

## Изменчивость ловушечных уловов камчатского краба в прибрежной части Баренцева моря в 2008–2018 гг.

А.В. Стесько,  
Е.В. Сентябов,  
К.М. Соколов

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО им. Н.М. Книповича»), г. Мурманск

E-mail: stesko@pinro.ru

В работе представлены результаты комплексного анализа данных о ловушечных уловах камчатского краба и придонной температуре воды в летние месяцы 2008–2018 гг. в прибрежье южной части Баренцева моря и сопредельных водах Белого моря. Анализировалось влияние на уловы краба таких факторов, как период проведения исследований, глубина постановки ловушек, тип грунта, придонная температура. Выявлена обратная зависимость уловов самок краба с наружной икрой от придонной температуры и глубины. Для самок с икрой также характерны наиболее сильные колебания их уловов в 2008–2018 гг. Показано, что на величину ловушечных уловов камчатского краба наибольшее влияние оказывает комплекс факторов, определяющих межгодовую изменчивость численности этого беспозвоночного в скоплениях. При выполнении ресурсных исследований камчатского краба в прибрежье южной части Баренцева моря рекомендуется не допускать отклонений от среднесрочных сроков проведения работ более чем в 10 дней.

**Ключевые слова:** Баренцево море, донные ловушки, камчатский краб *Paralithodes camtschaticus*, уловы, придонная температура.

### ВВЕДЕНИЕ

Камчатский краб в российской части Баренцева моря распределяется от морской границы с Королевством Норвегия на западе до Новоземельской банки на востоке и от южных склонов Новоземельской банки на севере до Горла Белого моря на юге [Стесько, Манушин, 2017; Бизиков и др., 2018]. Отечественный промысел этого гидробионта в настоящее время осуществляется только в исключительной экономической зоне (ИЭЗ) России. В пределах территориального моря России действует запрет на вылов камчатского краба в рамках промышленного и прибрежного рыболовства, обусловленный преимущественным обитанием в этих водах самок и молодых краба, запрещенных к добыче. Запас баренцево-морского камчатского краба, распределяющийся в российских водах различного правового режима, считается единым, однако оценку его состояния и прогнозирование его изменений выполняют только для ИЭЗ России [Баканев, 2016], что связано с раздельным управлением частями популяции в водах России и Норвегии.

Для оценки состояния скоплений камчатского краба в прибрежье используют индексы численности и показатели уловов, получаемые в лову-

шечной съёмке, которая выполняется каждое лето с 2008 г. в Баренцевом и Белом морях на исследовательских судах ПИНРО. Получаемые в этой съёмке данные охватывают всю прибрежную часть Баренцева моря у Мурманского берега Кольского п-ова, в районе п-ова Канин, а также Воронку и Горло Белого моря [Стесько, 2015; Стесько, Манушин, 2017; Стесько, 2018].

Прибрежные экосистемы в силу ряда причин более динамичны, чем мористая часть акватории [Mann, Lazier, 2006]. Не является исключением и прибрежная часть Баренцева моря [Бойцов, Несветова, 2002]. Сложный рельеф дна со значительным перепадом глубин, особенности перемешивания вод, режим температуры и солёности, сложившиеся здесь, оказывают существенное влияние на жизненный цикл гидробионтов, в т. ч. камчатского краба.

В Баренцевом море камчатский краб является вселенцем, находящимся, согласно классификации А.Ф. Карпевич [Карпевич, 1975], на заключительной, пятой стадии акклиматизации [Анисимова, 2003; Стесько, 2018]. Интродукция камчатского краба в Баренцево море осуществлялась в 1960–70 гг. под руководством выдающегося советского гидробиолога Ю.И. Орлова [Орлов,

1994]. Многие базовые аспекты существования краба в Баренцевом море схожи с таковыми в нативном ареале в Пацифике. Прежде всего, это касается нерестовых миграций на мелководья, а также особенностей жизненного цикла на ранних стадиях, которые тесно связаны с прибрежными экосистемами [Павлов, 2003; Матюшкин, 2003; Стесько, 2018].

В рамках комплексной съёмки камчатского краба, исследования в 2008–2018 гг. проводили в летний период, однако не всегда удавалось соблюсти запланированную очередность выполнения ловушечных станций: в отдельные годы сроки съёмки были смещены, что могло оказать влияние на результаты.

Высокая динамичность прибрежной баренцевоморской экосистемы предполагает дополнительные требования как к проведению съёмок, так и к интерпретации её результатов. В связи с этим, целью работы являлось совершенствование методики проведения ловушечной съёмки камчатского краба в прибрежных водах южной части Баренцева моря. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Выявить зависимость ловушечных уловов камчатского краба различных размерно-функциональных категорий от сроков проведения исследовательских съёмок в прибрежье Мурман и п-ова Канин.

2. Определить, какие факторы могут влиять на изменчивость таких уловов; оценить, какие из этих факторов являются наиболее значимыми.

3. Рассмотреть возможность изменения сроков проведения ловушечных исследований без значительных потерь в качестве результатов съёмки.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В работе использован материал, собранный в ходе ловушечных съёмок камчатского краба, проводившихся в территориальном море и внутренних морских водах России в Баренцевом море и сопредельных водах Белого моря в июле-августе 2008–2018 гг. [Стесько, 2018]. В съёмках принимали участие специалисты ЦА и Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО». Полевые исследования камчатского краба проводили по стандартным методикам, применяющимся в рыбохозяйственных НИИ Росрыболовства России [Изучение..., 2004]. Сборы краба производили при помощи конусных ловушек, соединённых в порядки. Каждый порядок включал в себя 3 ло-

вушки и обозначался как ловушечная станция. Каждой станции присваивался индивидуальный номер.

Улов крабов на станции пересчитывали на 1 ловушку, уловы аварийно поднятых ловушек не учитывали. Стандартная продолжительность застоя порядков ловушек на станциях составляла 12 ч, в качестве наживки использовали сельдь атлантическую навеской 200–300 г. У выловленных крабов измеряли ширину карапакса (ШК), определяли пол, межлиночную стадию покровов самцов и стадию зрелости икры у самок, отмечали отсутствующие или регенерированные конечности.

В ходе съёмок ежедневно выставляли по 4 порядка ловушек (каждый порядок учитывался как одна станция), на некоторых участках с глубинами менее 50 м дополнительно выставляли одиночную ловушку. Несколько близко расположенных ловушечных станций, которые в процессе исследований выполнялись в одни и те же сутки, условно объединяли в разрезы, присваивая им свою нумерацию. Как правило, постановку ловушек осуществляли вечером, а подъём – утром.

Стандартные расположение и номера станций и разрезов представлены на рис. 1.

Методы обработки получаемого в ловушечной съёмке первичного материала оставались неизменными в течение всей рассматриваемой истории выполнения этих съёмок – с 2008 по 2018 гг. Вместе с тем, количество выполняемых учётных ловов постепенно увеличивалось, преимущественно за счёт более подробных исследований на западной и восточной окраинах съёмки. Так, разрезы 5, 12, 13, 15, 16 неизменно выполняли с 2008 г., разрезы 1–4 – с 2011 г., разрез 15 – с 2010 г., прочие – с 2014 г. по настоящее время.

Акваторию исследований условно подразделяли на 3 района: Западный Мурман (Варангер-фьорд и северное побережье п-ова Рыбачий), Восточный Мурман (побережье Мурман), Канинское побережье (р-н п-ова Канин). Ловушечные станции, располагающиеся в Мотовском заливе, условно относили к Восточному Мурману, ввиду того, что обитающие в Варангер-фьорде локальные группы камчатского краба характеризуются пространственной обособленностью от прочих групп, распределяющихся в побережье Баренцева моря [Стесько, 2018] (табл. 1, см. рис. 1).

Суммарный объём выборки для анализа размерного состава уловов составил 22503 экз. самок и самцов камчатского краба в вылове на 555 ловушечных станциях.

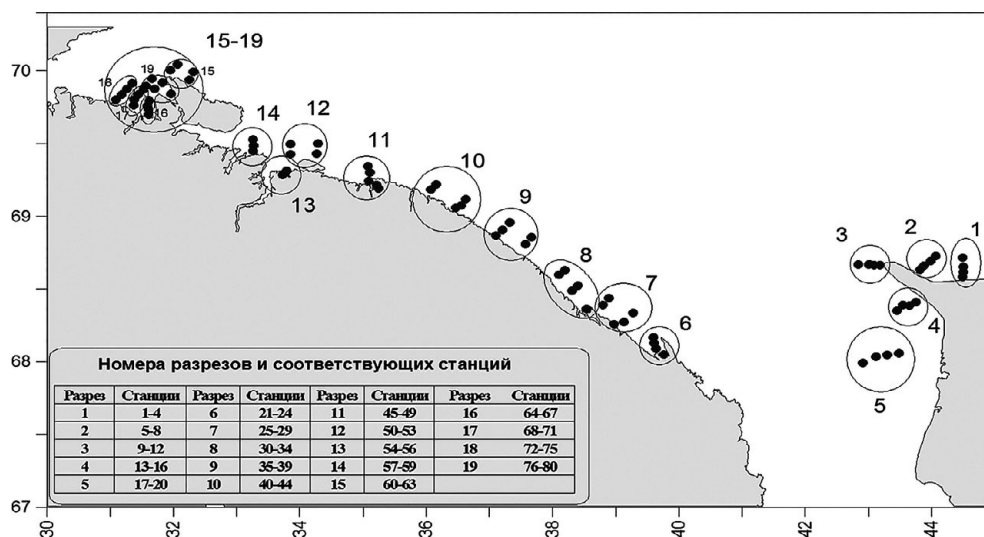


Рис. 1. Расположение стандартных ловушечных разрезов и станций в съёмке камчатского краба в июле-августе 2008–2018 гг. (номера разрезов – на карте, номера станций – в условных обозначениях)

Таблица 1. Перечень ловушечных разрезов и соответствующих им станций и районов исследований в ловушечной съёмке камчатского краба в 2008–2018 гг.

Разрез, №	Станция, №	Район	Разрез, №	Станция, №	Район	Разрез, №	Станция, №	Район
1	1–4	Канинское прибрежье	8	30–34	Восточный Мурман	15	60–63	Западный Мурман
2	5–8		9	35–39		16	64–67	
3	9–12		10	40–44		17	68–71	
4	13–16		11	45–49		18	72–75	
5	17–20		12	50–53		19	76–80	
6	21–24		13	54–56	X	X		
7	25–29		14	57–59	X	X		

Сезон ежегодных исследований разделяли на периоды продолжительностью по 4–5 суток каждый (далее – «малый период») (табл. 2).

На большинстве разрезов исследования начинались и проводились в различные периоды, с межгодовой разницей в 2–3 периода (табл. 3). Лишь в редких случаях (например, на разрезах 12, 15, 19) исследования осуществлялись в одни и те же сроки, с разницей в 1–2 периода.

Отсутствие в табл. 3 некоторых разрезов, выполненных в 2008–2013 гг. и указанных на рис. 1, не означает полного отсутствия исследований на этих участках. Однако, схема постанов-

ки ловушек на них до 2014 г. значительно отличалась от использованной в 2014–2018 гг. [Стесько, 2015]. Так, на Восточном Мурмане орудия сбора материала до 2014 г. выставлялись на удалении 2, 4, 6 и 10 миль от берега, а после – на удалении 3 и 6 миль (см. рис. 1, разрезы № 7–10, 12 и 15).

На каждой ловушечной станции определяли средний улов краба для каждой размерно-функциональной категории (табл. 4).

Крабов относили к той или иной категории исходя из их пола и известных данных о темпе роста особей [Bakanev, 2003; Nilsen, Sundet,

Таблица 2. Периоды и их сроки в ловушечной съёмке камчатского краба в 2008–2018 гг.

	Номер периода						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Дата	05.07–08.07	09.07–13.07	14.07–18.07	19.07–23.07	24.07–28.07	29.07–02.08	03.07–07.08

**Таблица 3.** Периоды, в которые производился лов камчатского краба на стандартных ловушечных разрезах в прибрежье Мурмана и п-ова Канин в 2008–2018 гг.

Разрез, №	Год исследований										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1				III	I	II	III	II	III	IV	I
2				III	II	II	III	III	III	IV	II
3				III	II	II	III	IV	II	III	I
4				IV	II	II	III	IV	III	IV	II
5					II		IV	IV	III	IV	II
6	II	IV	I	IV	II	III	II	III	II	III	III
7							II	II	IV	V	III
8							IV	II	II	V	III
9							IV	II	IV	V	III
10							IV	IV	II	V	III
11		V	II	V	III	IV	V	IV	V	VI	IV
12							V	V	V	VII	IV
13	II		III			V	VI	VII	V	VII	IV
14	V	VII	V	VII		IV	V	VI	VI	VI	V
15							V	VI	VI	VI	IV
16			III	VII			V	V	VI	VII	V
17	III	VII	IV	VII	I	V	VI	VI	V	VII	IV
18	III	VII	IV	VII		V	VI	VI	V	VI	IV
19						V	VI	V	VI	VI	V

**Таблица 4.** Размерно-функциональные категории камчатского краба

Название категории	Отличительные признаки
Самцы промысловые	ШК $\geq 150$ мм
Пререкруты	ШК 107–149
Молодь самцов	ШК $\leq 106$ мм
Самки	С наружной икрой
	Без икры

2006], при этом под категорией «пререкруты» понимали пререкрутов-I и пререкрутов-II с ШК 107–127 мм и 128–149 мм, соответственно.

Проверку нормальности распределения производили при помощи теста Шапиро-Уилка [Shapiro, Wilk, 1965]. Для стандартизации и нормализации данных использовали натуральный логарифм. Для вычисления корреляции признаков использовали бутстреп («bootstrap») метод генерации повторной выборки (ресемплинга, количество итераций составляло 5000) [Шитиков, Розенберг, 2013]. Корреляцию признаков исследовали методом Пирсона, если выборка соответ-

ствовала нормальному распределению. В противном случае данные нормализовали логарифмированием либо использовали непараметрический метод Спирмена. Качественную оценку силы связи в коэффициентах корреляции выполняли по шкале Чеддока.

Сравнение групповых средних значений в выборках данных производили по критерию Тьюки. В исключительных случаях, когда нормализация данных не позволяла использовать параметрические методы, использовали критерий Крускала-Уоллиса.

В обсуждении результатов работы понятие структурированной группировки определяется как «совокупность поселений, в пределах которых размерный состав пробы, взятой с любого участка, сходен с размерным составом большинства проб, взятых из той же совокупности, и отличается от размерного состава большинства проб, взятых из аналогичных совокупностей» [Буяновский, 2004; Стесько, 2018].

Океанографические наблюдения в ходе съёмок выполнялись с помощью зондирующих устройств FSI NXIC фирмы Falmouth Scientific

(2009–2011 гг.), TRDI Citadel (2012 г.) и SBE-19 Plus фирмы SeaBird Electronics (2013–2018 гг.) ежегодно, кроме 2008 и 2016 гг. Океанографические условия изучали в толще воды от поверхности до дна. Минимальная глубина погружения зондов составляла 17 м, максимальная – 294 м. В процессе исследований океанографические станции сопровождали постановку каждого ловушечного порядка на разрезах.

Для характеристики межгодовой изменчивости океанографических условий в районах обитания краба были выбраны участки, где наблюдения выполнялись наиболее часто за весь период исследований: Варангер-фьорд, район к северу от п-ова Рыбачий, губа Дальняя Зеленецкая, Нокуевский залив и район вблизи м. Святой Нос.

Для оценки сезонного хода условий среды в период исследований в различные годы использованы ежесуточные данные по температуре воздуха в приводном слое атмосферы на гидрометеорологических станциях (ГМС) Вардё, Мурманск, Териберка и Канин Нос. Использовали данные из архивов Всемирной метеорологической организации с сайта национального центра данных США [Global Summary..., 2019] за июнь–август 2008–2018 гг. Чтобы исключить резкие межсуточные колебания температуры воздуха, при анализе их сезонного изменения было использовано декадное скользящее осреднение данных, достаточно хорошо описывающее общие тенденции в сезонном ходе температуры [Расчет и интерпретация..., 2009].

Влияние различных факторов на межгодовые изменения ловушечных уловов камчатского краба оценивали при помощи модели GLM, реализованной в библиотеке *inlme* программной среды «R» [Bentley et al., 2012; Баканев, 2019]. В качестве основного фактора, влияющего на такие изменения, рассматривали период лова (см. табл. 2), дополнительно включали факторы глубины, тип грунта, придонной температуры в точке постановки ловушек. Оценку влияния каждого фактора выполняли аналогично методу, изложенному в статье С.В. Баканева [2019].

Анализ и визуализацию данных производили посредством инструментов программной среды «R» в пакете «*ggplot2*» [Шитиков, Розенберг, 2013; Мастицкий, Шитиков, 2015; Мастицкий, Шитиков, 2017; Harrell, 2017], а также в ИС MapViewer 8.0 (Golden Software, USA) и MS Office (Microsoft, USA).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### *Условия среды в районе исследований*

Акватория исследований камчатского краба находится под влиянием преимущественно прибрежных течений, подверженных приливно-отливным колебаниям, Прибрежной ветви Мурманского течения, а также Беломорского течения. Поскольку работы проводились преимущественно в прибрежных водах и на относительно малых глубинах (в основном до 100 м), большое влияние на условия обитания краба в придонном слое оказывают процессы взаимодействия океана и атмосферы, в частности – сезонный прогрев вод. В океанологической практике достоверно показано, что процессы, происходящие в поверхностном слое воды, оказывают своё большое влияние на изменение температуры водных масс, находящихся и на ещё больших глубинах [Бочков и др., 1995; Карсаков и др., 2000].

В среднем, ловушечные исследования камчатского краба проводились с первой декады июля по первые дни августа. При этом, начало исследований в разные годы варьировало от 30 июня по 21 июля, а окончание – с 19 июля по 10 августа. Наиболее ранний период исследований приходился на 2012 и 2018 гг., наиболее поздний – на 2009 и 2017 гг.

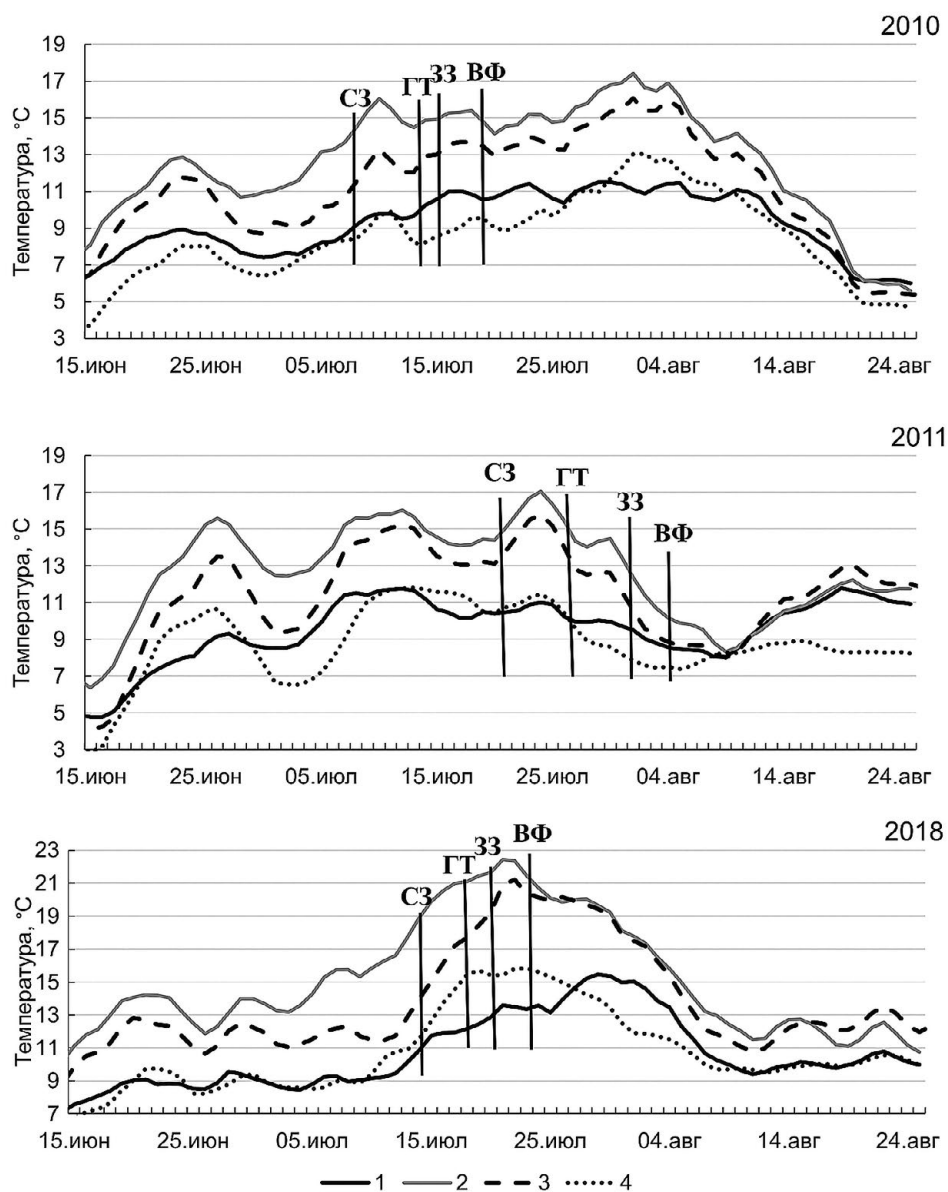
Все рассматриваемые годы по характеристике термического фона приводного слоя атмосферы во время съёмок могут быть разделены на три группы:

а) Годы, в которые исследования краба проходили в период стабилизации (2010 и 2014 гг.).

б) Годы с исследованиями краба в период непрерывного сезонного прогрева (2009, 2015 и 2018 гг.).

в) Годы, когда период съёмки краба проходил во время сезонного понижения температуры (2011, 2016 и 2017 гг.).

Изменчивость температуры воздуха в наиболее характерные для вышеописанных групп годы (2010, 2011 и 2018 гг.) и сроки обследования наиболее часто выполняемых участков (Святоносский залив, губы Териберская и Западная Зеленецкая, а также Варангер-фьорд) представлены на рис. 2. Условия сезонных изменений внешней среды в западной части исследованной акватории, включающей Варангер-фьорд, оценивались по температуре на ГМС Вардё, в районе Западного Мурмана – на ГМС Мурманск, Восточно-



**Рис. 2.** Даты выполнения ловушечных исследований краба в некоторых районах: Святоносский залив (СЗ), губа Териберская (ГТ), губа Западная Зеленецкая (ЗЗ), Варангер-фьорд (ВФ) и сезонные изменения температуры воздуха на ГМС на побережье Баренцева моря в июне-августе в 2010, 2011 и 2018 гг. (1 – Вардё, 2 – Мурманск, 3 – Териберка, 4 – Канин Нос)

го Мурманска – на ГМС Териберка, восточной части района исследований, включая Воронку Белого моря – на ГМС Канин Нос.

Для количественного сравнения сезонной и межгодовой изменчивости температуры воздуха были рассчитаны стандартные отклонения и размах колебаний этих показателей на различных участках исследований за один месяц, в пределах которого исследования краба выполнялись наиболее часто (июль). Результаты сравнения показали, что межгодовая изменчивость как по стандартному отклонению, так и по размаху ко-

лебаний на большинстве станций почти в два раза превосходит сезонную (табл. 5).

Изменения температуры воздуха, как наиболее доступной для измерений величины, тесно связаны с изменениями температуры воды поверхностного слоя и отражают изменения в температуре придонных вод на малых глубинах, к каковым относятся участки исследований камчатского краба у побережья Мурманска.

В целом в период исследований поверхностная температура в прибрежных районах обитания камчатского краба изменялась от 4,8–5,3 °С

**Таблица 5.** Сравнение стандартных отклонений ( $\sigma$ ) и размаха сезонной и межгодовой изменчивости температуры воздуха на гидрометеорологических станциях (ГМС) в июле 2009–2018 гг.

Статистическая характеристика	ГМС			
	Варде	Мурманск	Териберка	Канин Нос
$\sigma$ сезонная, °С	0,89	1,03	1,20	1,11
Размах сезонный, °С	3,31	4,73	5,03	4,28
$\sigma$ межгодовая, °С	1,35	2,41	2,46	2,55
Размах межгодовой, °С	3,85	8,51	7,81	8,17

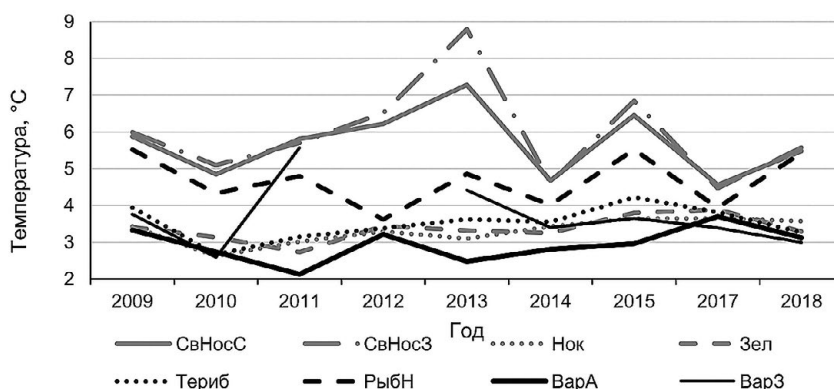
до 11,7–12,0 °С, достигая в дни наибольшего радиационного прогрева 13,0–15,0 °С (2017–2018 гг.) вне зависимости от того на западе или востоке района исследований выполнялись станции. Придонная температура в местах обитания камчатского краба за весь период исследований изменялась от 1,5 до 10,6 °С, причём как минимальные, так и максимальные её значения отмечались в восточной части района исследований – вокруг м. Канин Нос, однако на большей части района исследований придонная температура составляла от 2,8 до 9,0 °С. Придонная солёность изменялась от 27,3 до 34,7 с минимальными значениями в Воронке Белого моря и максимальными в западной части исследованной акватории, преимущественно в районе п-ова Рыбачий и в Западном Прибрежном районе.

Межгодовая изменчивость термических условий в районах, где наблюдения выполнялись наиболее часто за весь период исследований, характеризовалась изменениями температуры на участках (рис. 3): в Варангер-фьорде у западной границы РФ («ВарЗ», глубина 150 м), в Варангер-фьорде у Айновых о-вов («ВарА», глубина 280 м),

к северу от м. Немецкий п-ова Рыбачий («РыбН», глубина 90 м), к северу от губы Териберская («Териб», глубина 140 м), к северу от губы Дальняя Зеленецкая («Зел», глубина 180 м), в районе Нокуювского залива («Нок», глубина 140 м), к востоку и северу от м. Святой Нос («СвНосЗ», 55 м и «СвНосС», 60 м), а также на участках к западу и югу от м. Канин Нос («КанЗ», 60 м и «КанЮ», 40 м).

Изменения придонной температуры в различных районах в рассматриваемый период происходили весьма разнородно и асинхронно. В одном и том же году на близких по расположению участках исследованной акватории температура повышалась, однако на других могла снижаться или оставаться на уровне прошлых лет.

Рассматривая общие для южной части Баренцева моря изменения теплосодержания водных масс, индикатором которых является температура в слое 0–200 м Основной и Прибрежной ветвей Мурманского течения на разрезе «Кольский меридиан» [Карсаков, 2009], можно отметить, что на фоне общего повышенного теплового состояния вод на этом разрезе, существовали годы как с относительно высоким, так и с относительно



**Рис. 3.** Межгодовые изменения придонной температуры (а) и солёности (б) на участках исследований краба в прибрежной зоне Баренцева моря в июле-августе 2009–2018 гг. (легенду рис. см. в тексте)



низким тепловым состоянием вод. К годам с наибольшей температурой как в Основной, так и Прибрежной ветвях Мурманского течения, можно отнести 2012–2013 гг. и 2015 г.; с наименьшей (за период исследований), особенно в южной части моря,— 2011 и 2014 гг.

При анализе изменений придонной температуры в период съёмок камчатского краба на различных участках исследований (рис. 3), можно отметить, что пониженная температура отмечалась в 2011 г. на участках в Варангер-фьорде и в районе губы Дальняя Зеленецкая, в 2014 г. — к северу от п-ова Рыбачий и в районе Святоносского залива, где также отмечался локальный минимум температуры в 2017 г., как и в Прибрежной ветви Мурманского течения. В этих же районах повышение температуры придонных вод в 2013 и 2015 гг. соответствовало таковому в водах Прибрежной ветви Мурманского течения на разрезе «Кольский меридиан». При этом, в районе губы Териберская и в западной части Варангер-фьорда минимальная придонная температура прослеживалась в 2010 и 2018 гг., когда по данным разреза «Кольский меридиан», она была близкой к среднегодовой за рассматриваемое десятилетие.

#### *Уловы камчатского краба*

Уловы промысловых самцов за весь период исследований составляли преимущественно 2–7 экз./ловушку. Самое сильное межгодовое варьирование уловов наблюдали на разрезах № 3 (м. Канин Нос), № 6 и 7 (Святоносский залив и р-н губы Безымянная), а также в центральной,

наиболее глубоководной части Варангер-фьорда (разрез № 17) (рис. 4).

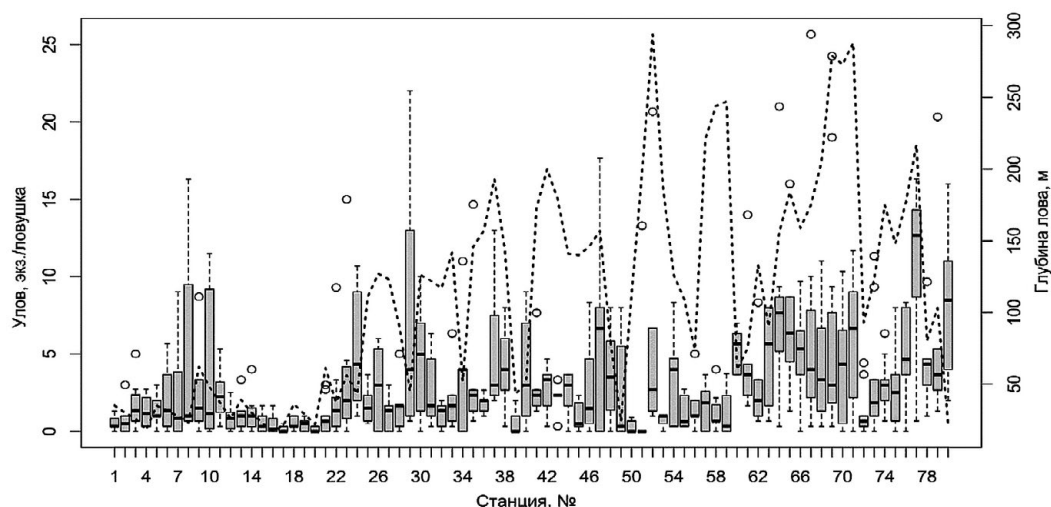
Уловы пререкрутов камчатского краба в районе п-ова Канин и на востоке Мурмана были невелики и не превышали 7 экз./ловушку. Наибольшие колебания уловов отмечали в районе Мотовского залива (разрез № 14) и на станциях в Варангер-фьорде (разрезы № 16–18).

Молодь самцов встречалась в уловах преимущественно в Мотовском заливе и в Варангер-фьорде, наибольшую изменчивость уловов крабов этой категории отмечали на разрезе № 16 у берегов п-ова Средний (на западе Варангер-фьорда). На тех участках, где обитала и вылавливалась преимущественно молодь, изменчивость уловов была очень велика.

Наибольшие колебания величины уловов самок с наружной икрой отмечали в районе п-ова Канин, а также на отдельных станциях Восточного Мурмана (№ 49, мелководная часть губы Териберская) и Варангер-фьорда (№ 80, губа Большая Волоковая) (рис. 5).

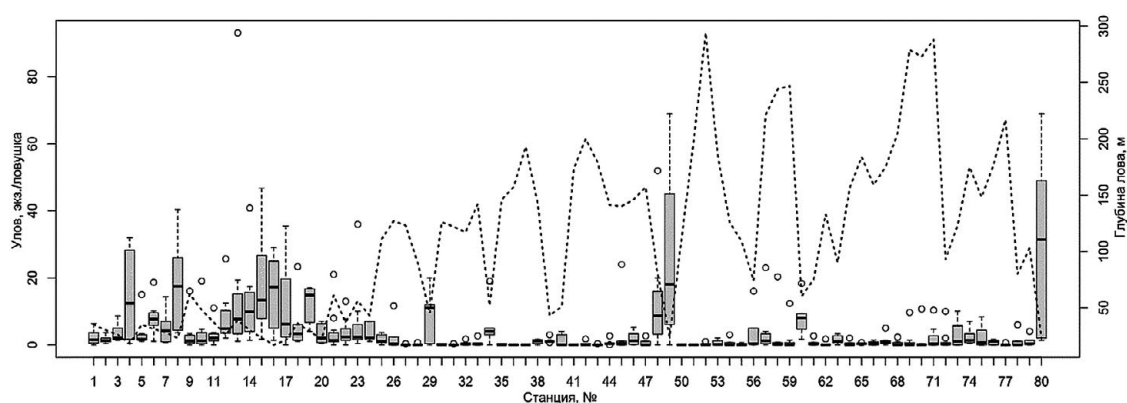
Уловы самок краба без наружной икры на большей части обследованной акватории были невелики и редко превышали 10 экз./ловушку. Наибольшие колебания уловов крабов этой категории отмечали в Мотовском заливе (разрез № 14), а также на некоторых участках Варангер-фьорда (разрезы № 16, 18).

Для того, чтобы подтвердить приуроченность крабов той или иной категории к определённым глубинам, использовали абсолютные величины отклонений от среднего значения уловов крабов этой категории за период наблюдений. Результаты



**Рис. 4.** Колебания уловов промысловых самцов камчатского краба в июле-августе 2008–2018 гг. на различных ловушечных станциях, экз./ловушку (пунктирная линия — глубина; график Тьюки — колебания уловов)





**Рис. 5.** Колебания уловов самок камчатского краба с наружной икрой в июле-августе 2008–2018 гг. на различных ловушечных станциях, экз./ловушку (пунктирная линия – глубина; график Тьюки – колебания уловов)

**Таблица 6.** Показатели корреляции отклонений уловов различных категорий камчатского краба от среднего значения их ловов и от глубины лова в 2008–2018 гг.

Категория крабов	Самцы промысловые	Пререкруты	Молодь самцов	Самки с икрой	Самки без икры
Для абсолютного отклонения уловов от средней арифметической и глубины					
Корреляция	0,36	0,34	0,34	-0,62	0,29
р	0,001	0,003	0,003	<<0,001	0,01
Для коэффициента вариации уловов и глубины					
Корреляция	-0,28	-0,10	-0,01	0,61	0,02
р	0,01	0,38	0,94	<<0,001	0,86

анализа показали, что только для самок камчатского краба с наружной икрой наблюдается заметная отрицательная корреляция отклонений величины уловов от глубины (табл. 6).

Иными словами, такие самки камчатского краба преимущественно распределялись на небольших глубинах, на участках, где почти отсутствовали крабы других категорий (самцы и молодые самки).

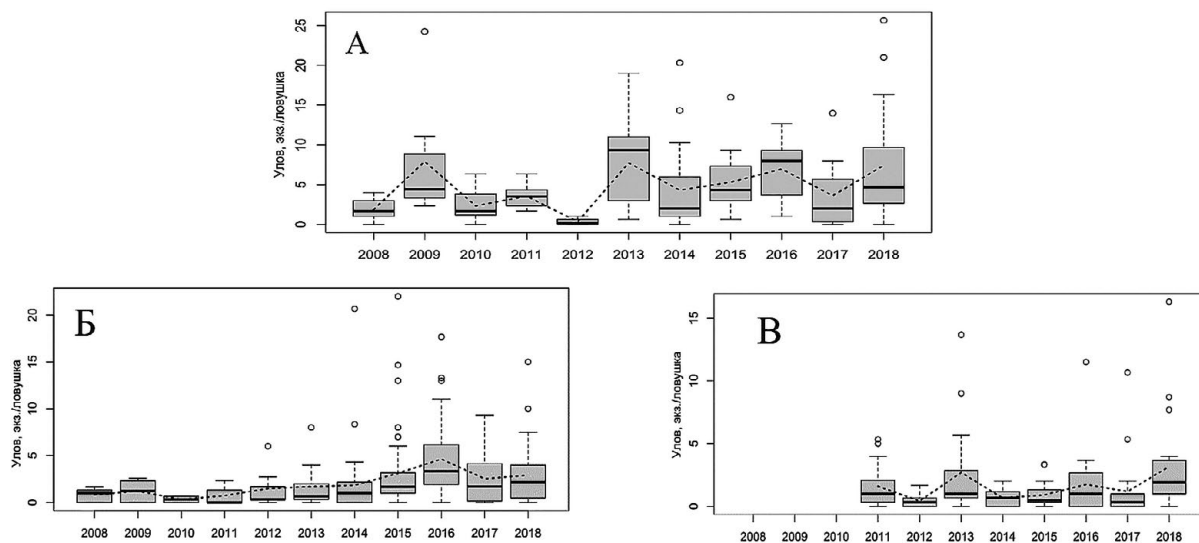
Анализ межгодовой динамики ловушечных уловов промысловых самцов камчатского краба в различных районах побережья Баренцева моря показал, что их наибольшая вариативность наблюдалась с 2013 по 2018 гг. В Варангер-фьорде уловы таких особей колебались преимущественно в пределах 3–10 экз./ловушку, пиковые значения средней арифметической уловов наблюдали в 2009, 2013, 2016 и 2018 гг. Экстремально высокие уловы («выбросы») были отмечены, главным образом, в 2009, 2014 и 2018 гг. (рис. 6 А).

Средняя арифметическая и медиана ловушечных уловов промысловых самцов в побережье Восточного Мурмана в 2010–2016 гг. демонстрировали положительную динамику. Наибольшую ва-

риабельность этих показателей в пределах 2-го и 3-го квартилей отмечали в 2016–2018 гг. Значительное количество экстремально высоких уловов промысловых особей пришлось на 2015 и 2016 гг. (см. рис. 6 Б).

В районе п-ова Канин уловы промысловых самцов в 2011–2018 гг. характеризовались нестабильной динамикой и значительным количеством экстремально высоких уловов. Наибольшая вариативность показателей ловушечных уловов таких самцов была отмечена в 2013, 2016 и 2018 гг. (см. рис. 6 В).

Сравнение уловов промысловых самцов в различные годы при помощи критерия Тьюки-Кранмера показало, что для района п-ова Канин статистически значимая разница была отмечена только для 2018 г. В Варангер-фьорде среди прочих лет наблюдений выделяется 2012 г., когда исследования производили в период I, значимые различия также присущи выборкам уловов 2016 и 2017 гг. В побережье Мурмана статистически значимые различия уловов промысловых самцов выявлены для 2016 г.



**Рис. 6.** Колебания ловушечных уловов промысловых самцов камчатского краба в Варангер-фьорде (А), на Восточном Мурмане (Б), в районе п-ова Канин (В) в июле-августе 2008–2018 гг. (пунктирная линия – среднее арифметическое значение уловов)

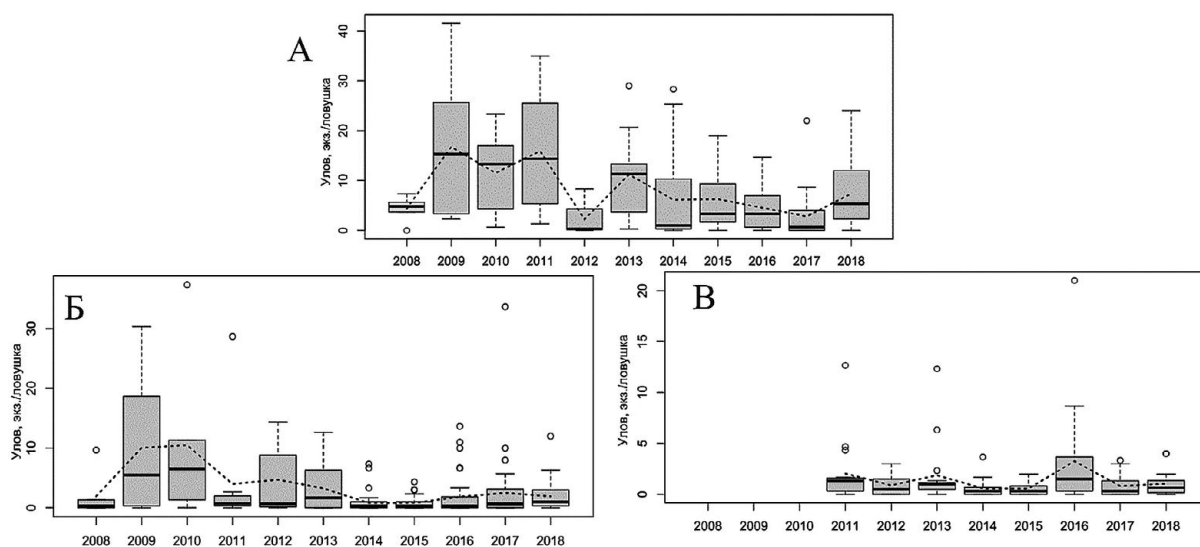
Уловы пререкрутов камчатского краба в летние периоды 2008–2018 гг. достигали уровня 40 экз./ловушку. В отличие от промысловых самцов в Варангер-фьорде, значительные колебания уловов пререкрутов наблюдали начиная с 2009 г. (рис. 7 А).

Средняя арифметическая уловов пререкрутов на Восточном Мурмане снижалась с 2009 г. по 2015 г., после чего до 2018 г. демонстрировала небольшую положительную динамику. Медиана, за исключением 2009–2010 гг., находилась на низком уровне (см. рис. 7 Б). Уловы пререкрутов

камчатского краба во все годы исследований на Канинском побережье были относительно невелики и обычно не превышали 3 экз./ловушку (см. рис. 7 В).

Статистически значимые различия уловов пререкрутов в районе п-ова Канин выявлены при сравнении данных 2014 и 2016 гг., в Варангер-фьорде – 2017 г. и 2010–2011 гг. В побережье Мурмана нулевая гипотеза об однородности выборок опровергнута не была.

Молодь самцов являлась наиболее малочисленной категорией в уловах камчатского краба.



**Рис. 7.** Колебания уловов пререкрутов камчатского краба в Варангер-фьорде (А), на Восточном Мурмане (Б), в районе п-ова Канин (В) в июле-августе 2008–2018 гг. (пунктирная линия – среднее арифметическое значение уловов)

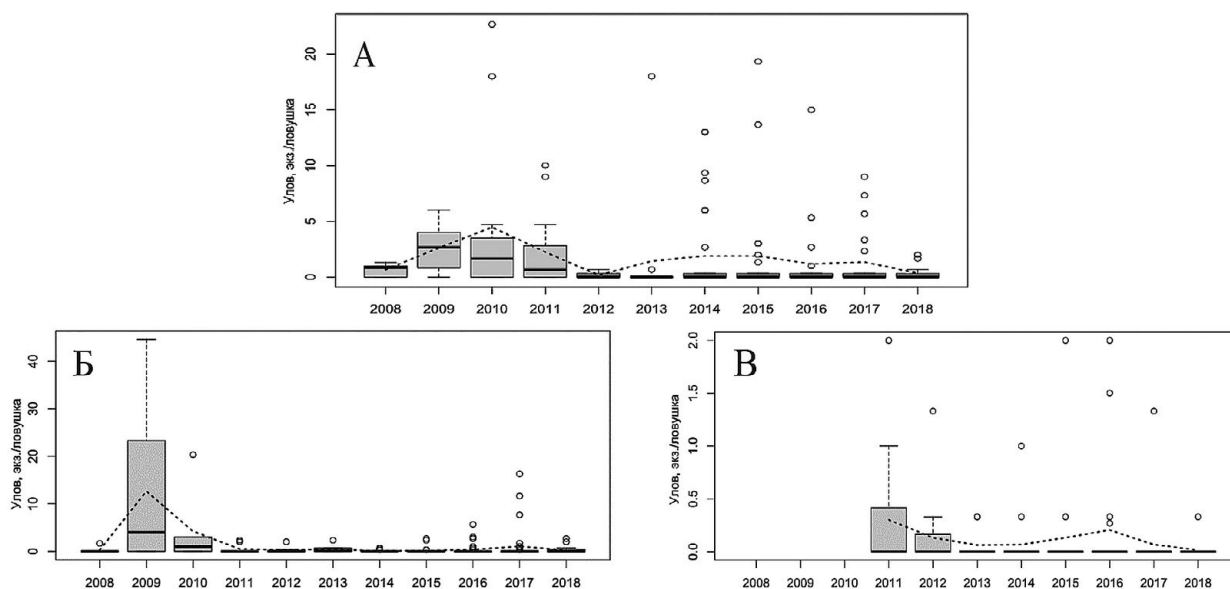
Как правило, уловы таких крабов не превышали 1 экз./ловушку. Исключением стали только 2009–2011 гг. в Варангер-фьорде (до 5 экз./ловушку), а также 2009 г. в Мотовском заливе (в данной работе отнесен к Восточному Мурману), когда уловы молоди достигали 45 экз./ловушку (рис. 8).

Статистически значимых различий между уловами молоди камчатского краба в различные годы в прибрежье п-ова Канин и в Варангер-фьорде не выявлено. В прибрежье Восточного Мурмана в 2009–2010 гг. уловы таких крабов достоверно отличались от уловов в 2011–2018 гг.,

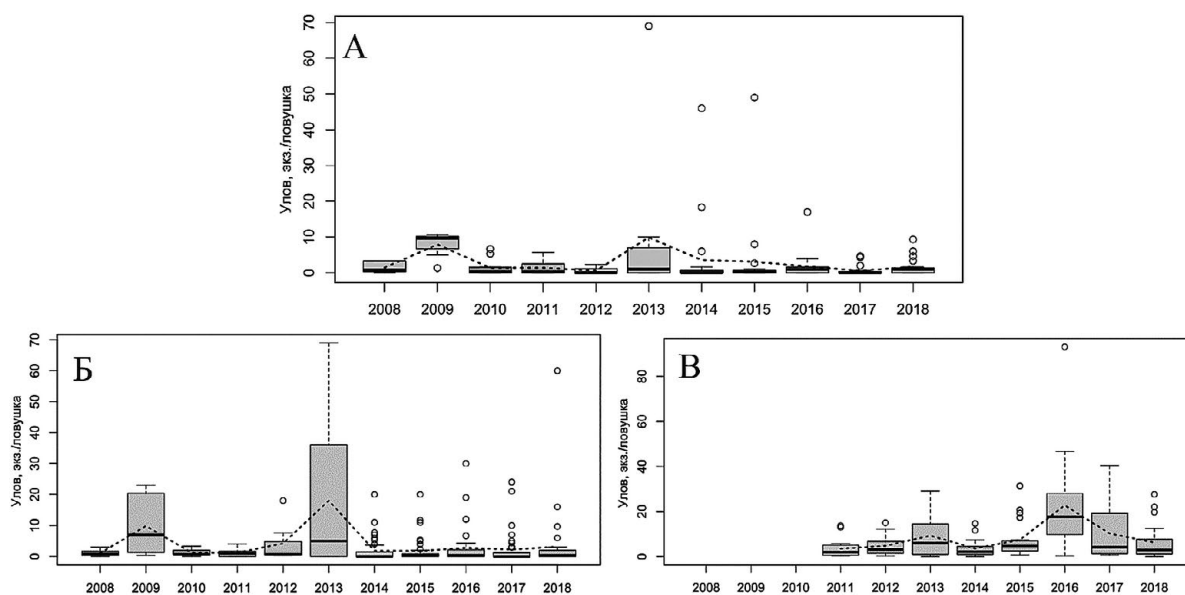
что связано с высокими уловами крабов этой категории в Мотовском заливе в 2009–2010 гг.

Самки с наружной икрой являлись самой многочисленной категорией крабов в уловах в прибрежной части Баренцева моря. Их уловы в 2008–2018 гг. достигали 93 экз./ловушку.

В Варангер-фьорде показатели средней арифметической и медианы уловов самок с икрой в 2008–2018 гг. находились на уровне, близком к 0, за исключением 2009 г. и 2013 г. Экстремально высокие значения уловов наиболее часто отмечали в 2013–2016 гг. (рис. 9 А).



**Рис. 8.** Колебания уловов молоди самцов камчатского краба в Варангер-фьорде (А), на Восточном Мурмане (Б), в районе п-ова Канин (В) в июле-августе 2008–2018 гг. (пунктирная линия – среднее арифметическое значение уловов)



**Рис. 9.** Колебания уловов самок камчатского краба с наружной икрой в Варангер-фьорде (А), на Восточном Мурмане (Б), в районе п-ова Канин (В) в июле-августе 2008–2018 гг. (пунктирная линия – среднее арифметическое значение уловов)

На Востоке Мурмана увеличение медианы и средней арифметической ловушечных уловов самок с икрой также наблюдали в 2009 и 2013 гг., тогда же отмечали и наибольшие колебания уловов в пределах 2-го и 3-го квартилей (см. рис. 9 Б).

В районе п-ова Канин средние уловы таких самок были относительно невелики до 2016 г., когда и средняя арифметическая, и медиана их уловов превысили значение 20 экз./ловушку, после чего снизились к 2018 г. до прежнего уровня (см. рис. 9 В).

Достоверные различия, выявленные при помощи тестов по критерию Тьюки-Кранмера, были выявлены между уловами крабов этой категории 2011 и 2016 гг., а также 2014 и 2016 гг. в районе п-ова Канин. В Варангер-фьорде уловы икрающих самок в 2009 г. статистически значимо отличались от уловов в остальные годы исследований. В прибрежье Мурмана в различные годы съёмки различий между уловами самок с наружной икрой выявлено не было.

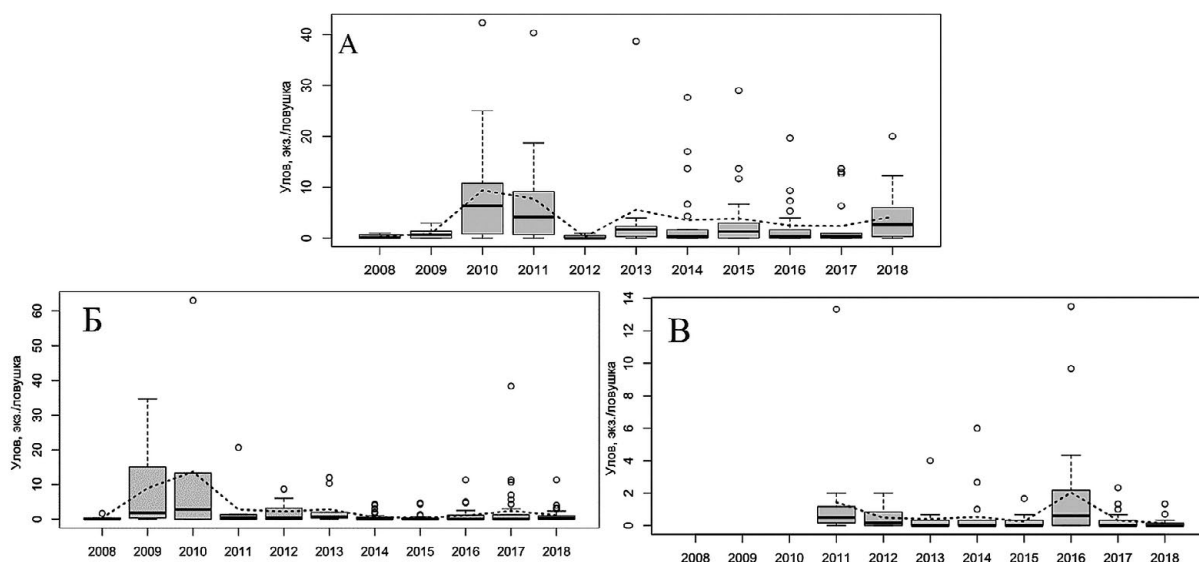
Уловы самок без наружной икры в 2008–2018 гг. достигали 60 экз./ловушку. Максимальные значения уловов таких самок наблюдали в Мотовском заливе в 2010 г., а также на глубоководных участках Варангер-фьорда. Наибольшую вариативность уловов самок без икры в Варангер-фьорде (в пределах 2-го и 3-го квартилей) отмечали в 2010–2011 гг. и 2018 гг. Экстремальные значения наблюдали преимущественно в 2014–2017 гг. (рис. 10 А).

На востоке Мурмана наибольшую вариативность уловов самок без икры наблюдали в 2009–2010 гг. В 2011–2018 гг. в этом районе они вылавливались в незначительных количествах или отсутствовали в ловушках, поэтому основная часть их уловов отнесена к «экстремальным» (см. рис. 10 Б). Аналогичную ситуацию также наблюдали в районе п-ова Канин, где наиболее значимая вариативность уловов самок без икры отмечалась в 2016 г. (см. рис. 10 В).

Статистически значимые отличия уловов самок без икры в районе п-ова Канин были выявлены для 2016 г., а также 2011 г. в сравнении с 2018 г. На востоке Мурмана достоверно отличались друг от друга уловы в 2013 и 2014 гг. и в 2013 и 2015 гг. В Варангер-фьорде уловы самок краба без икры во все годы съёмки были почти идентичны.

Комплексный анализ уловов промысловых самцов камчатского краба в различные годы и периоды показал, что в районе п-ова Канин значительные уловы в 2013 г. и в 2016–2018 гг. относились к примерно одним и тем же участкам – к разрезу № 2 в 2013 г. и в 2018 г. и к разрезу № 3 в 2016–2017 гг. (рис. 11).

Уловы промысловых крабов свыше 10 экз./ловушку были получены в малые периоды II и III. При этом статистически значимо в районе прибрежья п-ова Канин различались только уловы таких крабов в периоды II и IV. В прибрежье Мурмана среди прочих периодов статистически значимо выделялся малый период V, в котором



**Рис. 10.** Колебания уловов самок камчатского краба без наружной икры в Варангер-фьорде (А), на Восточном Мурмане (Б), в районе п-ова Канин (В) в июле-августе 2008–2018 гг. (пунктирная линия – среднее арифметическое значение уловов)

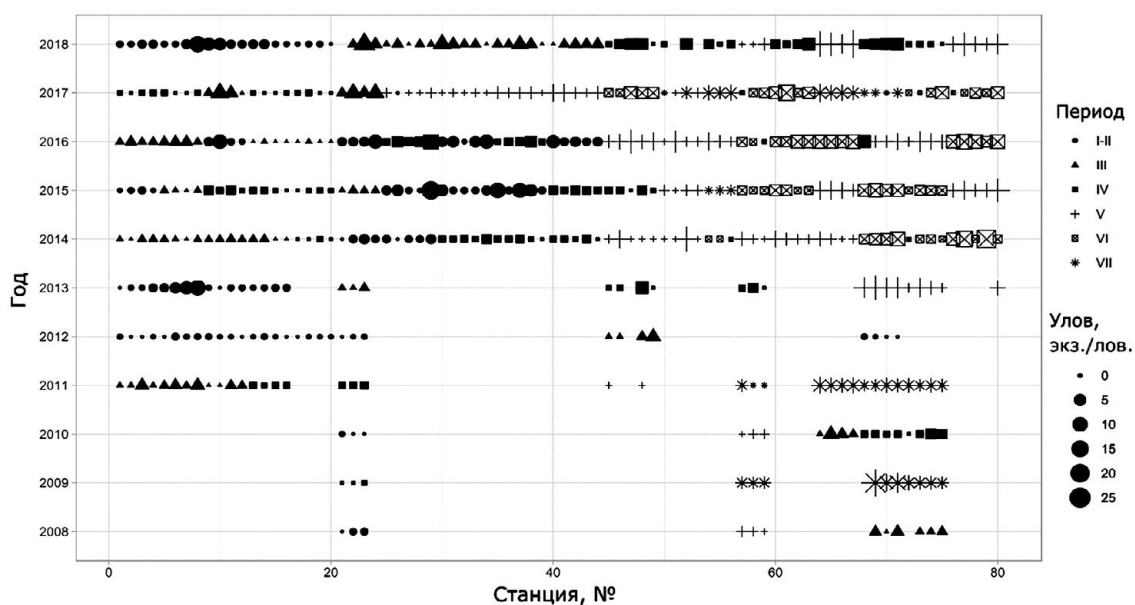


Рис. 11. Уловы промысловых самцов камчатского краба в различные малые периоды в 2008–2018 гг. по станциям ловушечного лова

уловы промысловых самцов были преимущественно ниже, чем в иные периоды.

В Варангер-фьорде максимальные уловы промысловых самцов наблюдали преимущественно в VI-м малом периоде. На разрезе 17, регулярно выполнявшемся с 2008 г., отмечено снижение уловов в ранние малые периоды (I–III, до 4 экз./ловушку) и их увеличение в более поздние (до 24 экз./ловушку в период VII). Исключением служит 2018 г., когда в период IV уловы промысловых самцов на этом разрезе достигали 8 экз./ловушку, тогда как в тот же период в 2010 г. они составляли только 1–1,7 экз./ловушку.

Статистически значимые различия в уловах промысловых самцов в Варангер-фьорде были найдены только между малым периодом I и остальными, а также между периодами V и IV.

Различий в уловах пререкрутов в прибрежье п-ова Канин в различные периоды проведения работ не было выявлено. На востоке Мурмана такие различия отмечались для периодов V и II, а также для периода VII, отличавшегося от всех прочих, кроме VI. В Варангер-фьорде также не было выявлено значимых различий в уловах между периодами.

Статистически значимые различия в уловах молоди самцов между периодами были обнаружены только в пределах Варангер-фьорда. Так, различались между собой малые периоды VI

и III, а также периоды VII и V с одной стороны и VI – с другой.

Уловы самок камчатского краба с наружной икрой в районе п-ова Канин были получены в периоды I–IV, из них максимальные отмечали в период III на ловушечном разрезе № 4 в 2016 г. Этот разрез, располагающийся к югу от м. Канин Нос, в целом отличался от прочих повышенными уловами икрояных самок. Вне зависимости от периода лова, на одной из станций этого разреза в 2011–2017 гг. улов обязательно превышал 10 экз./ловушку, а в 2013 г. и в 2015–2017 гг. – 20 экз./ловушку. Только в 2018 г. уловы таких самок снизились до уровня не более 5 экз./ловушку (рис. 12).

Статистически достоверно в районе п-ова Канин различались уловы самок с икрой в периодах I и IV. Различий между уловами таких самок в разные годы не выявлено, за исключением 2016 г., который характеризовался максимальными уловами самок камчатского краба с наружной икрой.

Достоверные различия в уловах икрояных самок на востоке Мурмана были выявлены между периодом V в сравнении со II и III, а также между периодами IV и II. Аналогичный анализ для уловов в Варангер-фьорде показал, что достоверные различия в уловах самок с икрой в различные периоды отсутствуют, за исключением периодов IV и V.

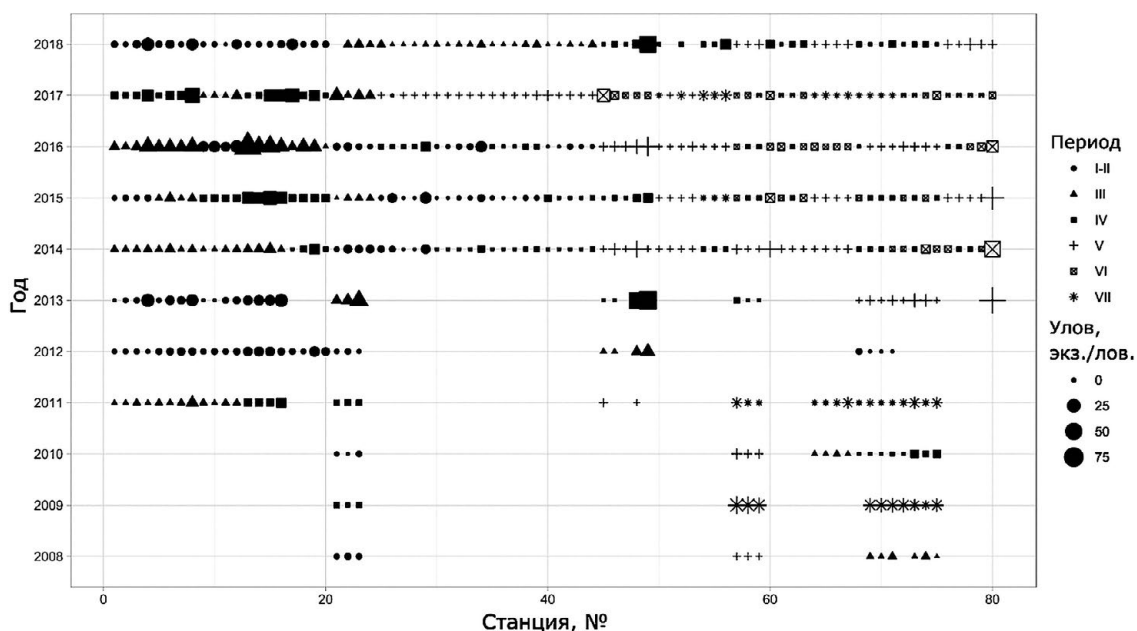


Рис. 12. Уловы самок камчатского краба с наружной икрой в различные малые периоды в 2008–2018 гг. по станциям ловушечного лова

Уловы самок с наружной икрой в Варангер-фьорде в 2008–2018 гг. редко превышали 20 экз./ловушку. Максимальные уловы здесь были получены на мелководной станции в губе Большая Волоковая в периоды V–VI в 2013–2016 гг.

Уловы самок без наружной икры в районе п-ова Канин были относительно невелики, в период III они достигали 9–13 экз./ловушку, тогда как в другие периоды – не превышали 4 экз./ловушку. Тем не менее, статистически достоверным данное различие не является.

Статистически значимые различия в уловах самок краба без икры на востоке Мурмана были выявлены между периодом VII и всеми остальными, а также между периодами IV и VI, и между V и VII. Анализ уловов самок без икры по годам исследований показал отсутствие значимых различий, за исключением 2013 г., для которого были выявлены различия в уловах с 2014–2015 гг. В Варангер-фьорде статистически значимых отличий в уловах самок камчатского краба без наружной икры по годам и периодам исследований выявлено не было.

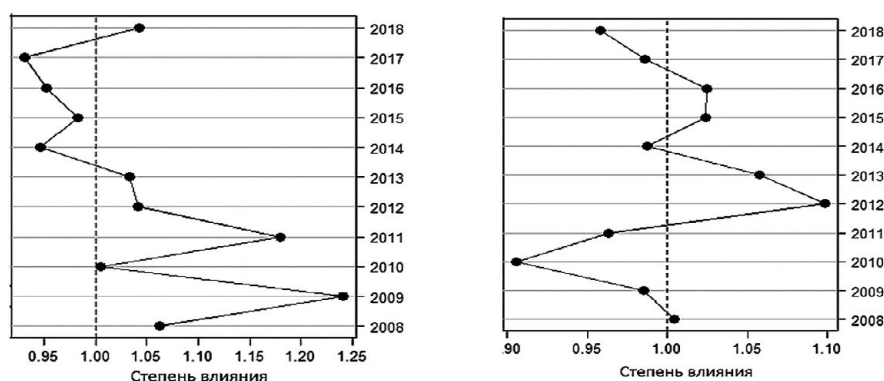
#### Анализ влияния факторов

Статистически значимой корреляции ( $p < 0,05$ ) между уловами крабов различных категорий и придонной температурой на станциях съёмки, выполненных в 2009–2018 гг., на подавляющей

части акватории исследований обнаружено не было. Исключением стали только некоторые участки в районе п-ова Канин. Так, для промысловых самцов была выявлена высокая отрицательная корреляция величиной  $-0,84$  на станциях № 3 и 5 (линии 1 и 2, глубины лова 26 и 35 м, соответственно). На станции № 6 (линия 2) при глубине 31 м высокую обратную зависимость ( $-0,89$ ) выявили между изменениями придонной температуры и уловами самок с наружной икрой. В Воронке Белого моря, на станции № 15 (линия 4, глубина 23 м), количество таких самок в ловушечных уловах в 2011–2018 гг. положительно коррелировало с изменением придонной температуры, коэффициент корреляции составил  $0,94$ .

Анализ на основе модели GLM показал, что влияние таких факторов, как малый период, глубина лова, тип грунта, придонная температура на межгодовые изменения ловушечных уловов было относительно слабым. Наиболее сильные отклонения уловов по всем факторам отмечены в период 2009–2014 гг., что может быть связано с методическими особенностями данного исследования: с 2014 г. массив данных более полон (рис. 13).

Можно предположить, что определённое влияние сроков проведения съёмки на её результаты могло быть, поскольку 2009 г. и 2011 г. достаточно резко выделяются на фоне остальных лет, коэффициент влияния достигает  $1,25$ . Также 2009



**Рис. 13.** Влияние фактора «малый период» на ловушечные уловы в прибрежье Баренцева моря в 2008–2019 гг. для пререкрутов, молоди самцов и самок камчатского краба (слева) и промысловых самцов (справа)

и 2011 гг. по срокам своего проведения, съемки значительно отличались от «соседних» 2008, 2010, 2012 гг. Степень влияния фактора величиной в 0,25 можно расценивать как 25% [Bentley et al., 2009; Баканев, 2019], т. е. в данном случае смещение сроков съёмки могло оказать определённое воздействие на её результаты.

На межгодовую динамику уловов промысловых самцов смещение сроков проведения исследований влияло незначительно, в пределах 5% изменений значений ловушечных уловов промысловых самцов (см. рис. 13).

Фактор температуры на ловушечные уловы камчатского краба в съёмках оказывал небольшое влияние, до 5%. При этом для самцов краба и самок без икры оно всегда было положитель-

ным (за исключением 2011 г.), а для самок с икрой – отрицательным.

Основные результаты работы можно свести в несколько тезисов:

1. Межгодовая изменчивость температуры воздуха на гидрометеорологических станциях в южной части Баренцева моря почти в два раза превосходит сезонную.

2. Изменения придонной температуры в различных районах прибрежья Мурмана и п-ова Канин в различные годы периода исследований происходили разнородно и асинхронно.

3. Статистически значимые различия между ловушечными уловами камчатского краба в различные годы проведения исследований и периоды представлены в табл. 7.

**Таблица 7.** Статистически значимые различия ловушечных уловов камчатского краба различных категорий в различные годы и малые периоды в прибрежье Мурмана и п-ова Канин в 2008–2018 гг.

Район исследований	Промысловые самцы	Пререкруты	Молодь самцов	Самки с икрой	Самки без икры
Различия по годам исследований					
Район Варангер-фьорда	2012 – все 2016–2017	2017–2010 2017–2011	–	2009 – все	–
Район Восточного Мурмана	2016-все	–	2009-все 2010-все	–	2013–2017 2013–2015
Район п-ова Канин	2018-все	2014–2016	–	2011–2016 2014–2016	2016–2018 2011–2018
Различия по малым периодам исследований					
Район Варангер-фиорда	I-все V–IV	–	VI–III VII–V VII–VI	IV–V	–
Район Восточного Мурмана	V-все	II–V VII–I, II, III, IV, V	–	II–V III–V	VII-все IV–VI V–VII
Район п-ова Канин	II–IV	–	–	I–IV	–



Результаты съёмки 2016 г. чаще всего отличались от итогов аналогичных исследований.

В районе Варангер-фьорда исследования, проведённые в I и II периоды, показали наименьшие различия в результатах, полученных в разные годы. Для района п-ова Канин такими периодами являлись III и IV–VI. Для района Восточного Мурмана отмечена большая разнородность результатов исследований, проведённых в различные периоды.

Значимой корреляции между глубиной и величиной ловушечных уловов не было выявлено для всех категорий крабов, за исключением уловов самок с наружной икрой. Для уловов крабов этой категории была характерна и высокая корреляция с придонной температурой.

Анализ влияния различных факторов на ловушечные уловы камчатского краба по модели GLM выявил отклонения в 2009 и 2011 гг. относительно фактора «малый период».

## ОБСУЖДЕНИЕ

В отечественной литературе при описании результатов съёмок камчатского краба авторы обычно пользуются данными в пределах месяца [Терентьев и др., 2010], сезона [Клитин, 2003] или межсезонья – двухмесячного периода [Беренбойм, 2003]. Это касается в том числе побережья Мурмана, как ловушечных исследований, так и водолазных съёмок [Соколов, Милютин, 2008].

Ежегодная продолжительность рассматриваемой в работе ловушечной съёмки камчатского краба в южной части Баренцева моря, составляла обычно 20–25 сут. В целом, ежегодный период исследований в 2008–2018 гг. с учетом крайних сроков начала и завершения работ в разные годы, составил 34 сут.

Можно предположить, что из-за ряда особенностей условий среды в прибрежной зоне отклонения по срокам проведения съёмки могут влиять на её результаты.

В наиболее «холодные» по тепловому состоянию вод южной части Баренцева моря 2011 и 2014 гг. исследования запасов краба проходили в период либо понижения температуры приводного слоя атмосферы после её сезонного максимума либо на пике годового хода температуры после сезонного прогрева поверхностных вод. Таким образом, сезонное повышение температуры не отразилось на пониженном тепловом состоянии придонных вод. В «тёплые» же годы:

2012, 2013 и 2015 гг. ситуация с сезонным ходом температуры приводного слоя атмосферы была совершенно различна. В 2012 г., как и в «холодном» 2014 г., время исследований приходилось на сезонный максимум температуры в большинстве районов этих исследований, в 2015 г. – на процесс летнего прогрева, а в 2013 г. вообще на локальное понижение температуры между двумя сезонными максимумами в начале июля и начале августа.

Величина ловушечных уловов камчатского краба различных категорий в течение наблюдаемого многолетнего периода была весьма изменчива даже в пределах относительно небольшой акватории. При этом, некоторые общие тенденции такой изменчивости для отдельных районов можно отследить: например, увеличение уловов промысловых самцов и снижение уловов пререкрутов в Варангер-фьорде (см. рис. 9).

Можно предположить, что изменчивость сроков исследований камчатского краба в прибрежье Баренцева моря на определённом ловушечном разрезе начинает влиять на результаты при межгодовой разнице сроков работ более 10 дней. Так, различия уловов крабов всех категорий в 2008–2018 гг. отмечались с разницей, как минимум, в один малый период. Это 5 дней и, ориентировочно, по 2,5 дня со смежных малых периодов, т. е. 10 дней.

Отмеченная разница в межгодовых уловах по отдельным районам может свидетельствовать о том, что на результаты работ наибольшее влияние оказывают межгодовые изменения в структуре скоплений краба. В качестве примера можно рассмотреть изменчивость уловов самок с наружной икрой в районе п-ова Канин. Для камчатского краба Баренцева моря этот участок может играть роль одного из важных центров воспроизводства [Стесько, 2018]. Исследования в этом районе проводили в 2011–2018 гг. в период с 8 по 21 июля. Статистически достоверные различия уловов самок краба с наружной икрой в периоды I и IV здесь выражались в том, что такие уловы в I период были в среднем ниже, чем в IV период. Можно предположить, что общая тенденция увеличения уловов самок с икрой в районе п-ова Канин обусловлена ростом численности скопления, при этом некоторое снижение показателей в 2018 г. может быть связано с более ранними сроками проведения исследований.

Вспышки численности молоди камчатского краба в уловах не имеют отчетливого тренда.

В ловушечных уловах молодь краба, как правило, массово начинает встречаться по достижении ими ШК 70 мм, поскольку по достижении таких размеров молодь начинает мигрировать в места обитания взрослых особей [Клитин, 2003; Павлов, 2003]. Молодые крабы распределяются преимущественно на мелководьях, зачастую образуя агрегированные скопления — «поддинги» [Переладов, 2003]. Такие скопления могут насчитывать тысячи и десятки тысяч особей, их местоположение иррегулярно [Стесько, 2019]. Поэтому миграция таких крабов в тот или иной район съёмки в отдельные годы может привести к их высоким уловам. Это хорошо заметно при анализе динамики уловов молоди самцов в Мотовском заливе, где в 2009–2010 гг. их уловы составили 20–40 экз./ловушку, а в последующие годы редко превышали 2 экз./ловушку. В данном случае вряд ли значительную роль сыграло время проведения исследований, и снижение уловов могло быть связано с естественными причинами (миграционная активность и урожайность поколений).

Результаты анализа влияния факторов свидетельствуют об относительно слабом влиянии малого периода проведения съёмки на разрезе на межгодовую динамику уловов промысловых самцов. Максимальный уровень влияния этого фактора достигал 10% от «нейтрального» тренда, противопоставляя 2010 и 2012 гг. Однако, если проанализировать фактические величины уловов и сроки проведения исследований в эти годы, то окажется, что выявленные различия в основном касаются района Варангер-фьорда, где при разнице в сроках подъёма ловушек в 17 дней уловы промысловых самцов колебались в пределах 0–1,67 экз./ловушку с увеличением уловов в более поздние сроки.

Аналогичный анализ в отношении уловов промысловых особей краба, напротив, позволяет сделать предположения о реальном влиянии сроков проведения исследований. Так, в 2009 и 2011 гг. исследования выполнялись позже, чем в остальные годы. Например, в Варангер-фьорде в эти годы ловушки были подняты 3–5 августа, в 2012 г. — в первой декаде июля, в 2008 и 2010 гг. — во второй, а в остальные годы — в начале и середине третьей. Наиболее значимая разница уловов отмечена для пререкрутов и самок без икры в районе Варангер-фьорда. Уровень влияния фактора «малый период» оценивается в 20–25%. Тем не менее, в 2009 и 2011 гг.

в этом районе были получены максимальные уловы пререкрутов за весь период исследований, похожие уловы регистрировали в 2014–2015 гг. на тех же ловушечных разрезах при проведении работ на 5 дней раньше, чем в 2009 и 2011 гг.

Уровень влияния на уловы краба фактора «придонная температура» составил 5%. Несмотря на столь малую величину, по нашему мнению, недооценивать его не стоит, поскольку температурные оптимумы для камчатского краба достаточно хорошо известны [Бойцов, 2003; Клитин, 2003; Павлов, 2003]. Особенности температурного режима в тот или иной год могут оказывать влияние на миграции беспозвоночного. Об этом свидетельствует и полученная высокая положительная зависимость уловов самок с наружной икрой от придонной температуры. По-видимому, она в числе прочих факторов определяет сроки нерестовых миграций самок у Канинского побережья. Также придонная температура слабо коррелирует со сроками проведения работ, что снижает общую зависимость получаемых результатов от периода проведения съёмок.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Межгодовая температурная изменчивость в прибрежье Мурмана в 2008–2018 гг. превосходила сезонную почти в два раза.

Полевые работы в 2008–2018 гг. при существовавшей изменчивости сроков работ проводились в условиях одного и того же гидрологического сезона. Полученные данные об изменении теплового состояния в прибрежье Мурмана и п-ова Канин имели слабую связь со сроками проведения ловушечной съёмки камчатского краба.

Изменчивость фактора «малый период» (продолжительностью в 5 дней) оказала небольшое влияние на ловушечные уловы камчатского краба всех размерно-функциональных категорий. Статистически значимые различия между уловами крабов в различные малые периоды обычно наблюдались тогда, когда временной разрыв при проведении работ в 2008–2018 гг. на одних и тех же участках оценивался более чем в один малый период (около 10 дней). Соответственно, в прибрежье Мурмана и п-ова Канин рекомендуется выполнять ресурсные исследования, не допуская отклонений в сроках проведения работ на отдельных ловушечных разрезах более чем в 10 дней. Морскую экспедицию желательно про-

водить в летний период в пределах 30 дней. Это позволит провести исследования в пределах одного гидрологического сезона и минимизировать влияние факторов внешней среды.

Наиболее сильная зависимость уловов от факторов глубины и температуры была выявлена для самок камчатского краба, распределяющихся на хорошо прогреваемых мелководных участках акватории побережья Баренцева моря. Это обусловлено особенностями их жизненного цикла и спецификой гидрологического режима на участках их массовых скоплений.

На результаты ловушечных уловов камчатского краба в 2008–2018 гг. наиболее сильно повлиял фактор межгодовой изменчивости уловов. Это означает, что при всех внутригодовых флуктуациях факторов, оказывающих влияние на оцениваемые параметры уловов краба, полученные в 2008–2018 гг. результаты отражают преимущественно многолетние изменения в структуре уловов камчатского краба побережья Баренцева моря.

**Благодарности:** авторы выражают благодарность научным сотрудникам и членам экипажей исследовательских судов, принимавших участие в комплексной съёмке камчатского краба в 2008–2018 гг., в том числе к. б. н. А.В. Шацкому, к. б. н. С.В. Русяеву, Ю.Е. Жаку, А.А. Лабутину, Г.Г. Балякину, Ю.Л. Фирсову, М.А. Носову. Особая благодарность капитану МК-0520 «Профессор Бойко» А.А. Коваль-Волкову, старшему механику В.М. Павлову за безаварийное выполнение работ, а также д. б. н. А.И. Буяновскому, принимавшему участие в ряде рейсов комплексной съёмки камчатского краба и оказывающему консультативную помощь по всем работам, с ней связанным.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Анисимова Н.А. 2003. К вопросу об акклиматизации камчатского краба в Баренцевом море // Камчатский краб в Баренцевом море. Изд. 2-е, перераб. и доп. Мурманск: Изд-во ПИНРО. С. 10–22.
- Баканев С.В. 2016. Промысловые беспозвоночные Баренцева моря: состояние ресурсов и промысел // Вопросы рыболовства. Т. 17. № 4. С. 406–420.
- Баканев С.В. 2019. Стандартизация производительности промысла камчатского краба в российских водах Баренцева моря в 2010–2018 гг. с помощью обобщенной линейной модели // Вопросы рыболовства. Т. 20. № 3. С. 363–373.
- Баканев С.В. 2003. Оценка запаса камчатского краба в Баренцевом море с использованием модели CSA // Камчатский краб в Баренцевом море. Изд. 2-е, перераб. и доп. Мурманск: Изд-во ПИНРО. С. 232–245.
- Беренбойм Б.И. 2003. Правила сбора и характеристика биологического материала по камчатскому крабу, собранному в экспедициях ПИНРО // Камчатский краб в Баренцевом море. Изд. 2-е, перераб. и доп. Мурманск: Изд-во ПИНРО. С. 23–31.
- Бизиков В.А., Сидоров Л.К., Алексеев Д.О., Буяновский А.И. 2018. Динамика численности и размерного состава камчатского краба в Баренцевом море в период 2003–2016 гг. // Труды ВНИРО. Т. 172. С. 91–127.
- Бойцов В.Д., Несветова Г.И. 2002. Внутрисуточная изменчивость физико-химических параметров вод Баренцева моря // Биоресурсы и аквакультура в прибрежных районах Баренцева и Белого морей. Сборник научных трудов ПИНРО. Мурманск: Изд-во ПИНРО. С. 13–36.
- Бойцов В.Д. 2003. Распределение камчатского краба в Баренцевом море и условия среды // Камчатский краб в Баренцевом море. Изд. 2-е, перераб. и доп. Мурманск: Изд-во ПИНРО. С. 59–64.
- Бочков Ю.А., Сентябов Е.В., Лободенко С.Е., Анциферов М.Ю., Карсаков А.Л. 1995. Океанологические основы долгосрочного прогнозирования сроков появления путассу в промысловых районах Северо-Восточной Атлантики // Вопросы промысловой океанологии Северного бассейна. Мурманск: Изд-во ПИНРО. С. 148–160.
- Буяновский А.И. 2004. Пространственно-временная изменчивость размерного состава в популяциях двусторчатых моллюсков, морских ежей и десятиногих ракообразных. М.: Изд-во ВНИРО. 306 с.
- Золотарев П.Н. 2010. Молодь камчатского краба в Воронке Белого моря // Вопросы рыболовства. Т. 11. № 1. С. 60–64.
- Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. 2004. Вып. 1. Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в морях Европейского севера и Северной Атлантики. М.: Изд-во ВНИРО. 300 с.
- Карсаков А.Л., Сентябов Е.В., Бочков Ю.А. 2000. Температура поверхности Северной Атлантики и долгосрочное прогнозирование абиотических и биотических параметров экосистемы Северного бассейна // Материалы отчетной сессии ПИНРО по итогам научно-исследовательских работ в 1998–1999 гг. Мурманск: Изд-во ПИНРО. Ч. 1. С. 188–199.
- Карсаков А.Л. 2009. Океанографические исследования на разрезе «Кольский меридиан» в Баренцевом море за период 1900–2008 гг. Мурманск: Изд-во ПИНРО. 139 с.
- Каревич А.Ф. 1975. Теория и практика акклиматизации водных организмов. М.: Пищевая промышленность. 432 с.
- Клутин А.К. 2003. Камчатский краб (*Paralithodes camtschaticus*) у берегов Сахалина и Курильских островов: биология, распределение и функциональная структура ареала. М.: Нацрыбресурсы. 253 с.

- Мастецкий С.Э., Шитиков В.К. 2015. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R. М.: Изд-во «ДМК Пресс». 496 с.
- Мастецкий С.Э., Шитиков В.К. 2017. Визуализация данных с помощью ggplot2. М.: Изд-во «ДМК Пресс». 222 с.
- Матюшкин В.Б. 2003. Сезонные миграции камчатского краба в Баренцевом море // Камчатский краб в Баренцевом море. Изд. 2-е, перераб. и доп. Мурманск: Изд-во ПИНРО. С. 70–78.
- Орлов Ю.И. 1994. Акклиматизация 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* (Tilesius, 1885). М.: Изд-во ВНИРО. 110 с.
- Переладов М.В. 2003. Особенности распределения и поведения камчатского краба на прибрежных мелководьях Баренцева моря // Камчатский краб в Баренцевом море Изд. 2-е, перераб. и доп. Мурманск: Изд-во ПИНРО. С. 152–170.
- Расчет и интерпретация основных климатических показателей отдельных метеорологических величин. 2009. Учебно-метод. пособие. Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета. 88 с.
- Соколов В.И., Милютин Д.М. 2008. Современное состояние популяции камчатского (*Paralithodes camtschaticus*, Decapoda, Lithodidae) в Баренцевом море // Зоологический журнал. Т. 87. № 2. С. 141–155.
- Стесько А.В. 2015. Распределение и состояние запаса камчатского краба в территориальных водах России в Баренцевом море // Вопросы рыболовства. Т. 16. № 2. С. 175–192.
- Стесько А.В., Манушин И.Е. 2017. О распространении камчатского краба в Горле Белого моря // Российский журнал биологических инвазий. № 1. С. 88–89.
- Стесько А.В. 2018. Неоднородность размерного состава камчатского краба в прибрежье Баренцева моря // Труды ВНИРО. Т. 172. С. 148–158.
- Стесько А.В. 2019. Распределение и биологическое состояние ранней молоди камчатского краба в Баренцевом и Белом морях // Тезисы докладов XII Съезда Гидробиологического общества при РАН. г. Петрозаводск, 16–20.09.2019 г. Петрозаводск. С. 456–457.
- Терентьев Д.А., Шагинян Э.Р. 2012. Оценка величины прилова камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) на западнокамчатском шельфе по данным снюрреводных съемок // Исследование водных биологических ресурсов Камчатки и Северо-Западной части Тихого океана. Сборник научных трудов. Вып. 26. Ч. 2. С. 149–154.
- Шитиков В.К., Розенберг Г.С. 2013. Рандомизация и бутстреп: статистический анализ в биологии и экологии с использованием R. Тольятти: Кассандра. 314 с.
- Bentley N., Kendrick T.H., Starr P.J., Breen P.A. 2012. Influence plots and metrics: tools for better understanding fisheries catch-per-unit-effort standardizations // ICES J. Marine Science. V. 69. P. 84–88.
- Global Summary of the Day. Climate Data Online / NOAA National Data Center. Accessible via: <https://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/cdodateoutmod.cmd>. 10.10.2019.
- F.E. Harrell Jr with contributions from Charles Dupont, and many others. 2019. Hmisc: Harrell Miscellaneous, URL <https://CRAN.R-project.org/package=Hmisc> R package version 4.0–3. [p]
- Mann, K.H., Lazier, J.R.N. 2006. Dynamics of Marine Ecosystems, 3-rd Edition. Blackwell Publishing Ltd. 496 p.
- Shapiro, S.S., Wilk, M. B. 1965. An analysis of variance test for normality // Biometrika. 52. № 3. P. 591–611.

Поступила в редакцию 29.10.2020 г.  
Принята после рецензии 10.02.2021 г.

## Variability of the red king crabs trap catches in the coastal part of the Barents sea in 2008–2018

A.V. Stesko,  
E.V. Sentyabov,  
K.M. Sokolov

Polar Branch of VNIRO  
(«PINRO named after N.M. Knipovich»),  
Murmansk, Russia

E-mail: stesko@pinro.ru

The paper deals with the results of the data analysis of red king crabs trap catches and bottom temperature in summer 2008–2018 in the coastal part of the southern Barents Sea and adjacent waters of the White Sea. Such factors as a 5-day period of survey, depth of catch, seabed type, bottom temperature and interannual changes as mixed factor were assessed. Inverse relation between catches of berried females with bottom temperature and depth of catch was detected. Crabs of other functional categories have not got strong relations with these factors. The highest influence type for crab catches was detected. It was complex of factors which drive interannual variability in quantity of crabs aggregation. Catches of berried females of red king crab has depended on bottom temperature and depths. It is recommended to carry out the trap survey on the southern part of the Barents Sea within 30 days. Deviations in survey on research stations should not be more than 10 days.

**Keywords:** Barents Sea, bottom traps, red king crab *Paralithodes camtschaticus*, catch, bottom temperature.

### REFERENCES

- Anisimova N.A. 2003. K voprosu ob akklimatizacii kamchatskogo kraba v Barencevom more [Question of red king crab acclimatisation in the Barents Sea] // Kamchatskij krab v Barencevom more. Izd. 2-e, pererab. i dop. Murmansk: Izd-vo PINRO. S. 10–22.
- Bakanev S.V. 2016. Promyslovye bespozvonochnye Barenceva morya: sostoyanie resursov i promysel [Commercial shellfish of the Barents Sea: current stock status and fisheries] // Voprosy rybolovstva. T. 17/ № 4. S. 406–420.
- Bakanev S.V. 2019. Standartizaciya proizvoditel'nosti promysla kamchatskogo kraba v rossijskih vodah Barenceva morya v 2010–2018 gg. s pomoshch'yu obobshchennoj linejnoj modeli [Standardization of the red king crab fishery efficiency in the russian part of the Barents Sea in 2010–2018 using generalized linear model] // Voprosy rybolovstva. T. 20. № 3. S. 363–373.
- Bakanev S.V. 2003. Ocenka zapasa kamchatskogo kraba v Barencevom more s ispol'zovaniem modeli CSA [Assessment of the red king crab stock in the Barents Sea using the CSA model] / Kamchatskij krab v Barencevom more. Murmansk: Izd-vo PINRO. S. 232–245.
- Berenbojm B.I. 2003. Pravila sbora i harakteristika biologicheskogo materiala po kamchatskomu krabu, sobrannomu v ekspediciyah PINRO [Rules and characteristics of biological material for king crab, which was collected in PINRO] // Kamchatskij krab v Barencevom more. Izd. 2-e, pererab. i dop. Murmansk: Izd-vo PINRO. S. 23–31.
- Bizikov V.A., Sidorov L.K., Alekseev D.O., Buyanovskij A.I. 2018. Dinamika chislennosti i razmernogo sostava kamchatskogo kraba v Barencevom more v period 2003–2016 gg. [Changes in abundance and size composition of the Red King Crab in the Barents Sea during the period from 2003 till 2016] // Trudy VNIRO. T. 172. S. 91–127.
- Bojcov V.D., Nesvetova G.I. 2002. Vnutrisutochnaya izmenchivost' fiziko-himicheskikh parametrov vod Barenceva morya [Intra-diurnal variability of the physicochemical parameters of the Barents Sea waters] // Bioresursy i akvakul'tura v pribrezhnyh rajonah Barenceva i Belogo morej. Sbornik nauchnyh trudov PINRO. Murmansk: Izd-vo PINRO. S. 13–36.
- Bojcov V.D. 2003. Raspredelenie kamchatskogo kraba v Barencevom more i usloviya sredy [Distribution of the red king crab in the Barents Sea and environmental conditions] // Kamchatskij krab v Barencevom more. Izd. 2-e, pererab. i dop. Murmansk: Izd-vo PINRO. S. 59–64.
- Bochkov Yu.A., Sentyabov E.V., Lobodenko S.E., Anciferov M. Yu., Karsakov A.L. 1995. Okeanologicheskie osnovy dolgosrochnogo prognozirovaniya srokov poyavleniya putassu v promyslovyh rajonah Severo-Vostochnoj Atlantiki [Oceanological foundations of long-term forecasting of the timing of the appearance of blue whiting in the fishing areas of the North-East Atlantic] // Voprosy promyslovoj okeanologii Severnogo bassejna. Murmansk: Izd-vo PINRO. S. 148–160.
- Buyanovskij A.I. 2004. Prostranstvenno-vremennaya izmenchivost' razmernogo sostava v populyacijah dvustvorchatykh mollyuskov, morskih ezhej i desyatinogih rakoobraznyh [Spatial-temporal variability of size composition in populations of bivalve



- mollusks, sea urchins and decapod crustaceans]. M.: Izd-vo VNIRO. 306 s.
- Zolotarev P.N. 2010. Molod' kamchatskogo kraba v Voronke Belogo morya [Red king crab juveniles in the White Sea funnel] // Voprosy rybolovstva. T. 11. № 1. S. 60–64.
- Izuchenie ekosistem rybohozyajstvennyh vodoemov, sbor i obrabotka dannyh o vodnyh biologicheskikh resursah, tekhnika i tekhnologiya ih dobychi i pererabotki. 2004. [Study of ecosystems of fishery water reservoirs, collection and processing of data on aquatic biological resources, techniques and technology for their extraction and processing]. Vyp. 1. Instrukcii i metodicheskie rekomendacii po sboru i obrabotke biologicheskoy informacii v moryah Evropejskogo severa i Severnoj Atlantiki. M.: Izd-vo VNIRO. 300 s.
- Karsakov A.L., Sentyabov E.V., Bochkov Yu.A. 2000. Temperatura poverhnosti Severnoj Atlantiki i dolgo-srochnoe prognozirovanie abioticheskikh i bioticheskikh parametrov ekosistemy Severnogo bassejna [North Atlantic surface temperature and long-term prediction of abiotic and biotic parameters of the Northern Basin ecosystem] // Materialy otchetnoj sessii PINRO po itogam nauchno-issledovatel'skikh rabot v 1998–1999 gg. Murmansk: Izd-vo PINRO. Ch. 1. S. 188–199.
- Karsakov A.L. 2009. Okeanograficheskie issledovaniya na razreze "Kol'skij meridian" v Barencevom more za period 1900–2008 gg. [Oceanographic research on the Kola Meridian section in the Barents Sea for the period 1900–2008.]. Murmansk: Izd-vo PINRO. 139 s.
- Karpevich A.F. 1975. Teoria i praktika akklimatizacii vodnykh organizmov [Theory and practice of acclimatisation of aquatic organisms]. M.: Pischevaya promyslennost. 432 p.
- Klitin A.K. 2003. Kamchatskij krab (*Paralithodes camtschaticus*) u beregov Sahalina i Kuril'skikh ostrovov: biologiya, raspredelenie i funkcional'naya struktura areala [Red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) near the coastal part of the Sakhalin and Kurils islands: biology, distribution and structure of area]. M.: Nacrybresursy. 253 s.
- Mastickij S.E., Shitikov V.K. 2015. Statisticheskij analiz i vizualizaciya dannyh s pomoshch'yu R [Statistical analysis and data visualisation through ggplot]. M.: Izd-vo «DMK Press». 496 s.
- Mastickij S.E., Shitikov V.K. 2017. Vizualizaciya dannyh s pomoshch'yu ggplot2 [Data visualisation through ggplot]. M.: Izd-vo «DMK Press». 222 s.
- Matyushkin V.B. 2003. Sezonnnye migracii kamchatskogo kraba v Barencevom more [Seasonal migrations of red king crab of the Barents Sea] // Kamchatskij krab v Barencevom more. Murmansk: Izd-vo PINRO. S. 70–78.
- Orlov Y.I. 1994. Akklimatizaciya promyslovyyh krabov v Severo-Vostochnoj Atlantike: obosnovanie i pervye rezul'taty [Acclimatization of commercial crabs in the North-East Atlantic: justification and first results] // Akvakul'tura: OI/VNIERH. Vyp.1. S.55.
- Pavlov V. Ya. 2003. ZHizneopisanie kraba kamchatskogo *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1885) [The biography of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1885)]. M.: Izd-vo VNIRO. 110 s.
- Pereladov M.V. 2003. Osobennosti raspredeleniya i povedeniya kamchatskogo kraba na pribrezhnyh melkovod'yah Barenceva morya [Features of distribution and behaviour of red king crab at coastal part of the Barents Sea] // Kamchatskij krab v Barencevom more. Izd. 2-e, pererab. i dop. Murmansk: Izd-vo PINRO. S. 152–170.
- Raschet i interpretaciya osnovnykh klimaticheskikh pokazatelej ot del'nykh meteorologicheskikh velichin 2009 [Calculation and interpretation of basic climatic indicators of individual meteorological quantities]. Uchebno-metod. posobie. Vladivostok: Izd-vo Dal'nevostochnogo universiteta. 88 s.
- Sokolov V.I., Milyutin D.M. 2008. Sovremennoe sostoyanie populyacii kamchatskogo (*Paralithodes camtschaticus*, Decapoda, Lithodidae) v Barencevom more [Current population status of red king crab (*Paralithodes camtschaticus*, Decapoda, Lithodidae) in the Barents Sea] // Zoologicheskij zhurnal. T. 87. № 2. S. 141–155.
- Stes'ko A.V. 2015. Raspredelenie i sostoyanie zapasa kamchatskogo kraba v territorial'nyh vodah Rossii v Barencevom more [Distribution and Stock Status of the Kamchatka Crab in the Territorial Waters of Russia in the Barents Sea] // Voprosy rybolovstva. T. 16. № 2. S. 175–192.
- Stes'ko A.V., Manushin I.E. 2017. O rasprostranении kamchatskogo kraba v Gorle Belogo morya [On the distribution of Kamchatka crab in the White Sea Throat] // Rossijskij zhurnal biologicheskikh invazij. № 1. S. 88–89.
- Stes'ko A.V. 2018. Neodnorodnost' razmernogo sostava kamchatskogo kraba v pribrezh'e Barenceva morya [Heterogeneity of size composition of red king crab in coastal region of the Barents Sea] // Trudy VNIRO. T. 172. S. 148–158.
- Stes'ko A.V. 2019. Raspredelenie i biologicheskoe sostoyanie rannej molodi kamchatskogo kraba v Barencevom i Belom moryah [Distribution and biological condition of early juvenile red king crab in the Barents Sea and White Sea] // Tezisy dokladov XII S'ezda Gidrobiologicheskogo obshchestva pri RAN. Petrozavodsk, 16–20.09.2019 g.). Petrozavodsk. S. 456–457.
- Terent'ev D.A., Shaginyan E.R. 2012. Ocenka velichiny prilova kamchatskogo kraba (*Paralithodes camtschaticus*) na zapadnokamchatskom shel'fe po dannyh snyurrevodnyh s'emok [Estimation of the bycatch of red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) on the western part of Kamchatka shelf based on data from snurrevod surveys] // Issledovanie vodnyh biologicheskikh resursov Kamchatki i Severo-Zapadnoj chasti Tihogo okeana. Sbornik nauchnyh trudov. Vyp. 26. Ch. 2. S. 149–154.
- Shitikov V.K., Rozenberg G.S. 2013. Randomizaciya i butstrep: statisticheskij analiz v biologii i ekologii s ispol'zovaniem R [Randomization and bootstrap: statistical analysis in biology and ecology by using R]. Tol'yatti: Cassandra. 314 s.
- Bentley N., Kendrick T.N., Starr P.J., Breen R.A. 2012. Influence plots and metrics: tools for better understanding

- fisheries catch-per-unit-effort standardizations // ICES J. Marine Science. V. 69. P. 84–88.
- Global Summary of the Day*. Climate Data Online / NOAA National Data Center. Accessible via: <https://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/cdodateoutmod.cmd>. 10.10.2019.
- F.E. Harrell Jr with contributions from Charles Dupont, and many others*. 2019. Hmisc: Harrell Miscellaneous, URL <https://CRAN.R-project.org/package=Hmisc> R package version 4.0–3. [p]
- Mann, K.H., Lazier, J.R.N.* 2006. Dynamics of Marine Ecosystems, 3-rd Edition. Blackwell Publishing Ltd. 496 p.
- Shapiro, S.S., Wilk, M.B.* 1965. An analysis of variance test for normality // *Biometrika*. 52. № 3. P. 591–611.

### TABLE CAPTIONS

- Table 1.** List of traps lines, stations and regions in traps survey of red king crab in 2008–2018
- Table 2.** ‘Short periods’ (5 days) and their terms in traps survey of red king crab in 2008–2018
- Table 3.** ‘Short periods’ of red king crab catches in the coastal part of the Murman and the Kanin peninsula by traps lines in 2008–2018
- Table 4.** Size-functional categories of red king crab
- Table 5.** Comparison of standard deviations ( $\sigma$ ), seasonal and interannual variability of air temperature on hydrometeorological stations in July 2009–2018
- Table 6.** Red king crabs catch correlations indicators in accordance with deviation from average catches and depth of catches in 2008–2018
- Table 7.** Statistically significant differences in red king crabs of different categories trap catches in some years and ‘short periods’ (5 days) in the coastal part of the Murman and near the Kanin Peninsula in 2008–2018.

### FIGURE CAPTIONS

- Fig. 1.** Position of standard trap lines and stations in red king crabs survey in July–August 2008–2018 (line numbers pictured on map, stations numbers – in maps legend)
- Fig. 2.** Seasonal changings of air temperature on hydrometeorological stations on the coast of the Barents Sea in June–August 2009–2018 (1 – Varde, 2 – Murmansk, 3 – Theriberka, 4 – Kanin Nos) and dates of traps catches of red king crab in some regions (Svyatonoskiy bay (I), Theriberskaya bay (II), Dalnya Zelenetskaya bay (III), and Varanger-fjord (IV))
- Fig. 3.** Interannual changings of bottom temperature (a) and salinity (b) in the surveyed area of coastal part of the Barents Sea in July–August 2009–2018 (lines legend are in the text)
- Fig. 4.** Variability of red king crabs commercial males catches in July–August 2008–2018 by stations, sp./ trap (dotted line – depth (right axis), boxplots – catches variability (left axis))
- Fig. 5.** Variability of red king crabs pre-recruits catches in July–August 2008–2018 by stations, sp./ trap (dotted line – depth (right axis), boxplots – catches variability (left axis))
- Fig. 6.** Variability of red king crabs juvenile males catches in July–August 2008–2018 by stations, sp./ trap (dotted line – depth (right axis), boxplots – catches variability (left axis))
- Fig. 7.** Variability of red king crabs egged females catches in July–August 2008–2018 by stations, sp./ trap (dotted line – depth (right axis), boxplots – catches variability (left axis))
- Fig. 8.** Variability of red king crabs females (without eggs) catches in July–August 2008–2018 by stations, sp./ trap (dotted line – depth (right axis), boxplots – catches variability (left axis))
- Fig. 9.** Variability of red king crabs commercial males catches in the Varanger-fjord (A), at the eastern part of the Murman (B), near the Kanin peninsula (B) in July–August 2008–2018 (dotted line – average catches of crabs)
- Fig. 10.** Variability of red king crabs pre-recruits catches in the Varanger-fjord (A), at the eastern part of the Murman (B), near in the Kanin peninsula (B) in July–August 2008–2018 (dotted line – average catches of crabs)
- Fig. 11.** Variability of red king crabs juvenile males catches in the Varanger-fjord (A), at the eastern part of the Murman (B), near the Kanin peninsula (B) in July–August 2008–2018 (dotted line – average catches of crabs)
- Fig. 12.** Variability of red king crabs egged females catches in the Varanger-fjord (A), at the eastern part of the Murman (B), near the Kanin peninsula (B) in July–August 2008–2018 (dotted line – average catches of crabs)
- Fig. 13.** Variability of red king crabs females (without eggs) catches in the Varanger-fjord (A), at the eastern part of the Murman (B), near the Kanin peninsula (B) in July–August 2008–2018 (dotted line – average catches of crabs)