

Промысловые виды и их биология

УДК 574.587

О влиянии температуры воды на распределение крабов в районе северных Курильских островов

Л.К. Сидоров

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

E-mail: lev _ sidorov@mail. ru

В 2017 году продолжены научно-исследовательские работы по изучению ресурсов промысловых крабов и крабидов в 12-мильной прибрежной тихоокеанской зоне о. Шумшу и о. Парамушир и охотоморской части острова Онекотан. Построена карта придонных температур. В районе северных Курильских островов встречаются скопления камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*), четырёхугольного волосатого краба (*Erimacrus isenbeckii*) и краба-стригуна Бэрда (*Chionoecetes bairdi*), распределение которых связано в большей степени с температурой придонной воды в районе островов. Определены границы «комфортной» температуры для изученных крабов. Показано значительное изменение температуры воды с подходом тайфуна, которое оказывает влияние на формирование скоплений краба. Выдвинуто предположение, что большие скопления камчатского краба формируются в температурных «линзах» воды при средней температуре 3,7 °С. Представлены данные всех изученных крабов по размерному составу, стадии зрелости самок, межличинной стадии самцов. По материалам 2015 и 2017 гг. дана информация о распределении трёх видов крабов в районе северных Курильских островов. Построены карты пространственного распределения и рассчитаны индексы промыслового запаса для крабов, используя алгоритмы интегрированного комплекса ГИС «КартМастер» и БД «Биоресурс». Предложены районы промысла крабов и крабидов у островов Шумшу и Парамушир в режиме прибрежного рыболовства.

Ключевые слова: камчатский краб *Paralithodes camtschaticus*, четырёхугольный волосатый краб *Erimacrus isenbeckii*, краб-стригун Бэрда *Chionoecetes bairdi*, пространственное распределение, скопления, размерный состав, ГИС «КартМастер», база данных «Биоресурс» (БД), промысел, северные Курильские острова, температура воды.

В 2015 году дана оценка о распределение крабов и крабидов в охотоморской прибрежной зоне северных Курильских островов, проведён исторический анализ промысла в районе островов [Сидоров, 2016]. В 2017 г. научно-исследовательские работы продолже-

ны в 12-мильной прибрежной тихоокеанской зоне о. Шумшу и о. Парамушир и охотоморской части острова Онекотан.

Было определено, что одним из наиболее важных абиотических факторов среды обитания для гидробионтов (крабов и краби-

дов) является придонная температура в районе северных Курильских островов. Крабы и крабоиды — хладнокровные организмы и их активность зависит от изменения температуры. В процессе эволюции каждый вид адаптировался к определённому диапазону температур, в рамках которого есть «комфортные условия», в которых предпочитает находиться вид.

Для камчатского краба известно, что он обитает в различные сезоны на глубинах от 1 до 300 м при температуре воды от минус 1,7 °С до плюс 18 °С [Родин, 1970, 1985; Кузьмин, Гудимова, 2002; Клитин, 2003; Зензеров и др., 2008]

Оптимальная температура для краба-стригуна Бэрди определена плюс 2,8 °С. При данной температуре обитания основная часть липидного матрикса клеточных мембран находится в оптимальном для функционирования жидкокристаллическом состоянии [Санина и др., 2016].

Четырёхугольный волосатый краб обитает на жёстких грунтах при температуре воды от –1 °С до +16 °С [Слизкин и др., 2001], это позволяет этому виду обитать в прибрежной полосе на небольших глубинах, так как этот вид более приспособлен к вариации температуры воды за небольшой промежуток времени.

Цель работы — выявить места скопления крабов и определить «комфортные температурные зоны», выявив закономерности распределения гидробионтов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Ловушечная съёмка проведена с 1 сентября по 14 сентября 2017 г. на судне РШ «Светлый», принадлежащему фирме ООО «Гранис». Для постановки порядков (станций) вначале прописывались изобаты для поиска ровных площадок с минимальным перепадом глубин. При работе использовали учётные конические крабовые ловушки с ячейей дели 60 мм по 15 штук в порядке на расстоянии 15 м

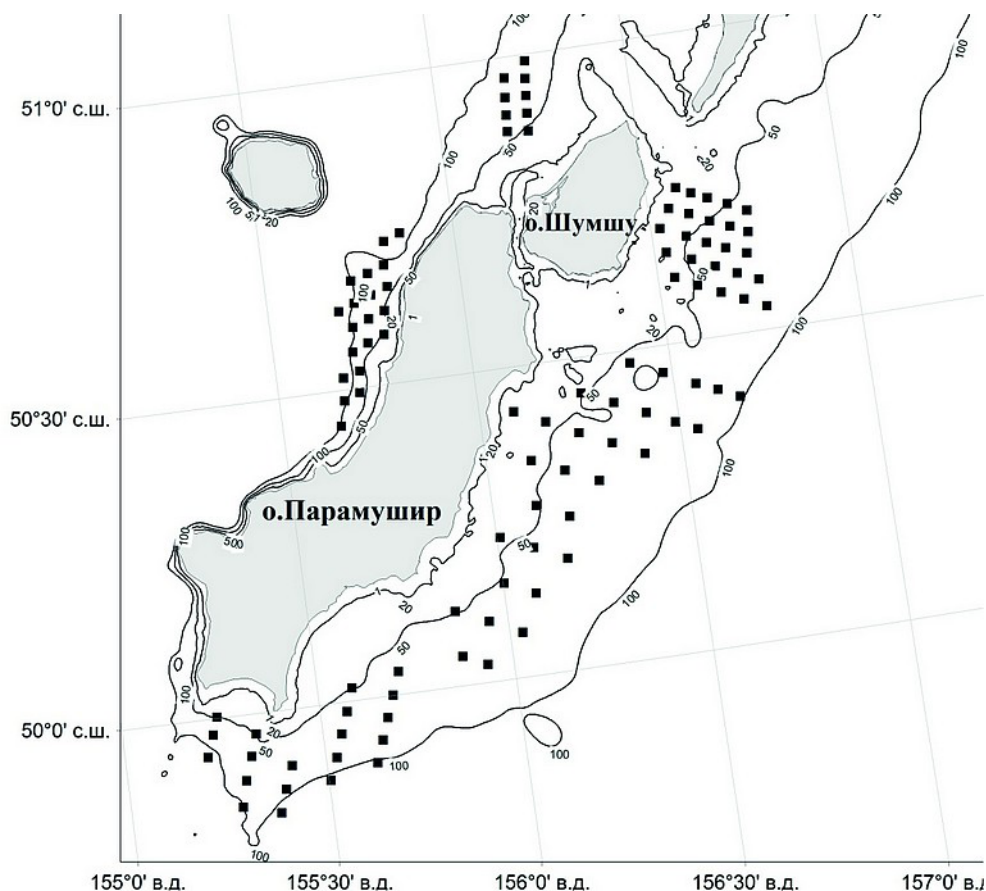


Рис. 1. Карта-схема станций на шельфе северных Курильских островов

друг от друга. Станции выставлялись сериями по пять штук через интервал 1–2 мили с востока на запад на разных глубинах. Время застоя ловушек в среднем составило 24 часа. В качестве приманки использовали минтай целиком. Работы проводились на тихоокеанской стороне островов Шумшу и Парамушир, охотоморской части острова Онекотан и контрольных районах на охотоморском побережье островов Парамушир и Шумшу. В итоге было выставлено 110 станций (рис. 1). Общая площадь, охваченная съёмкой в прибрежье северных Курильских островов, составила 4313,9 км (12-мильная зона).

В соответствии с рекомендованными требованиями к станции для базы данных (БД) «Биоресурс» ФГБНУ «ВНИРО» [Бизиков и др., 2015] для каждого порядка определяли: координаты начала и конца порядка по GPS-приёмнику; глубину начала и конца постановки порядка по эхолоту; даты и время постановки и выборки порядка; подсчитывалось количество фактически проанализированных ловушек.

Проведён биологический анализ 2219 особей крабов и крабоидов по стандартной методике [Родин и др., 1979], который включал в себя: измерение ширины карапакса (ШК); определение стадии линьки у самцов; определение стадии зрелости икры у самок; регистрацию травматизма у самцов и самок. Собранные данные занесены и хранятся в БД «Биоресурс» ФГБНУ «ВНИРО».

Математическая обработка данных проводилась в программе Microsoft Excel 2010. Для построения карт распределения крабов и крабоидов пользовались алгоритмами интегрированного комплекса ГИС «КартМастер» и БД «Биоресурс» [Буяновский и др., 2015]. Для обработки данных в ГИС «КартМастер» использовали следующие параметры: зона эффективного действия ловушки была принята

равной 3300 кв. м [Моисеев, 2003; Моисеев и др., 2005]; для расчёта карты распределения уловов и определения индекса запаса был выбран метод 2D-сплайн.

Объём биологических анализов, выполненных в процессе учётной ловушечной съёмки, представлен в табл. 1. Помимо массовых видов, единично встречался синий краб (*Paralithodes platypus*).

Для измерения придонной температуры использовали термодатчики «Термохрон» с разрешением 1/8 °С и частотой измерения один раз в 15 минут. Датчики крепились к конусным ловушкам при помощи карабина или прищепки. Были получены данные о придонной температуре с 67 станций. Для построения карты придонной температуры в исследуемом районе использовали среднюю температуру за весь период нахождения датчика на станции. Построенные карты в ГИС «КартМастер» дают представление о величине придонной температуры в исследуемом районе.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведенная учётная ловушечная съёмка восполнила пробелы представлений о распределении трёх видов крабов на Тихоокеанской акватории Северных Курил, в прибрежной охотоморской зоне о. Онекотан, а также подтверждены данные об обнаруженных скоплениях камчатского краба в 2015 г. [Сидоров, 2016] в охотоморской прибрежной зоне островов Шумшу и Парамушир.

Камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815)

В Северо-Курильской зоне на тихоокеанской стороне островов Шумшу и Парамушир камчатский краб обнаружен штучно, поймана одна самка на глубине 50 м с ШК=101 мм, без икры. На контрольных станциях в диапазоне глубин от 40 до 138 м прибрежной зоны остро-

Таблица 1. Объём исследуемого материала

Вид	Самцы, шт.	Самки, шт.	Всего, шт.
Камчатский краб	218	1	219
Четырёхугольный волосатый краб	1065	4	1069
Краб-стригун Бэрда	706	225	931

ва Онекотан особей камчатского краба встречено не было.

В Камчатско-Курильской подзоне были поставлены контрольные станции на местах обнаруженных в 2015 году скоплений камчатского краба [Сидоров, 2016]. Вылов с этих точек в центральной части прибрежных вод о. Парамушир показал присутствие промысловых самцов камчатского краба. Плотность в среднем составляла от 0,07 до 1,07 экз. на коническую ловушку за сутки застоя, максимальные уловы достигали до 2 штук промысловых самцов на коническую ловушку. Наибольшие средние уловы отмечены на 100-метровых изобатах.

Вылов с контрольных точек в прибрежной части о. Шумшу на глубинах от 59 м составил 0,07 до 2,64 экз. на коническую ловушку за сутки застоя промысловых самцов камчатского краба. В отличие от 2015 года скопления самок обнаружены не были.

Размерный состав самцов (рис. 2) по результатам ловушечной съёмки характеризовался доминированием промысловых самцов ШК >150 мм, доля непромысловых самцов была мала. Минимальный размер ШК у самцов составил 136 мм, максимальный — 226 мм, средний — 188,7 мм, что соответствует размерному составу 2015 г.

Основу уловов составляли самцы 3 стадии линьки, доминировали самцы 3 ранней стадии

линьки — 80%, 3 поздней — 18%. Количество самцов 4 стадии линьки было незначительным и составляло около 2%.

Наиболее плотные скопления камчатского краба с уловами до 12 промысловых самцов на ловушку отмечены напротив острова Шумшу на глубинах 80–140 метров и в средней части о. Парамушир на глубинах около 80 метров в 2015 году на охотоморском побережье. На контрольных станциях 2017 года промысловые самцы отмечены, но в меньших количествах. По итогам двух съёмок можно судить, что в указанных районах камчатский краб образует небольшие скопления, что подтверждается работами в восьмидесятых и девяностых годах прошлого века при проведении учётных ловушечных и траловых съёмок [Клитин, 2003]. Преобладающее большинство пойманных нами самцов было промыслового размера, средний размер при этом составил 2015 г. — 186 мм, 2017 г. — 188,7 мм. Самки встречались локально только в 2015 году в наиболее северной части нашего полигона на глубинах 34–50 метров, уловы их варьировали от 5 до 10 экз. на ловушку. Молодь камчатского краба встречалась штучно в районах концентрации самок.

Увеличение средних размеров самцов и уменьшение доли молоди и самок камчатского краба в уловах при продвижении с севера на юг характерно для западно-камчатской

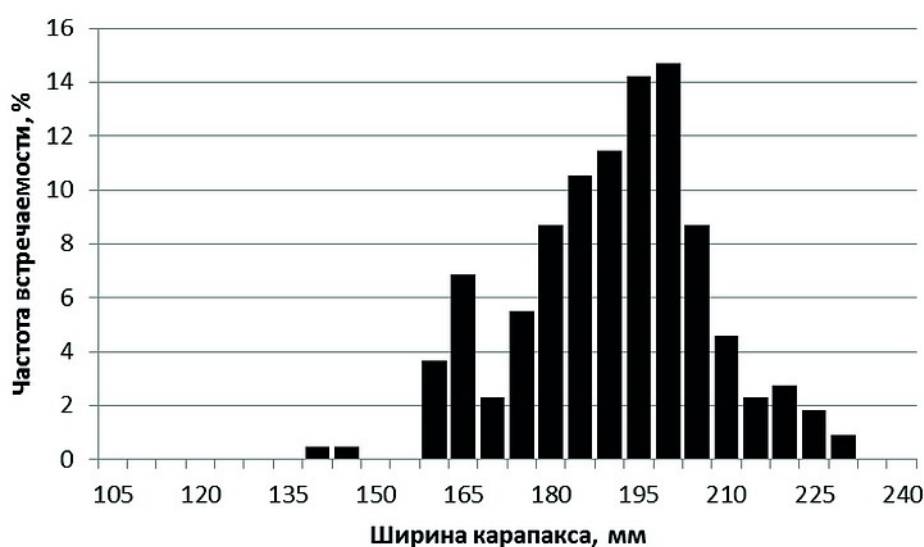


Рис. 2. Размерная характеристика ловушечных уловов самцов (n=218) камчатского краба

популяции [Родин 1985]. Можно предположить, что обловленные нами скопления камчатского краба являются южной ветвью Озерновской «псевдопопуляции». К таким выводам ранее приходил ряд исследователей биологии камчатского краба [Клитин, 2003; Буяновский, 2004].

С одной стороны отсутствие молоди в уловах может объясняться тем, что выпущенные здесь личинки не оседают своевременно на северокурильском шельфе, а переносятся течениями, направление, интенсивность и изменчивость которых в этом районе в полной мере остаются до конца не изученными [Сидоров, 2016]. С другой стороны вопрос о наличии молоди в районе Северных Курил рано считать закрытым. Так при проведении исследований по камчатскому крабу в конце девяностых годов в Карагинской подзоне молодь размером 50–70 мм удалось обнаружить только на пя-

тый год исследования при проведении учетной ловушечной съемки. Это дало возможность сделать предположение о независимом характере популяции в Карагинской подзоне. [Милютин, Вагин, 2005].

Четырёхугольный волосатый краб *Erimacrus isenbeckii* (J.F. Brandt, 1848)

Пространственное распределение уловов четырёхугольного волосатого краба представлено на рис. 3. В исследуемой зоне промысловые самцы отмечаются на глубинах до 100 м, глубже штучно. Значительное скопление обнаружено в прибрежной части острова Шумшу, незначительное в центральной части прибрежных вод о. Парамушир. Плотность в среднем составляла от 0,07 до 6,00 экз. на коническую ловушку за сутки застоя, максимальные уловы до 6 и более штук промысловых самцов на коническую ловушку. Непромысловые самцы

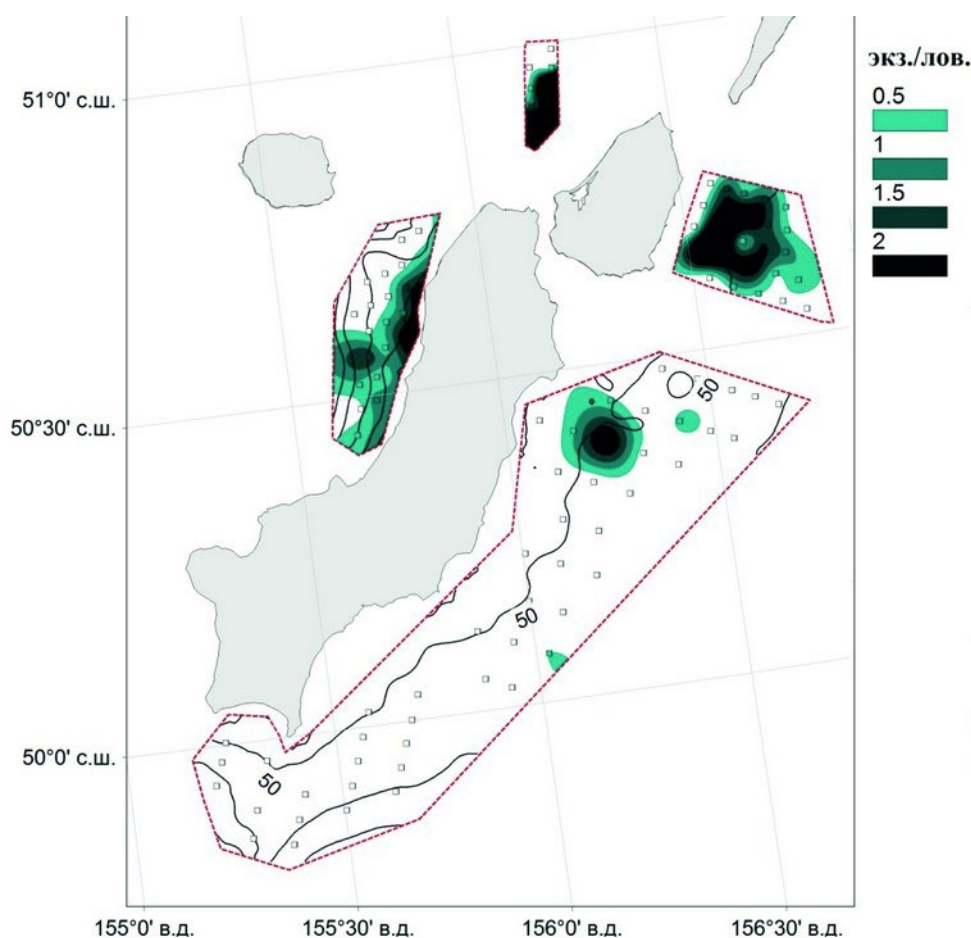


Рис. 3. Пространственное распределение промысловых самцов четырёхугольного волосатого краба

встречались штучно на мелководных участках о. Шумшу. Самки в уловах присутствовали в паре с самцами (всего выловлено 4 штуки). Отдельных особи самок ни на одной станции встречено не было.

Размерный состав самцов по результатам ловушечной съёмки характеризовался доминированием промысловых самцов ШК >80 мм, доля непромысловых самцов была мала (рис. 4) Минимальный размер ШК у самцов составил 43 мм, максимальный 122 мм, средний 91,5 мм; у самок 45–51–48,5 мм, соответственно.

Полученные данные по четырёхугольному волосатому крабу подтверждают полученные ранее результаты. По данным учётных работ 1992 года отмечалось, что на Северо-Курильском шельфе основные промысловые скопления четырёхугольного волосатого краба располагались в диапазоне глубин 30–80 м, самыми продуктивными являлись глубины от 40 до 70 м [Слизкин, Сафронов, 2000]. Так же ранее было отмечено, что уловы промысловых самцов подобно нашим достигали 3–5 экземпляров на ловушку.

Краб-стригун Бэрда *Chionoecetes bairdi* Rathbun, 1924

Скопление промысловых самцов находится как в северо-восточной 12-мильной прибреж-

ной части о. Шумшу, так и на тихоокеанской стороне острова. Уловы достигали 4 экз/лов. (рис. 5).

В районе о. Парамушир на тихоокеанской стороне обнаружено локальное скопление около Птичьих островов. В южных станциях в уловах особи краба-стригуна Бэрда отсутствовали. В центральной части охотоморского шельфа этого острова уловы краба местами достигали 3,71 экз/лов. Непромысловые самцы попадались редко, самки отмечены в районе скопления самцов, с небольшим смещением на мелководье 30–50 метров.

Размерный состав самцов по результатам ловушечной съёмки характеризовался доминированием промысловых самцов ШК >120 мм, доля непромысловых самцов была незначительна. Минимальный размер ШК у самцов составил 83 мм, максимальный 173 мм, средний 142,4 мм; у самок 83–112–99,4 мм, соответственно (рис. 6).

Основу уловов составляли самцы 3 стадии линьки 77%, на 3 поздней — 23% и икранные самки — 95%, на стадии «личинки выпущены» — 5% и менее 1% — «без икры». Следует отметить высокий травматизм у особей этого вида, 26,9% от общего количества самцов и 15,6% у самок.

Полученные данные по крабу-стригуну Бэрда не противоречат представлениям

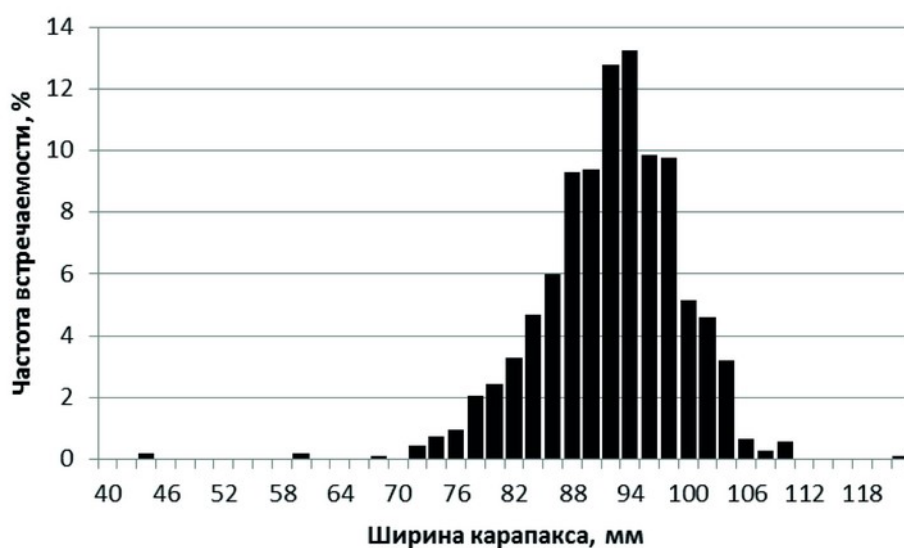


Рис. 4. Размерная характеристика ловушечных уловов самцов четырёхугольного волосатого краба (n=1065)

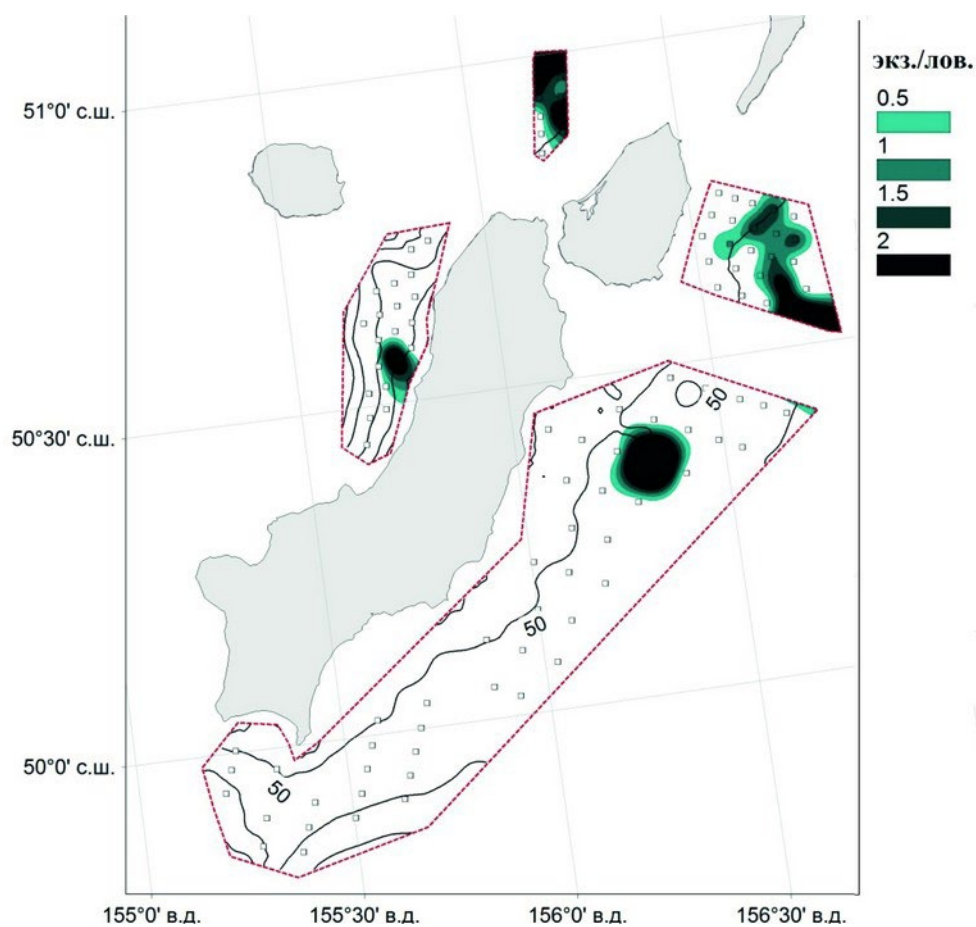


Рис. 5. Пространственное распределение самцов краба-стригуна Бэрда

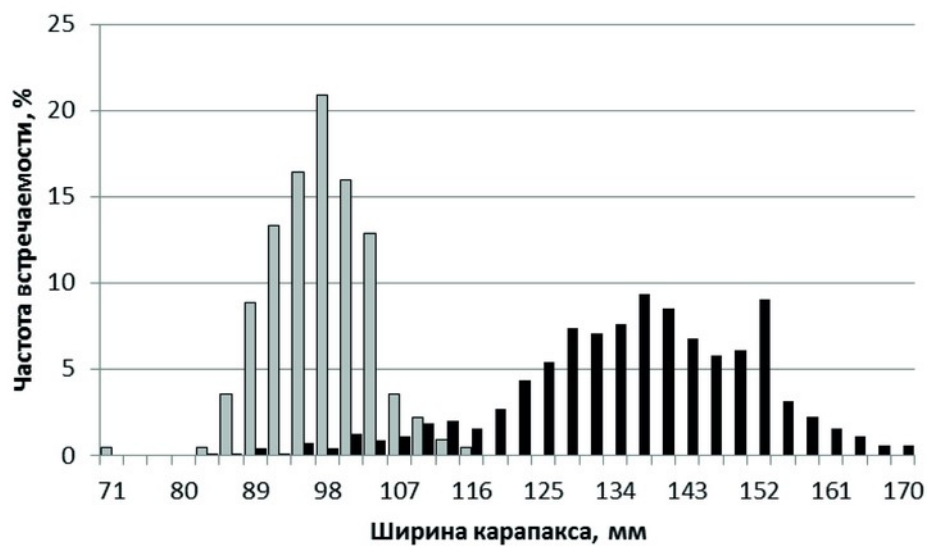


Рис. 6. Размерная характеристика ловушечных уловов самцов (чёрный $n=706$) и самок (серый $n=225$) краба-стригуна Бэрда

о распределении этого вида в районе исследований. Так ранее отмечалось, что в конце десятилетних годов возросла плотность скоплений и распространение промысловых самцов краба-стригуна Бэрда в Камчатско-Курильском районе [Слизкин, Сафронов, 2000].

Температура

Построена карта придонных температур на основе данных, полученных с датчиков ТЕРМОХРОН (рис. 7). Полученные данные дают представление о величине придонной температуры в исследуемом районе. Отслежена динамика изменения температур воды на разных глубинах в связи с подходом сильного тайфуна-шторма к Северным Курилам, который вызвал сход селя в г. Северо-Курильск (рис. 8). Оказалось, что температуры воды на глубинах от 47 до 81 метров выросла на 2–6 °С. Похожая ситуация отмечалась до и после осенних штормов в прибрежных водах Аяно-Майского района. Регистрировались значительные перепады температуры воды, которые приводили к постановке ловушечных порядков в широком поисковом диапазоне [Моисеев, 2015 а].

По нашему мнению, резкое изменение температуры воды оказывает влияние на поведение

краба, особи стараются уйти в более благоприятные комфортные условия обитания со стационарной температурой.

ОБСУЖДЕНИЕ

На основе полученных и обработанных данных по уловам можно судить о том, что в исследуемом районе есть распределение видов по глубинам. На изобатах до 50 метров преобладают особи четырёхугольного волосатого краба, от 50 до 80 м — краб-стригун Бэрда, от 80 м — камчатский краб. Вероятно, такое распределение связано с различными диапазонами «комфортной» температуры для каждого вида. На глубинах, где колебание температуры воды за сутки может достигать несколько градусов, приспособился четырёхугольный волосатый краб, у которого температурные рамки значительно шире и он приспособлен к резкому или быстрому изменению температуры окружающей среды.

Из литературы известно, что в зависимости от сезона и пола есть температурные предпочтения у камчатского краба. Родин [1970] отмечает, что в конце мая наибольшая плотность самцов и самок образуется при температуре воды 2,1 °С. Самки камчатского краба менее

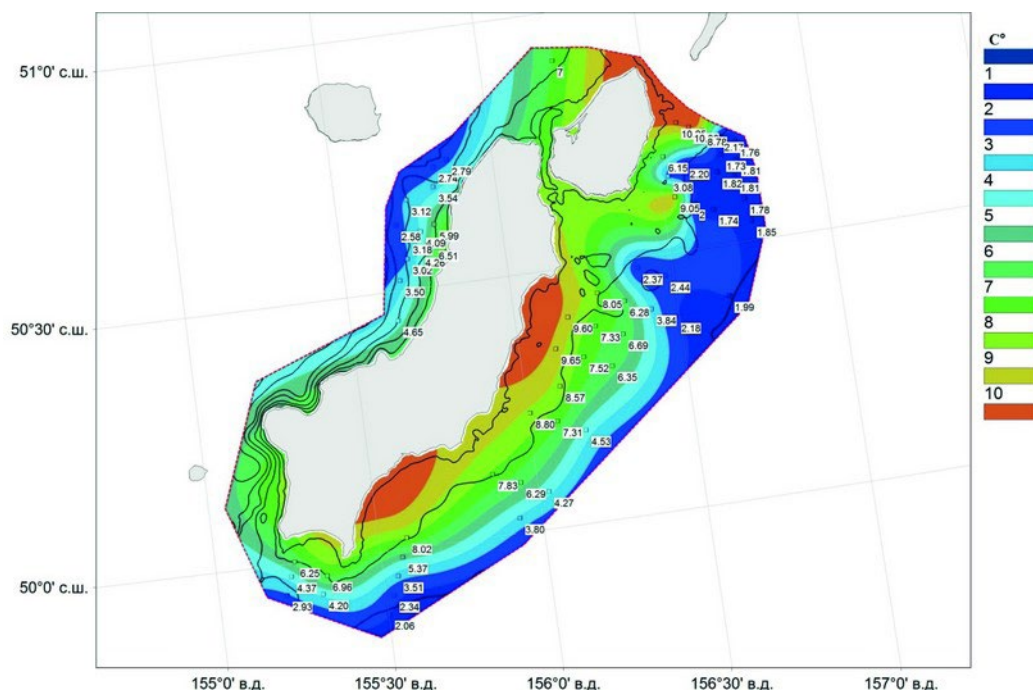


Рис. 7. Карта придонных температур (°С) по данным датчиков ТЕРМОХРОН.

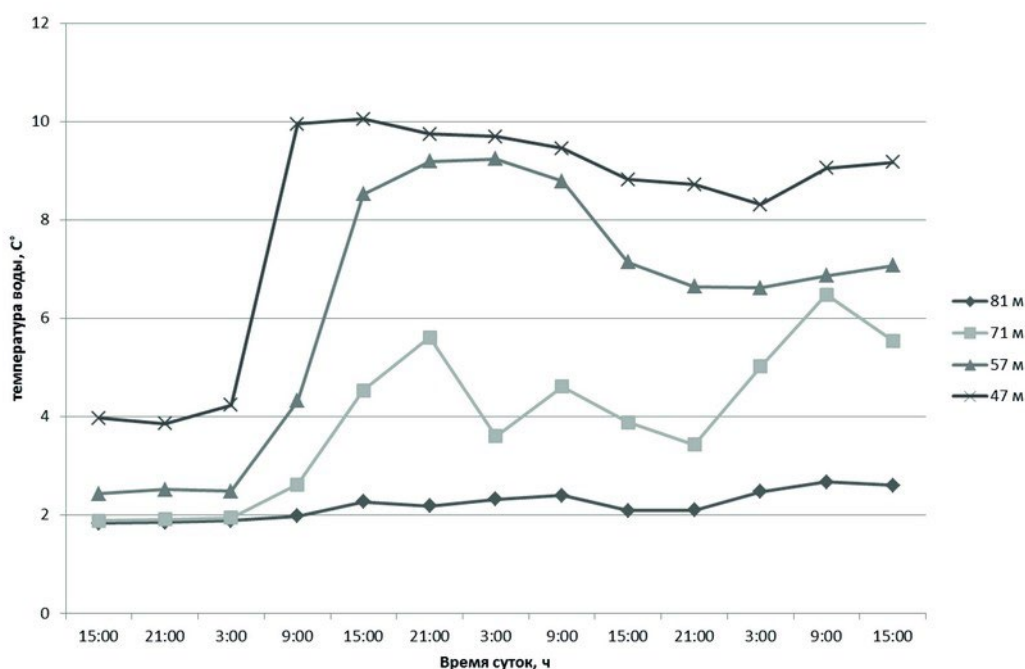


Рис. 8. Трёхдневная динамика изменения придонных температур на разных глубинах под влиянием тайфуна в тихоокеанской прибрежной зоне о. Парамушир

подвижны и распределяются летом на мелководье в зоне положительных температур от 2 до 5 °C. Бристольская популяция в зоне придонных температур около 3–4 °C на глубинах 80–90 м. Молодые самцы краба этой популяции широко распределяются по всей площади залива, места их обитания в июле бывают ограничены температурой воды у дна около 2–4 °C, а в августе 3–7 °C [Родин, 1970]. Икроносные самки краба в сентябре обитают на малых глубинах (15–20 м), где воды хорошо прогреваются (10–11 °C). В октябре они смещаются на глубины 40–50 м. В это же время взрослые самцы распределяются на глубинах 30–70 м при температуре 1,4–10,5 °C, т. е. температурный и батиметрический диапазон обитания самцов шире, чем у самок [Родин, 1985]. По данным Кузьмина и Гудимовой температурный диапазон воды в Баренцевом море в 1995 г. у дна в местах уловов крабов составлял 0,4–7,0 °C. Максимальное количество крабов за траление поймано на глубинах 40–50 м при температуре воды в придонном слое 2,5–3,4 °C. В другой сезон (1996 г.) основная часть популяции распределялась в интервале 1,0 до 2,5 °C. В 1998 г. краб отмечался

при температуре придонного слоя 0,4–2,0 °C. Скопления крабов приурочены к районам с наиболее устойчивыми гидрологическими характеристиками [Кузьмин, Гудимова, 2002]. Наибольшие концентрации самцов камчатского краба у Юго-Западного Сахалина достигала при 7,2 °C и 13,9 °C в Александровском заливе, самок — 10,4 °C. В заливе Анива на 21–24 м температура 2,0 °C приурочены максимальные скопления самцов. В июле прогрев придонного слоя воды до 12–15 °C вызывал обратную миграцию. Придонная температура в точках вылова краба составляла 6,7 °C. Диапазон температур был от 6,2 до 7,2 °C [Клитин, 2002]. В Ичинском районе в осенний период особи камчатского краба уходят от районов с низкой температурой воды (1,0–1,2 °C) в зону комфортной температуры, которая составляет 1,9–1,92 °C [Моисеев, 2015 б]. Оптимальные параметры жизнедеятельности камчатского краба в Баренцевом море сохраняются в диапазоне температуры воды от 2,4 до 7,0 °C [Зензеров и др., 2008]. Границы его температурной устойчивости в нативных районах находятся в пределах от –1,7 до 18 °C. При этом очевидно, что увеличение

двигательной активности краба коррелирует с возрастанием температуры [Клитин, 2003].

Камчатский краб на Северо-Курильском шельфе по результатам исследований 2015 и 2017 гг. встречался на охотоморском побережье островов Шумшу и Парамушир, тогда как на тихоокеанском шельфе отмечен штучно. Вероятно, это связано с незначительными глубинами в 12-мильной зоне (до 80 м) и «высокой» придонной температурой воды, не комфортной для особей камчатского краба в первой половине сентября 2017 г. (выше 7 °C). Для выяснения этого обстоятельства необходимо провести работы в весенне-летний период, в момент миграции на мелководье к берегу.

Для самцов и самок камчатского краба в пространственном распределении значительную роль играет температура. Жизненная стратегия самок — обеспечить созревание-развитие икры, поэтому более предпочтительны тёплые воды, так как срок вылупления и динамика развития личинок связаны с градусами-днями [Ковачева, 2008].

В целом сезонные перемещения крабов, по-видимому, незначительны и определяются распределением придонных вод с минимальными значениями положительных температур

в осенне-зимний период вдоль западного побережья Охотского моря.

Исследования привели к тому, что были найдены биотопы, пригодные для обитания ранней молоди камчатского краба [Переладов и др., 2015]. Оказалось, что химический состав воды однороден, имеются подходящая кормовая база, благоприятный субстрат и рельеф, наличие укрытий, а значительных скоплений краба нет. Единственно, отмечается значительное изменение температуры воды, которое, вероятно, оказывает большое влияние на распределение крабов в этом регионе. Для созревания потомства необходимы стабильные условия. Наличие отдельных больших скоплений связано с температурными «линзами» — местами с однородной «комфортной» благоприятной температурой воды, где формируется скопление краба, а перемещение краба связано с перемещением этих линз. Эти линзы связаны с процессами вихреобразования и фронтогенеза, происходящими на фоне ярко выраженных приливных течений. В зоне Курильской гряды приливные процессы являются доминирующими фактором, определяющим динамику в проливах, изменения в вертикальной и горизонталь-

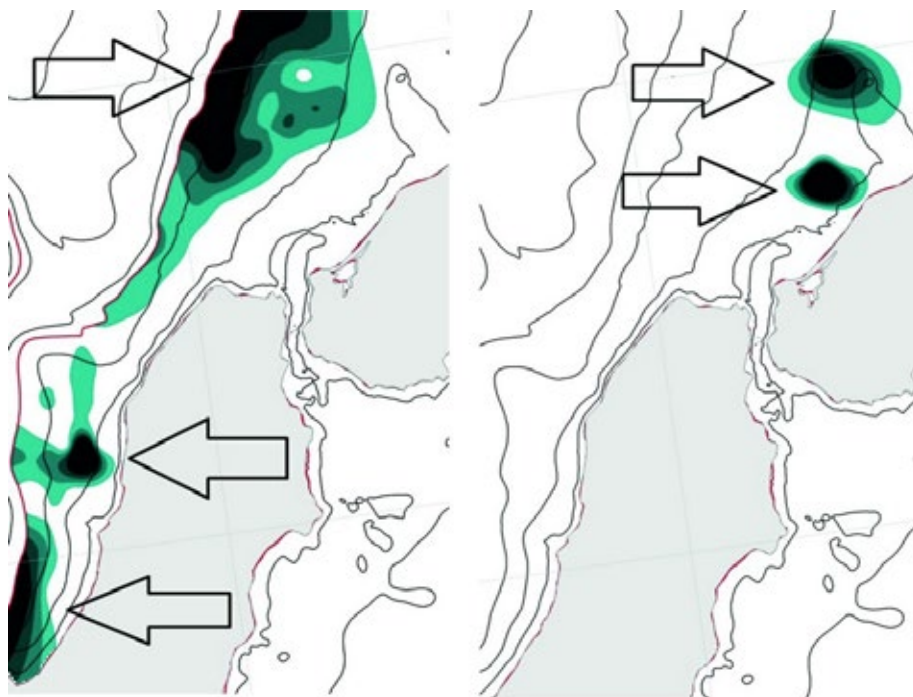


Рис. 9. Скопления самцов (слева) и самок (справа) камчатского краба

ной структуре вод [Мороз, 2014]. Если линза разбивается, происходит рассредоточение скопления крабов. Динамика течений, а значит и изменений температуры в прибрежной части оказывает сильное значение на распределение крабов.

В подтверждение вышенаписанного в 2015 г. на охотоморском шельфе выявлены небольшие участки (линзы), на которых отмечено большая плотность промысловых самцов камчатского краба. Температура воды по данным установленных на ловушку датчиков составила 3,7 °С. Крупное скопление самок и молоди отмечено при температуре — 6,2 °С (рис. 9).

В 2017 году хорошие уловы самцов камчатского краба отмечались на станциях, где температура воды составляла от 3,2 до 3,9 °С.

Сопоставив показания датчиков температуры с данными по уловам на ловушку трёх видов крабов получили следующее. В районе островов оптимальная — комфортная температура для самцов камчатского краба составляет от 3,02 до 4,26 °С при максимальных уловах 3,9 °С (аналогично 2015 г., см. выше). Для самцов краба стригуна Бэрда на охотоморской стороне от 6,14 до 7,67 °С, с тихоокеанской стороны — 6,20 до 7,33 °С. Для четырёхугольного краба как на охотоморском, так и на тихоокеанском побережье довольно широк: от 1,73 до 10,08 °С, что говорит о эвритермной этого вида (рис. 10).

На основе уловов и карты придонных температур (рис. 7) видно, что в конце августа начале сентября крабы и крабоиды распределены следующим образом. В районе охотской прибрежной зоны о. Шумшу при температуре воды 6–8 °С распределены самки камчатского краба, на глубинах где температура воды от 4–6 °С преобладают особи краба-стригуна Бэрда, от 3 до 4 °С — самцы камчатского краба. Так как температурной границей является течение второго Курильского пролива, температура воды в районе прибрежной зоны о. Парамушир на глубинах от 40 м не превосходит 4 °С, то это является благоприятной средой для самцов камчатского краба, образуя крупные скопления в температурных «линзах». На глубинах менее 40 м преобладает четырёх-

угольный волосатый краб, так как за сутки придонная температура изменчива в широком диапазоне и в этих условиях эвритермный вид имеет преимущество. В тихоокеанской прибрежной зоне в летне-осенний период придонная температура из-за штормов и течений в течение короткого периода изменчива, поэтому в этом районе доминирует четырёхугольный волосатый краб, уловы которого отмечались как на мелководье, так и на стометровых изобатах.

В районе северных Курильских островов возможно вести промысел трёх видов крабов в экспериментальном прибрежном режиме, доставляя весь улов для обработки на берег. В осенний период перспективным для добычи камчатского краба и стригуна Бэрда является район прибрежной акватории о. Шумшу до середины охотоморской части о. Парамушир, тогда как четырёх- угольного краба можно ловить по обе стороны островов.

На основе данных распределения уловов 2015 и 2017 гг. был подсчитан потенциальный индекс запаса в программе КартМастер для трёх видов в прибрежной зоне островов Шумшу и Парамушир на обследованной площади 4313,9 км²: камчатского краба — 398606 шт., четырёхугольного волосатого краба — 664880 шт. и краба-стригуна Бэрда — 613337 шт.

Благодарности

Выражаю глубокую благодарность Вагину А.В. в сборе данных, а также капитану и всему экипажу рыболовной шхуны РШ «Светлый», ООО «Гранис» за глубокое понимание научных задач и дружную совместную работу.

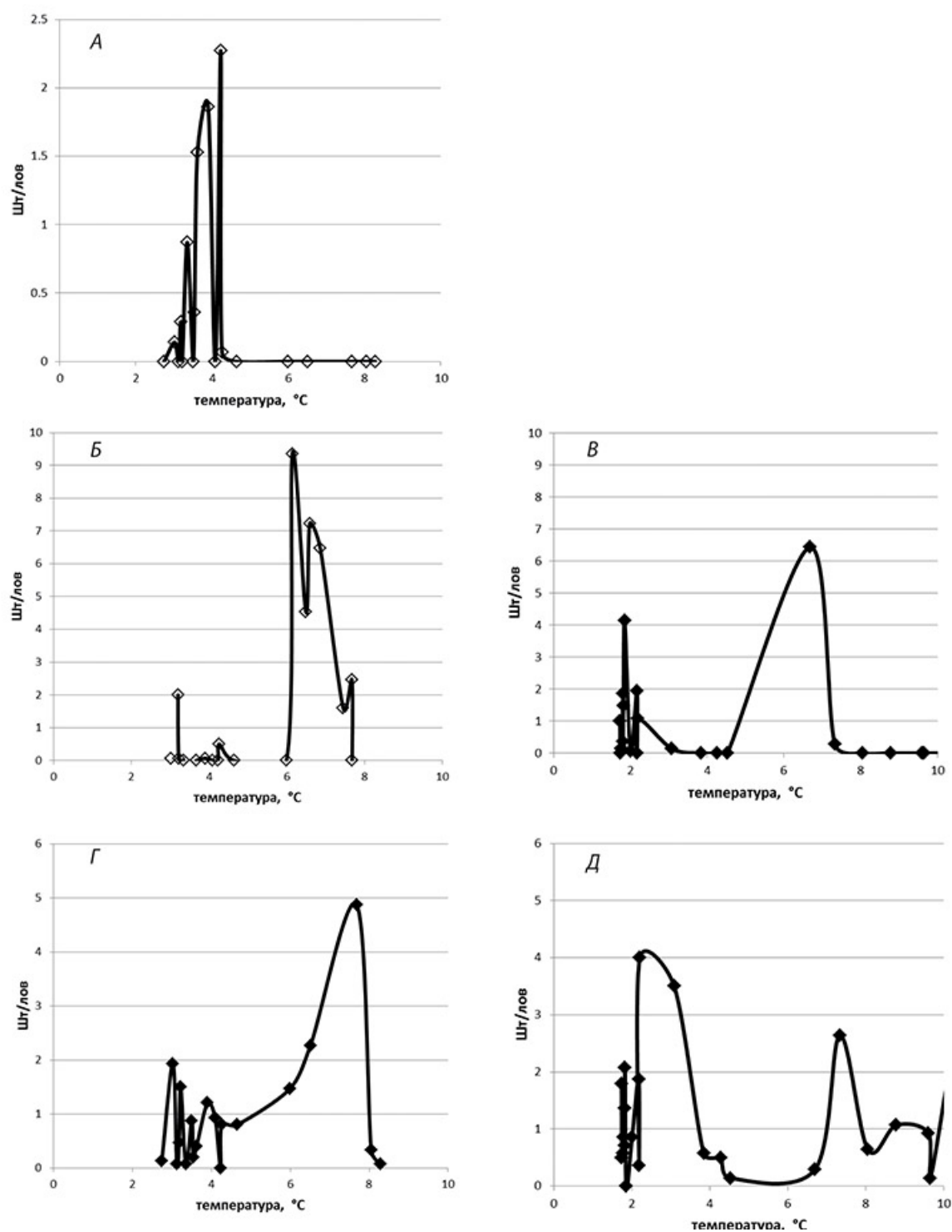


Рис. 10. Зависимость уловов промысловых самцов(шт/лов) от температуры воды:

А — камчатский краб, Б и В — краб-стригун Бэрда, Г и Д — четырёхугольный волосатый краб; слева — Охотское море, справа — Тихий океан

ЛИТЕРАТУРА

- Бизиков В.А., Мурый Г.П., Сидоров Л.К., Поляков А.В. 2015. Инструкция по использованию программы ловушечной съемки базы данных «БИОРЕСУРС» // М.: Изд-во ВНИРО. 140 с.
- Буяновский А.И. 2004. Пространственно-временная изменчивость размерного состава в популяциях двусторчатых моллюсков, морских ежей и десятиногих ракообразных. М.: Изд-во ВНИРО. 306 с.
- 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: КГТУ. С. 14–16.
- Зензеров В.С., Муравейко В.М., Емелина А.В. 2008. Двигательная активность камчатского краба Баренцева моря в различных диапазонах температур // Рыбное хозяйство № 4. С. 54–56.
- Клитин А.К. 2002. Распределение, биология и функциональная структура ареала камчатского краба в водах Сахалина и Курильских островов. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Южно-Сахалинск: СахНИРО. 26 с.
- Клитин А.К. 2003. Камчатский краб у берегов Сахалина и Курильских островов: биология, распределение и функциональная структура ареала // Бюллетень журнала «Вопросы Рыболовства». М.: Нац. рыбн. ресурсы. 249 с.
- Ковачева Н.П. 2008. Аквакультура ракообразных отряда Decapoda: камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* и гигантская пресноводная креветка *Macrobrachium rosenbergii*. М.: Изд-во ВНИРО. 240 с.
- Кузьмин С.А., Гудимова С.А. 2002. Вселение камчатского краба в Баренцево море. Апатиты: ММБИ КНЦ РАН. 238 с.
- Милютин Д.М., Вагин А.В. 2005. Биология и распределение камчатского краба, *Paralithodes camtschaticus* в Карагинском заливе (Берингово море) // Зоологический журнал. Т. 84. № 5. С. 555–568.
- Моисеев С.И. 2003. Промыслово-биологические исследования камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) в январе-марте 2002 г. в прибрежной зоне Варангер-фьорда (Баренцево море) // Труды ВНИРО. Т. 142. С. 178–191.
- Моисеев С.И. 2015 а. Распределение камчатского краба в осенний период 2013 г. у побережья Аяно-Майского района. // Промысловые беспозвоночные: VIII Всероссийская научная конференция по промысловым беспозвоночным: материалы докладов. Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ». С. 74–77.
- Моисеев С.И. 2015 б. Мониторинг промысла камчатского краба в Ичинском районе в осенний период 2014 г. // Промысловые беспозвоночные: VIII Всероссийская научная конференция по промысловым беспозвоночным: материалы докладов. Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ». С. 80–82.
- Моисеев С.И., Вагин А.В., Полонский В.Е. 2005. Характеристика осенних скоплений камчатского краба в Варангер-фиорде и тактика его промысла на ограниченном полигоне // Труды ВНИРО. Т. 144. С. 194–211.
- Мороз В.В. 2014. Воздействие приливных процессов на гидрофизические характеристики вод в проливах Курильской гряды // Вестник СВНЦ ДВО РАН. № 3. С. 29–35.
- Родин В.Е. 1970. Некоторые данные о распределении камчатского краба в юго-восточной части Берингова моря // Труды ВНИРО. Т. 70. С. 149–154.
- Родин В.Е. 1985. Пространственная и функциональная структура популяций камчатского краба // Известия ТИНРО. Т. 110. С. 86–97.
- Родин В.Е., Слишкин А.Г., Мясоедов В.И., Барсуков В.Н., Мирошников В.В., Згуровский К.А., Канарская О.А., Федосеев В.Я. 1979. Руководство по изучению десятиногих ракообразных. Декарада дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО. 59 с.
- Переладов М.В., Сидоров Л. К., Ботнев Д.А., Вагин А.В., Хохлов А.В., Исхаков А.А. 2015. Комплексные исследования прибрежных акваторий северных Курильских островов в августе-сентябре 2015 г. // Труды ВНИРО. Т. 158. С. 190–193.
- Санина Н.М., Веланский П.В., Костецкий Э.Я. 2016. Термотропное поведение и состав жирных радикалов главных фосфолипидов краба-стригуна Бэрди *Chionoecetes bairdi* Rathbun, 1924 // Биология моря. Т. 42. № 1. С. 55–59.
- Сидоров Л.К. 2016. Перспектива промысла крабов в охотоморской части Северных Курильских островов: камчатского, волосатого четырехугольного и краба-стригуна Бэрди. // Труды ВНИРО. Т. 161. С. 38–51.
- Слишкин А.Г., Сафронов С.Г. 2000. Промысловые крабы прикамчатских вод. Петропавловск-Камчатский: Северная Пацифика. 180 с.
- Слишкин А.Г., Букин С.Д., Слишкин А.А. 2001. Четырехугольный волосатый краб (*Erimacrus isenbeckii*) северокурильского-камчатского шельфа: биология, распределение, численность. // Известия ТИНРО. Т. 128. Ч. 2. С. 554–570.

Поступила в редакцию 05.10.2018 г.

Принята после рецензии 15.10.2018 г.

Commercial species and their biology

On the influence of water temperature on the distribution of crabs in the area of northern Kuril islands

L.K. Sidorov

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

In 2017, research work continued on the study of the resources of commercial crabs in the 12-mile coastal Pacific zone of islands Shumshu and Paramushiro and the Okhotsk Sea part of the islands. A map of bottom temperatures was constructed on the basis of data obtained from TERMOCHRON sensors. The results obtained give an idea of the magnitude of the bottom temperature in the study area. In the area of the northern Kurile Islands, there are aggregations of king crab (*Paralithodes camtschaticus*), horsehair crab (*Erimacrus isenbeckii*) and bairdi snow crab (*Chionoecetes bairdi*), the distribution of which is largely due to the temperature of the bottom water in the area of the islands. The limits of the “comfortable” temperature for the crabs studied were determined. A significant change in water temperature with the typhoon approach, which affects the formation of crab aggregations, is shown. It has been proposed that large aggregations of the Kamchatka crab are formed in the temperature “lenses” of water at an average temperature of 3.7 °C. The data on all the studied crabs are presented: size structure, maturity, intermolt stage, analysis of their relationships with other populations. Full information is given on the distribution of three species of crabs in the northern Kuril Islands based on the data obtained in 2015 and 2017. The maps of spatial distribution were constructed and indices of commercial stock for crabs were calculated using the algorithms of the integrated GIS “KartMaster” complex and the “Bioresource” database. Proposed fishing areas for crabs of the islands of Shumshu and Paramushir in coastal fishing mode.

Keywords: red king crab *Paralithodes camtschaticus*, horsehair crab *Erimacrus isenbeckii*, bairdi snow crab *Chionoecetes bairdi*, commercial fishing, size structure, crab aggregations, GIS “ChartMaster”, Data Base “Bioresource”, northern Kuril Islands.

REFERENCES

- Bizikov V.A., Muryj G.P., Sidorov L.K., Polyakov A.V. 2015. Instruktsiya po ispol'zovaniyu programmy lovushechnoy s'emki bazy dannyh «Bioresurs» [Program manual of trapped survey Data Base “Bioresource”]. M.: Izd-vo VNIRO. 140 s.
- Buyanovskij A.I. 2004. Prostranstvenno-vremennaya izmenchivost' razmernogo sostava v populyatsiyah dvustvorchatykh mollyuskov, morskikh ezhej i desyatinogih rakoobraznykh [Spatio-temporal variability of size structure in populations of bivalves, sea urchins and decapod crustaceans]. M.: Izd-vo VNIRO. 306 s.
- 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 [Application of integrated complex (GIS “ChartMaster” and Data Base “Bioresource”) for standartization of marine benthic invertebrates stock assessment] // VIII Vserossiyskaya nauchnaya konferentsiya po promyslovym bespozvonochnym: Matly dokl. Kaliningrad: Izd-vo KGTU. S. 14–16.
- Zenzerov V.S., Muravejko V.M., Emelina A.V. 2008. Dvigatel'naya aktivnost' kamchatskogo kraba Barentseva morya v razlichnykh diapazonakh temperature [King crab motion activity in the Barents Sea under various temperature conditions] // Rybnoe khozyajstvo № 4. S. 54–56.

- Klitin A.K. 2002. Raspredelenie, biologiya i funktsional'naya struktura areala kamchatskogo kraba v vodakh Sakhalina i Kuril'skikh ostrovov [[Distribution, biology and functional structure of the area of red king crab along the shores of Sakhalin and the Kuril Islands] Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. YUzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO. 26 s.
- Klitin A.K. 2003. Kamchatskij krab u beregov Sakhalina i Kuril'skikh ostrovov: biologiya, raspredelenie i funktsional'naya struktura areala [Red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) along the shores of Sakhalin and the Kuril Islands: biology, distribution and functional structure of the area] // Byulleten' zhurnala «Voprosy rybolovstva». M.: Natsional'nye rybnye resursy. 249 s.
- Kovacheva N.P. 2008. Akvakultura rakoobraznykh otryada Decapoda: kamchatskij krab *Paralithodes camtschaticus* i gigantskaya presnovodnaya krevetka *Macrobrachium rosenbergii* [Aquaculture of crustacean of the order Decapoda: red king crab *Paralithodes camtschaticus* and giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*] M.: Izd-vo VNIRO. 240 s.
- Kuz'min S. A., Gudimova S.A., 2002. Vselenie kamchatskogo kraba v Barentsevo more [Introduction of the Kamchatka (red king) crab in the Barents sea] Apatity: MMBI KNTS RAN. 238 s.
- Milyutin D.M., Vagin A.V. 2005. Biologiya i raspredelenie kamchatskogo kraba, *Paralithodes camtschaticus* v Karaginskoy zaliv (Beringovo more) [Biology and distribution of the red king crab, *Paralithodes camtschaticus*, in the Karaginskii Gulf of the Bering Sea] // Zoologicheskij zhurnal tom 84, № 5, s 555–568.
- Moiseev S.I. 2003. Promyslovo-biologicheskie issledovaniya kamchatskogo kraba (*Paralithodes camtschaticus*) v yanvare—marte 2002 g. v pribrezhnoy zone Varanger-fiorda (Barentsevo more) [Fishery research of the Kamchatka red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) from January to March, 2002 in the Varanger-fjord] // Trudy VNIRO. T. 142. S. 178–191.
- Moiseev S.I. 2015 a. Raspredelenie kamchatskogo kraba v osennij period 2013 g u poberezhya Ayano-Majskogo rajona [Distribution of red king crab in the autumn of 2013 on the coast of Ayano-may area] // Promyslovye bespozvonochnye VIII Vserossiyskaya nauchnaya konferenciya po promyslovym bespozvonochnym materialy dokladov Kaliningrad FGBOU VPO KGTU S74–77
- Moiseev S.I. 2015 b. Monitoring promysla kamchatskogo kraba v Ichinskom rajone v osennij period 2014 g [Monitoring of fishing red king crab Ichinsky area in autumn 2014] // Promyslovye bespozvonochnye VIII Vserossiyskaya nauchnaya konferenciya po promyslovym bespozvonochnym materialy dokladov Kaliningrad FGBOU VPO KGTU S80–82
- Moiseev S.I., Vagin A.V., Polonskij V.E. 2005. Kharakteristika osennih skoplenij kamchatskogo kraba v Varanger-fiorda i taktika ego promysla na ogranichenom poligone [Characteristics of the autumn red crab concentrations in the Varanger-fjord and tactics of their fishery in the limited area] // Trudy VNIRO. T. 144. S. 194–211.
- Moroz V.V. 2014. Vozdejstvie prilivnykh protsessov na gidrofizicheskie kharakteristiki vod v prolivakh Kuril'skoj gryady [The effect of tidal processes on water hydrophysical characteristics in the Kuril chainstrait] // Vestnik SVNTS DVO RAN, № 3, s.29–35.
- Rodin V.E. 1970. Nekotorye dannye o raspredelenii kamchatskogo kraba v yugo-vostochnoj chasti Beringova moray Some data on the distribution of the Kamchatka crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius) in the southeastern part of the Bering Sea] // Trudy VNIRO. T.70. S. 149–154.
- Rodin V.E. 1985. Prostranstvennaya i funktsional'naya struktura populyatsij kamchatskogo kraba [The spatial and functional structure of the king crab populations] // Izvestiya TINRO. T. 110. S. 86–97.
- Rodin V.E., Slizkin A.G., Myasoev V.I., Barsukov V.N., Miroshnikov V.V., Zgurovskij K.A., Kanarskaya O.A., Fedoseev V. Ya. 1979. Rukovodstvo po izucheniyu desyatinogih rakoobraznykh [Research guide on the decapod crustaceans] // Decapoda dal'nevostochnykh morej. Vladivostok: Izd-vo TINRO. 59 s.
- Pereladov M.V., Sidorov L. K., Botnev D.A., Vagin A.V., KHokhlov A. V., Iskhakov A.A. 2015. Kompleksnye issledovaniya pribrezhnykh akvatorii severnykh Kuril'skikh ostrovov v avguste-sentyabre 2015 g [Complex coastal zone surveys of Northern Kuril Islands at August-September, 2015] // Trudy VNIRO. T. 158. S. 190–193.
- Sanina N.M., Velanskij P.V., Kostetskij E.H. YA. 2016. Termotropnoe povedenie i sostav zhirnykh radikalov glavnykh fosfolipidov kraba-striguna Behrdi *Shionoecetes bairdi* Rathbun, 1924 [Thermotropic behavior and fatty radical composition of major phospholipids of the tanner crab *Chionoecetes bairdi* Rathbun, 1924] // Biologiya morya. T. 42. № 1. S. 55–59.
- Sidorov L.K. 2016. Perspektiva promysla krabov v okhotomorskoj chasti Severnykh Kuril'skikh ostrovov: kamchatskogo, volosatogo chetyrekhugol'nogo i kraba-striguna Behrdi [The perspective of the crab commercial fishery on the coastal water of the Kuril Islands: red king crab, horsehair crab and Bairdi snow crab (the Sea of Okhotsk)] // Trudy VNIRO. T. 161. S. 38–51.

- Slizkin A.G., Safronov S.G. 2000. Promyslovye kraby prikamchatskikh vod [Commercial crabs of Kamchatka waters] Petropavlovsk-Kamchatskij: Severnaya Patsifika. 180 s.
- Slizkin A.G., Bukin S.D., Slizkin A.A. 2001 a. Chetyrekhugol'nyj volosatyj krab (*Erimacrus isenbeckii*) Severokuril'sko-Kamchatskogo shel'fa: biologiya, raspredelenie, chislennost' [Korean horsehair crab (*Erimacrus isenbeckii*) from the NorthkurilKamchatka shelf: biology, distribution, abundance] // Izvestiya TINRO. T. 128. Ch. 2. S. 554–570.

TABLE CAPTIONS

Table 1. The volume of the material samples

FIGURE CAPTIONS

- Fig. 1.** Map of the stations on the shelf northern Kuriles
- Fig. 2.** Size structure of male king crab (n=218) in a trap. (X — carapace width, mm; Y — capture frequency, %)
- Fig. 3.** Spatial distribution of commercial males of horsehair crab
- Fig. 4.** Size structure of male horsehair crab (n=1065) in a trap. (X — carapace width, mm; Y — capture frequency, %)
- Fig. 5** Spatial distribution of commercial males of bairdi snow crab
- Fig. 6.** Size structure of male (black n=706) and female (grey n=225) bairdi snow crab in a trap. (X — carapace width, mm; Y — capture frequency, %)
- Fig. 7.** Map of bottom temperatures (°C) according to the data of TERMOCHRON sensors.
- Fig. 8.** Three-day dynamics of changes in bottom temperatures at different depths under the influence of a typhoon in the Pacific coastal zone, o. Paramushir (X — Times of Day; Y — temperature, °C)
- Fig. 9.** Aggregations of males (left) and females (right) of the king crab
- Fig. 10.** Dependence of commercial males (pieces/catch) on water temperature (A - king crab, B and C — bairdi snow crab, G and D — horsehair crab; Left — Sea of Okhotsk, right — Pacific ocean) (X — temperature, °C; Y — fishing, pieces/catch)