60–64.
- Karsakov A.L., Pinchukov M.A. 2009. Rasselenie i usloviya obitaniya kamchatskogo kraba v rossijskikh vodakh Barentseva morya [Spreading and habitats of the Red King crab in Russian zone of the Barents Sea] // Voprosy promyslovoj okeanologii. Vyp. 6. № 1. S. 150–163.
- Kuz'min S.A., Gudimova S.A. 2002. Vselenie kamchatskogo kraba v Barentsevo more [Introduction of the Red King crab in the Barents Sea]. Apatity: MMBI KNTS RAN. 238 s.
- Lebedev V.A., Goryanina S.V. 2016. Mezhgodovaya dinamika ulovov i razmernogo sostava promyslovogo kamchatskogo kraba v Barentsevom more v period 2005–2013 [Interannual changes of commercial catches and size composition of the Red King crab in the Barents Sea during 2005–2013] // Trudy VNIRO. T. 161. S. 5–15.

- Martem'yanova E.S.* 1990. Techeniya i vodoobmen // *Gidrometeorologiya i gidrokimiya morej*. T. 1. Barentsevo more. Vyp. 1. *Gidrometeorologicheskie usloviya* [Currents and water exchange. Hydro-meteorology and hydrochemistry of seas. Vol. 1. Barents Sea] / Pod red. F.S. Terzieva B.KH. i dr. L.: *Gidrometeoizdat*. S. 222–231.
- Matyushkin V.B.* 2003. Rannyya molod' kamchatskogo kraba v rajonakh Zapadnogo Murmana [Red King crab early juveniles in the Western Murman region] // *Kamchatskij krab v Barentsevom more*. Murmansk: *Izd-vo PINRO*. S. 140–151.
- Moiseev S.I.* 2003 a. Promyslovo-biologicheskie issledovaniya kamchatskogo kraba (*Paralithodes camtschaticus*) v yanvare-marte 2002 g. v pribrezhnoj zone Varanger-f'orda (Barentsevo more) [Fishery researches on the Red King crab (*Paralithodes camtschaticus*) in January-March 2002 in near-shore area of the Varanger Fjord] // *Trudy VNIRO*. T. 142. S. 151–177.
- Moiseev S.I.* 2003 b. Izuchenie proizvoditel'nosti krabovykh lovushkek razlichnogo tipa v pribrezhnoj zone Barentseva morya // *Trudy VNIRO*. 2003. T. 142. S. 178–191.
- Moiseev S.I.* 2006. Nekotorye osobennosti biologii kamchatskogo kraba v pribrezhnoj zone Barentseva morya [On biological characteristics of the Red King crab in the coastal areas of the Barents Sea] // *Vseros. konf. po promyslovym bespozvonochnym*, VII (Murmansk, 9–13 okt. 2006), pamyati B.G. Ivanova (1937–2006). Tez. dokl. M.: *Izd-vo VNIRO*. S.101–104.
- Moiseev S.I., Vagin A.V., Polonskij V.E.* 2005. Kharakteristika osennikh skoplenij kamchatskogo kraba v Varanger-fiorde i taktika ego promysla na ogranichenom poligone [Biological characteristics of Autumn concentrations of the Red King crab in the Varanger Fjord in relation to fishing tactics on a restricted fishing ground] // *Trudy VNIRO*. T. 144. S. 194–211.
- Orlov Yu. I.* 1994. Acclimatizatsiya promyslovykh crabov v Severo-Vostochnoi Atlantike: obosnovanie i pervye rezultaty [Acclimatization of commercial crabs in the North-Eastern Atlantic: scientific justification and first results] // *Akvakul'tura: OI/VNIEHRKH*. Vyp. 1. S. 55.
- Pavlov V. Ya.* 2003. Zhizneopisanie kraba kamchatskogo *Paralithodes camtschaticus* (TILESIUS,1885) [Life story of the Kamtschatka crab *Paralithodes camtschaticus* (TILESIUS,1885)]. M.: *Izd-vo VNIRO*. S.110.
- Pavlova L.V.* 2011. Issledovanie vliyaniya molodi kamchatskogo kraba na donnye soobshchestva Barentseva morya [A study of the Red King crab juveniles impact on the benthic communities of the Barents Sea] // *Kompleksnyye issledovaniya bol'shikh morskikh ehkositsem Rossii*. Apatity: *KNTS RAN*. S. 234–258.
- Pavlova L.V., Kuz'min S.A., Dvoret'skij A.G.* 2005. Vselenie kamchatskogo kraba v Barentsevo more: istoriya, itogi, perspektivy [Introduction of the Red King crab in the Barents Sea: history, results, perspectives] // *Formirovanie osnov sovremennoj strategii prirodopol'zovaniya v evro-arkticheskom regione*. Apatity: *KNTS RAN*. S. 297–304.
- Pereladov M.V.* 2003. Nekotorye osobennosti raspredeleniya kamchatskogo kraba (*Paralithodes camtschaticus*) na pribrezhnykh melkovod'yakh Barentseva morya [On distribution of the Red King crab (*Paralithodes camtschaticus*) in coastal shallows of the Barents Sea] // *Trudy VNIRO*. T. 142. S. 103–119.
- Pereladov M.V., Vojdakov E.V., Labutin A.V., Moiseev S.I., Tal'berg N.B.* 2013. Dinamika chislennosti kamchatskogo kraba na akvatorii rossijskoj chasti Varanger fiorda Barentseva morya v 2001–2012 gg. [Changes in abundance of the Red King crab in the Russian part of the Varanger Fjord in the Barents Sea] // *Mat. nauchn. konf. «Morskaya biologiya, geologiya, okeanologiya — mezhdistsiplinarnye issledovaniya na morskikh stacionarah»*. M.: *BBS MGU*. S. 235–240.
- Polyakov A.V., Goncharov S.M., Muryi G.P., Jgurtsov F. Yu., Popov S.B., Sidorov L.K., Antonov N.P., Bizikov V.A., Buyanovskij A.I.* 2016. Programma dlya EVM 'Bioresours' versia 2.0. Svidetelstvo o gosudarstvennoi registratsii program dlya EVM № 016613600. Zayavka № 2016610797 ot 03 Fevralya 2016 goda. Data gosudarstvennoi registratsii v Reestre program lia EVM 1 Aprelia 2016 goda. [Computer program 'BIORESOURCE' version 2.0. State registration certificate for computer programs № 016613600. Application № 2016610797 on February 03, 2016. Date of registration in the State Register of the computer programs of April 1, 2016.].
- Rodin V.E.* 1985. Prostranstvennaya i funktsionalnaya struktura populyatsij kamchatskogo kraba [Spatial and functional structure of the Red King crab population] // *Izvestiya TINRO*. T. 110. Str. 86–97.
- Sennikov A.M., Shatskij A.V.* 2002. Promyslovo-biologicheskaya kharakteristika uragubskoj gruppirovki kamchatskogo kraba [Fishery and biological characteristics of the Red King crab population in the Ura Guba fjord] // *Bioresursy i akvakul'tura v pribrezhnykh rajonakh Barentseva i Belogo morej*. Murmansk: *PINRO*. S. 98–109.
- Sennikov A.M., Matiushkin V.B.* 2013 a. Sostojanie gruppirovki kamchatskogo kraba guby Ura Barentseva

- morja v period 2008–2012 [Status of the Red King crab population in the Ura Guba fjord of the Barents Sea during 2008–2012] // Nauka i obrazovanie. Mat. Mezhdun. nauch. — tekhn. konf. (Murmansk, 4–11 marta 2013 g.). Murmansk: Izd-vo MGTU. S. 1032–1036.
- Sennikov A.M., Matiushkin V.B. 2013. Dolgosrochnyie izmeneniya v sostave pribrezhnykh gruppirovok kamchatskogo kraba Zapadnogo Murrmana [Long-term changes in the composition of coastal aggregations of the Red King crab off Western Murman] // Biologicheskiye resursy promysla u beregov Murmana / Otv. red. K.M. Sokolov. Murmansk: PINRO. S. 32–44.
- Sennikov A.M., Matyushkin V.B. 2015. Vliyanie nelegal'noj dobychi i zapreta promysla na kamchatskogo kraba guby Ura Barentseva morya v 2001–2004 gg. [The effect of illegal fishing and ban of fishery the red king crab in the Ura Guba of the Barents Sea in 2001–2014] // Promyslovye bespozvonochnye. VIII Vseros. nauch. konf. po promyslovym bespozvonochnym (Kaliningrad, 2–5 sent. 2015 g.). Mat. dokl. Kaliningrad: AtlantNIRO, KGTU. S. 93–95.
- Sokolov V.I., Milyutin D.M. 2006 a. Raspredelenie, chislennost' i razmernyj sostav kamchatskogo kraba *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius) v verkhnej sublitorali Kol'skogo zaliva Barentseva morya v letnij period [Distribution, abundance and size composition of the Red King crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius) in the upper sub-littoral of the Kola Fjord in the Barents Sea during summer period] // Zoologicheskij zhurnal. T. 5. Vyp. 2. S. 158–170.
- Sokolov V.I., Milyutin D.M. 2006 b. Nekotorye osobennosti povedeniya kamchatskogo kraba (*Paralithodes camtschaticus*) v pribrezhnoj zone Barentseva morya v letnij period [Some behavioral features of the Red King crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the coastal area of the Barents Sea during the summer] // Zoologicheskij zhurnal. T. 85. № 1. S. 28–37.
- Sokolov V.I., Milyutin D.M. 2007. Dinamika chislennosti i osobennosti raspredeleniya kamchatskogo kraba v pribrezhnoj zone Barentseva morya [Changes of abundance and some characteristics of distribution of the Red King crab in the coastal zone of the Barents Sea] // Trudy VNIRO. T. 147. S. 158–172.
- Sokolov V.I., Milyutin D.M. 2008. Sovremennoe sostoyanie populyatsii kamchatskogo kraba (*Paralithodes camtschaticus*, Decapoda, Lithodidae) v Barentsevom more [Current status of the Red King crab population (*Paralithodes camtschaticus*, Decapoda, Lithodidae) in the Barents Sea] // Zoologicheskij zhurnal T. 87. № 2. S. 141–155.
- Statisticheskie svedeniya po rybnoj promyshlennosti Rossii 2003–2004 [Statistic data on the Russian fishery industry in 2003–2004]. 2005. M.: Izd-vo VNIRO. 62 s.
- Statisticheskie svedeniya po rybnoj promyshlennosti Rossii 2005–2006 [Statistic data on the Russian fishery industry in 2005–2006]. 2007. M.: Izd-vo VNIRO. 69 s.
- Statisticheskie svedeniya po rybnoj promyshlennosti Rossii 2006–2007 [Statistic data on the Russian fishery industry in 2006–2007]. 2008. M.: Izd-vo VNIRO. 56 s.
- Statisticheskie svedeniya po rybnoj promyshlennosti Rossii 2008–2009 [Statistic data on the Russian fishery industry in 2008–2009]. 2010. Moscow: Izd-vo VNIRO. 65 s.
- Statisticheskie svedeniya po rybnoj promyshlennosti Rossii 2010–2011 [Statistic data on the Russian fishery industry in 2010–2011]. 2012. M.: Izd-vo VNIRO. 69 s.
- Statisticheskie svedeniya po rybnoj promyshlennosti Rossii 2012–2013 [Statistic data on the Russian fishery industry in 2012–2013]. 2014. M.: Izd-vo VNIRO. 64 s.
- Statisticheskie svedeniya po rybnoj promyshlennosti Rossii 2014–2015 [Statistic data on the Russian fishery industry in 2014–2015]. 2016. M.: Izd-vo VNIRO. 64 s.
- Statisticheskie svedeniya po rybnoj promyshlennosti Rossii 2015–2016 [Statistic data on the Russian fishery industry in 2015–2016]. 2017. M.: Izd-vo VNIRO. 74 s.
- Stes'ko A.V. 2015 a. Raspredelenie i sostoyanie zapasa kamchatskogo kraba v territorial'nykh vodakh Rossii v Barentsevom more [Distribution and stock status of the Red King crab in the Russian territorial waters of the Barents Sea] // Voprosy rybolovstva. 2015. T.16 № 2 S. 175–192.
- Stes'ko A.V. 2015 b. Prostranstvennaya izmenchivost' razmernogo sostava kamchatskogo kraba v pribrezh'e Murmana v 2008–2014 gg. [Spatial variability of size composition of the Red King crab population in the coastal zone of Murman] // Promyslovyj bespozvonochnye. VIII Vseros. nauch. konf. po promyslovym bespozvonochnym. Mat. dokl. Kaliningrad: Izd-vo KGTU. S. 103–106.
- Stes'ko A.V., Manushin I.E. 2017. O rasprostraneni kamchatskogo kraba v Gorle Belogo morya [On distribution of the Red King crab in 'Gorlo' area of the White Sea] // Rossijskij zhurnal biologicheskikh invazij. № 1. S. 83–89.
- Tal'berg N.B. 2005. Sravnitel'naya kharakteristika osobennostej migratsij kamchatskogo kraba v pribrezhnykh akvatoriyakh Barentseva i Okhotskogo

- morej [Comparison of the Red King crab migration patterns in the coastal waters of the Barents Sea and the Sea of Okhotsk] // Trudy VNIRO. T. 144. S. 91–101.
- Pinchukov M.A., Karsakov A.L.* 2008. Red king crab settling and conditions of habitation in Russian waters of the Barents Sea // Loint report series 3. Institute of Marine Research — IMR and Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography — PINRO. P. 50–55.
- Skuladottir U.* 1979. 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., Kodiak, Alaska, Sea Grant Report 81–3, 1981, p. 283–307.

TABLE CAPTIONS

- Table 1.** Summary of data on the Red King crab catches in the Barents Sea for the period from 2003 till 2016 under study (from the «Bioresource» Database)
- Table 2.** Average carapace width (mm) and catches of the Red King crab in the Western research area grouped by quarters of the year from 2003 till 2015
- Table 3.** Average carapace width (ШК) and catches of the Red King crab in the Eastern research area grouped by quarters of the year from 2003 till 2016
- Table 4.** Fishing efforts, Total Available Catch (ОДН) and the actual catch of the Red King crab in the Barents Sea during the period from 2003 till 2017

FIGURE CAPTIONS

- Fig. 1.** Distribution of sampling sites (crab pot lines) of the Red King crab in Russian zone of the Barents Sea during the period from 2003 till 2016, available in «Bioresource» Database in VNIRO. Solid line (36° E) delimits the Western and Eastern areas of research
- Fig. 2.** Frequency distribution of sampling sites (A) and distribution of mean CPUE (crabs per pot) (B) of the Red King crab along the longitude (abscissa) during the period from 2003 till 2016
- Fig. 3.** Average catches per effort (crabs per pot) of the Red King crab in the Barents Sea from 2003 till 2016: A — Western Research area; Б — Eastern research area. Abbreviations: «Самцы» ШК <15 см — males with carapace width less than 15 cm; «Самцы» ШК >15 см — males with carapace width greater than 15 cm; «Самки» — female
- Fig. 4.** Size range of males (a) and females (б); deviation from multi-year average frequency of occurrence of males (в) and females (г) of the Red King crab in crab pots catches in the Western research area during the period from 2003 till 2015.
Abscissa: carapace width (mm); ordinate for the size range — frequency of occurrence (%); ordinate for deviation diagram — difference (%) between actual and multi-year frequency of occurrence of particular size class. Abbreviations: П1 — generation № 1; П2 — generation № 2; П3 — generation № 3; П4-З — generation № 4 — West; П5 — generation № 5 (explanations are in the text)
- Fig. 5.** Size range of males (a) and females (б); deviation from multi-year average frequency of occurrence of males (в) and females (г) of the Red King crab in crab pots catches in the Eastern research area during the period from 2003 till 2016.
Axes — as in Figure 4. Abbreviations: П1 — generation № 1; П2 — generation № 2; П3 — generation № 3; П4-З — generation № 4 — West; П4-В — generation № 4 — East; П5 — generation № 5 (explanations are in the text)
- Fig. 6.** Interannual changes of modal size of males from abundant Red King crab generations in the Barents Sea during the period from 2003 till 2016
- Fig. 7.** Interannual changes of modal size of females from abundant Red King crab generations in the Barents Sea during the period from 2003 till 2016
- Fig. 8.** Red King crab average CPUE (tons per day at sea of a fishing vessel) in the Barents Sea during the period from 2003 till 2016 (according to data from the Center of vessel monitoring system of the Russian Federal Agency for Fishery)
- Fig. 9.** Spatial distribution of the Red King crab annual catch in the Barents Sea during the period from 2003 till 2016 (according to data from the Center of vessel monitoring system of the Russian Federal Agency for Fishery)